



Faculté de Psychologie, de Logopédie et des Sciences de l'Éducation

Alterner le comportement moteur vocal masculin et féminin : étude de cas en *self-study*

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master en Logopédie
- Finalité spécialisée en voix -

Promotrice

Dominique Morsomme

Lectrices

Charlotte Simon

Gabrielle Scantamburlo

Mémorant

Antoine Henrotin

Année académique 2021-2022

“La voix humaine fascine ou intrigue, elle exprime, elle communique, elle suggère. Rarement laisse-t-elle indifférent. Vectrice d’émotions, moyen d’expression artistique, support de communication, la voix humaine accompagne notre quotidien du premier cri au dernier soupir. »

Henrich-Bernardoni, 2014

« La production d’une voix genrée n’est jamais un acte neutre: en plus d’indexer une identité de genre, elle indexe toujours aussi certaines attitudes et postures.»

Arnold A., 2015

“You never completely have your rights, one person, until you all have your rights.”

Marsha P. Johnson

Remerciements

Je remercie bien sûr en premier lieu ma promotrice, Madame Morsomme. Sa disponibilité, son ouverture d'esprit, ses encouragements et ses commentaires toujours constructifs ont été un moteur puissant sans lequel ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour. Merci de m'avoir donné cette opportunité et d'avoir su attiser ma passion tout en la cadrant.

Merci à Madame Scantamburlo et Madame Simon, lectrices de ce mémoire, pour l'intérêt et le temps accordé à ce travail.

Merci à Madame Astudillo d'avoir accepté de m'enseigner les techniques de féminisation vocale et de m'avoir suivi avec bienveillance et générosité durant 10 semaines.

Merci à Monsieur Pressia d'avoir posé son œil expert sur les analyses statistiques et les citations APA. Merci également d'être un formidable pédagogue et pour sa disponibilité.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur Pommée pour avoir pris du temps afin de m'aider à affiner ma réflexion méthodologique et à améliorer le prélèvement des données.

Merci à mes parents qui ont supporté ce projet malgré son originalité et de m'avoir suivi dans toutes mes initiatives en subissant patiemment mes divagations passionnées. Merci tout particulièrement à ma maman, Sabine Hasoppe, pour ses nombreuses relectures, les innombrables débats et son attention du détail. Je vous aime.

Merci également à Madame Remacle qui s'est rendue disponible pour les aspects administratifs de l'emprunt de matériel.

Je remercie les patientes trans* de ma maître de stage, Madame Simon. Leurs récits ont nourri ce mémoire et mes réflexions. Merci à Madame Simon pour cette opportunité ainsi que de m'avoir communiqué sa passion pour le travail vocal.

Merci enfin à mes amis proches, mes colocataires, ma famille et mon entourage qui ont accueilli Tonie avec un grand sourire ainsi qu'avec beaucoup de curiosité et de bienveillance.

Liste des abréviations

| | |
|------------------|---|
| α | Erreur alpha de première espèce |
| ASHA | American Speech-Language-Hearing Association |
| AVQI | Acoustic Voice Quality Index |
| Cis | Cisgenre |
| CMV | Comportement moteur vocal |
| ACT | Approximation Crico-Thyroïdienne |
| dB | Décibel |
| DSI | Dysphonia Severity Index |
| EBP ₄ | Evidence-based practice (liée à ses 4 piliers) |
| EVE | Étendue vocale estimée |
| F1, -2, -3, -4 | Premier, deuxième, troisième ou quatrième temps de mesure en CMV féminin |
| FFP | Fréquence fondamentale parlée |
| FtoM | Female to Male |
| Ftot | Ensemble des mesures prises en CMV féminin |
| f_0 | Hauteur tonale |
| f_R | Fréquence de résonance |
| f_{R1} | Fréquence de résonance du premier formant |
| f_{R2} | Fréquence de résonance du deuxième formant |
| f_{R3} | Fréquence de résonance du troisième formant |
| f_{R4} | Fréquence de résonance du quatrième formant |
| Hz | Hertz |
| LGBTQIA+ | Lesbiennes, gays, bisexuels, trans*, queer, intersexes, asexuels, etc. |
| M1, -2, -3, -4 | Premier, deuxième, troisième ou quatrième temps de mesure en CMV masculin |

| | |
|------------|---|
| MLCF | Motor Learning Classification Framework |
| MtoF | Male to female |
| Mtot | Ensemble des mesures prises en CMV masculin |
| MVT | Méthode Verbo-Tonale |
| NPS | Niveau de pression sonore |
| PES | Prise en soin |
| PROEL | Méthode proprioceptive-élastique |
| QRP | Texte « Quand René périt » |
| r_s | Corrélation de Spearman |
| RTSS | Rehabilitation Treatment Specification System |
| sd_{f_0} | Variation de la hauteur tonale lors de la parole continue |
| sd_{NPS} | Variation du niveau de pression sonore lors de la parole continue |
| TMP | Temps maximum phonatoire |
| TMR | Thérapie mélodique et rythmée |
| Tvoy | Durée des voyelles |
| TWVQ | Trans Woman Voice Questionnaire validé en français |
| TWVQ120 | Trans Woman Voice Questionnaire complet |
| TWVQ100 | Trans Woman Voice Questionnaire avec 5 items neutralisés |
| TWVQ90 | Trans Woman Voice Questionnaire complet -30 |
| TWVQ70 | Trans Woman Voice Questionnaire avec 5 items neutralisés -30 |

Note : les abréviations suivent les recommandations de Titze et al. (2015) pour l'uniformisation de la notation scientifique dans le domaine de la voix

Table des Matières

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 1 |
| Partie théorique | 2 |
| 1. Transidentité : Définition de quelques termes..... | 2 |
| 2. Différences entre les voix masculine et féminine..... | 2 |
| 2.1. Anatomiquement..... | 3 |
| 2.2. Différences acoustiques et aérodynamiques..... | 4 |
| 2.2.1. Hauteur tonale | 4 |
| 2.2.2. Résonance | 6 |
| 2.2.3. Niveau de pression sonore et qualité vocale | 8 |
| 2.3. Différences prosodiques entre hommes et femmes | 9 |
| 2.3.1. Contours intonatifs | 9 |
| 2.3.2. Durée des phonèmes..... | 10 |
| 2.3.3. Débit de parole et pause au sein du discours | 11 |
| 3. Apprentissage de la féminisation vocale..... | 11 |
| 3.1. Population visée | 11 |
| 3.2. Concepts généraux de la prise en charge et cibles de la thérapie | 12 |
| 3.3. Efficacité de la thérapie..... | 13 |
| 3.4. La chirurgie..... | 13 |
| 3.5. Évaluation..... | 14 |
| 4. Méthode Astudillo | 17 |
| 4.1. Origines | 17 |
| 4.2. Fondements..... | 17 |
| 4.2.1. La thérapie Mélodique et Rythmée (TMR) | 18 |
| 4.2.2. Méthode Verbo-Tonale de Guberina (MVT)..... | 18 |
| 4.2.3. Méthode Proprioceptive-Elastique (PROEL) | 18 |
| 4.3. Les 2 voies de travail..... | 19 |
| 4.3.1. La voie musculaire | 19 |
| 4.3.2. La voie mélodique/prosodique..... | 19 |
| 4.4. Les 5 piliers..... | 19 |
| 4.4.1. Zone de confort | 19 |
| 4.4.2. 3 étapes : Imitation-Exagération-Naturel..... | 20 |
| 4.4.3. Voix émotionnelle | 20 |

| | |
|---|----|
| 4.4.4. Concept de plaisir | 20 |
| 4.4.5. Proprioception | 20 |
| 5. Être son propre sujet de recherche | 21 |
| 6. Rehabilitation Treatment Specification System (RTSS) | 23 |
| 7. Apprentissage moteur et MCLF | 26 |
| 8. Résumé partie théorique..... | 29 |
| Méthodologie | 30 |
| 1. Considérations éthiques | 30 |
| 2. Déroulement général de l'étude..... | 30 |
| 3. Objectifs et hypothèses | 31 |
| 4. Populations | 33 |
| 4.1. La logopède..... | 33 |
| 4.2. Le sujet | 37 |
| 5. Analyses statistiques des données | 41 |
| Résultats..... | 42 |
| 1. Statistiques descriptives | 42 |
| 2. Hypothèse 1 : Un comportement moteur vocal féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ? | 44 |
| 3. Hypothèse 2 : Les paramètres acoustiques de la voix masculine, utilisée après la féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine utilisée pré-intervention ? | 48 |
| 4. Hypothèse 3 : Le comportement moteur vocal féminin se maintient-il après des interruptions de son utilisation ?..... | 52 |
| 5. Comparaison entre le CMV masculin et le CMV féminin aux temps M4 et F4 | 56 |
| 6. Hypothèse 4 : Quelles descriptions proprioceptives, nourries par des connaissances en logopédie et en chant, pouvons-nous faire lors de l'utilisation d'un comportement moteur vocal féminin sur un larynx mâle ?..... | 57 |
| 7. Résumé de la partie résultats | 58 |
| Discussion | 59 |
| 1. Rappel des objectifs et de l'intérêt de ce travail..... | 59 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 2. Discussion des résultats | 60 |
| 3. Questionnements éthiques..... | 68 |
| 4. Implications..... | 74 |
| 5. Limites | 76 |
| 6. Conclusion | 79 |
| Bibliographie..... | 80 |
| Annexes | 106 |

Table des équations, figures, graphiques et tableaux

| | |
|---|-----|
| Équation 1 : Équation mathématique du réglage de la fo pour un instrument à corde (Titze, 1989). | 5 |
| Équation 2 : Conversion Hertz en demi-tons. | 15 |
| Équation 3 : Hiérarchisation de l'impact du CMV masculin ou féminin sur les paramètres acoustiques (mesure globale). | 45 |
| Équation 4 : Taux d'erreur de l'ensemble. Note : $EC = \alpha$ = erreur alpha de première espèce. c = nombre de comparaison. | 49 |
| Équation 5 : Hiérarchisation des paramètres vocaux entre M4 et F4. | 56 |
| | |
| Figure 1 : Degré de féminité perçu en fonction du locuteur (Dubru, 2010). | 3 |
| Figure 2 : Représentation schématique des 10 intonations de base du français (Delattre, 1966). | 9 |
| Figure 3 : Exemple d'énoncé travaillé en TMR pour varier les contours intonatifs (Astudillo, 2019). | 18 |
| Figure 4 : Plan de l'expérience. | 30 |
| Figure 5 : Motor Learning Classification Framework (Madill et al., 2020, p. 807). | 36 |
| Figure 6 : Triangle vocalique du français proposé par Durant et al. (2002a, 2002b) | 78 |
| Figure 7 : Illustration d'un glissendo ascendant puis descendant (sirène) sur l'application VoiceTools. | 115 |
| Figure 8 : Les 6 images de Hallin. | 118 |
| Figure 9 : Distribution leptokurtique. | 128 |
| Figure 10 : Distribution mésokurtique | 129 |
| Figure 11 : TWVQ F1 | 135 |
| Figure 12 : TWVQ F4 | 136 |
| | |
| Graphique 1 : Moyennes de rangs de la durée des voyelles (Tvoy). | 46 |
| Graphique 2 : Moyennes de rangs des paramètres vocaux au cours du temps en CMV masculin. | 50 |
| Graphique 3 : Moyennes de rangs des paramètres vocaux au cours du temps en CMV féminin. | 53 |
| Graphique 4 : AVQI en CMV masculin/féminin | 131 |
| Graphique 5 : AVQI chronologique | 131 |
| | |
| Tableau 1 : Méthode Astudillo selon le RTSS. | 34 |
| Tableau 2 : Application de la MLCF aux variables de l'apprentissage moteur. | 37 |
| Tableau 3 : Paramètres acoustiques à analyser liés aux tâches et aux outils leur correspondant. | 39 |
| Tableau 4 : Médianes et écarts-types des paramètres vocaux lors des mesures en voix masculine. | 42 |
| Tableau 5 : Médianes et écarts-types des paramètres vocaux lors des mesures en voix féminine. | 43 |
| Tableau 6 : Hypothèses de normalités. | 43 |
| Tableau 7 : Tests de Wilcoxon et r_s comparant les paramètres vocaux entre le CMV masculin et le CMV féminin. | 45 |
| Tableau 8 : Analyse des étendues de fréquence et de niveau de pression sonore. | 47 |
| Tableau 9 : Lien entre le CMV masculin ou féminin et le rang de la donnée AVQI. | 47 |
| Tableau 10 : Comparaison de l'étude de Mezzedimi et al. (2017) avec celle de Goy et al. (2013) | 48 |
| Tableau 11 : Tests Kruskal-Wallis sur les paramètres acoustiques de la voix masculine. | 49 |
| Tableau 12 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur sd_{f_0} en CMV masculin. | 50 |
| Tableau 13 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur NPS en CMV masculin. | 51 |
| Tableau 14 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur sd_{NPS} en CMV masculin. | 51 |
| Tableau 15 : Lien entre le temps de prise de données et le rang de la donnée AVQI en CMV masculin. | 52 |

| | |
|--|-----|
| Tableau 16 : Tests Kruskal-Wallis sur les paramètres acoustiques du CMV féminin. | 52 |
| Tableau 17 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_0 en CMV féminin..... | 53 |
| Tableau 18 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_{R3} en CMV féminin. | 54 |
| Tableau 19 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_{R4} en CMV féminin. | 54 |
| Tableau 20 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_{Rmoy} en CMV féminin..... | 54 |
| Tableau 21 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur NPS en CMV féminin. | 55 |
| Tableau 22 : Lien entre le temps de prise de donnée et le rang de la donnée AVQI en CMV féminin. | 55 |
| Tableau 23 : Comparaison des paramètres acoustiques entre M4 et F4. | 56 |
| Tableau 24 : Résultats au TWVQ 120/100/90/70 | 57 |
| Tableau 25 : Comparaison des CMV. | 67 |
| Tableau 26 : Cibles selon le RTSS. | 111 |
| Tableau 27 : Score bruts..... | 123 |
| Tableau 28 : Skewness et Kurtosis des paramètres vocaux où l'hypothèse de normalité n'est pas rejetée. | 128 |
| Tableau 29 : Résultats EVE..... | 130 |
| Tableau 30 : Scores-Z des comparaisons à Mezzedini et al. (2017) et Goy et al. (2013). | 132 |
| Tableau 31 : Tableau pronostic de l'évolution vocale selon Révis (2021, p.202) | 137 |

Introduction

Le thème de ce travail s'articule autour la féminisation vocale. Depuis une dizaine d'années, ce sujet est de plus en plus étudié. Cette prise en charge est principalement destinée aux femmes transgenres vivant une incongruence entre leur identité de genre et leur voix.

Lors d'une discussion avec ma promotrice de mémoire, la Professeure Morsomme, j'ai évoqué ma volonté d'apprendre à féminiser ma voix afin de pouvoir prendre en charge les femmes trans*. Je ne vis pas de dysphorie de genre, ce qui signifie que la perception de ma personne, qu'elle soit physique ou sociale, ne crée pas de souffrance psychologique. Cette possibilité de revenir à une voix masculine après une féminisation vocale sans occasionner de mal-être psychologique est intéressante à étudier d'un point de vue méthodologique. À notre connaissance, aucune étude n'a été menée concernant la stabilité dans le temps de la voix féminine quand elle n'est pas la voix utilisée exclusivement, ou du moins majoritairement. Plusieurs questions de recherche sont donc posées dans le cadre de cette étude :

- I. Un comportement moteur vocal féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ?
- II. Les paramètres acoustiques de la voix masculine, utilisée après la féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine utilisée pré-intervention ?
- III. Le comportement moteur vocal féminin se maintient-il après des interruptions de son utilisation ?
- IV. Quelles descriptions proprioceptives, nourries par des connaissances en logopédie et en chant, pouvons-nous faire lors de l'utilisation d'un comportement moteur vocal féminin sur un larynx mâle ?

L'intérêt de répondre à ces questions réside dans l'existence d'une demande pour des féminisations non-permanentes. Les gens du spectacle, comme les comédiens par exemple, peuvent chercher à s'approprier une voix féminine pour une performance artistique. Dans d'autres cas, des personnes non-binaires ou de genre fluide (*genderfluids*) peuvent vouloir faire varier le genre de leur voix dans le temps (Azul et al., 2018).

Nous utilisons dans ce mémoire le « Nous » de modestie quand nous parlons en tant que chercheur, et le « Je » quand nous parlons en tant que participant. Nous précisons également que l'écriture non-genrée est employée quand cela est pertinent. L'emploi des termes féminins et masculins est donc toujours en références aux genres binaires.

Partie théorique

1. Transidentité : définition de quelques termes

Le genre : L'Association Genres Pluriels (2019), le définit comme une construction socio-culturelle qui forme une partie de l'identité psycho-sociale en plaçant les individus sur un continuum féminin-masculin.

L'identité de genre est le genre auquel une personne s'identifie.

L'expression de genre correspond à la façon dont une personne performe un genre, c'est-à-dire la manière dont elle donne une image liée à son genre.

Le sexe dyadique, lui, regroupe un ensemble de caractéristiques biologiques qui tendent à séparer les mâles et les femelles. Les notions de genre et de sexe ne sont pas interchangeables.

Mâle et femelle sont les termes qui se rapportent au sexe dyadique pour différencier binairement les individus humains en termes de caractéristiques sexuelles primaires et secondaires.

Une personne cisgenre est une personne qui s'identifie au genre qui lui a été assigné à la naissance. Dans ce travail, ce terme pourra être réduit sous l'appellation « cis ».

À l'inverse, une personne transgenre est une personne qui ne s'identifie pas au genre qui lui a été assigné à la naissance. Une personne trans* peut, dans une perspective binaire, s'identifier au genre opposé, mais l'appellation transgenre recouvre aussi les identités agenre, bigenre, fluides, non binaires, etc. Dans le cadre des transidentités binaires, nous utilisons les abréviations MtoF (male to female) et FtoM (female to male) pour différencier respectivement, les femmes transgenres et les hommes transgenres. Le terme « trans* » sera préféré dans ce mémoire car il est considéré comme plus inclusif.

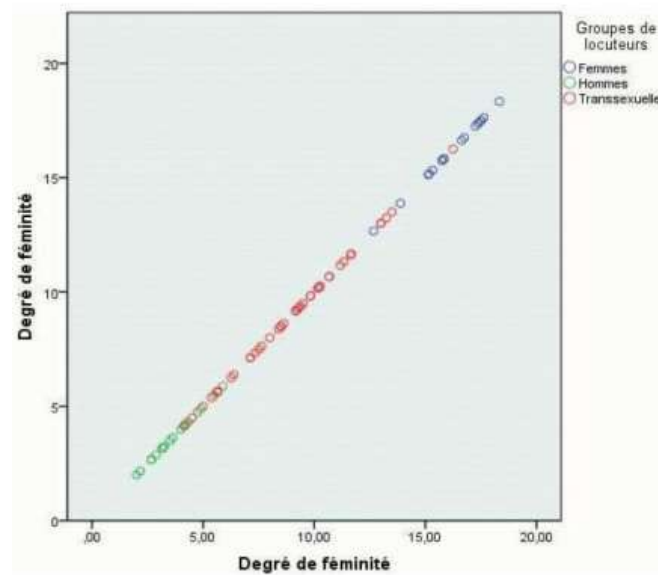
Les trans* font partie de la communauté LGBTQIA+, c'est-à-dire les communautés reprises dans l'acronyme : L= lesbiennes, G= gays, B= bisexuels, T= trans*, Q= queers, I= intersexes, A= asexuels. Le « + » reprend toutes les autres orientations sexuelles ainsi que les autres identités et expressions de genre.

2. Différences entre les voix masculine et féminine

Plusieurs facteurs anatomiques, aérodynamiques ou prosodiques participent à la perception de la voix comme féminine ou masculine. Selon Le Breton (2011, p.48), une « voix est d'emblée

associée à un genre ». Néanmoins, cette catégorisation n'est pas binaire, c'est-à-dire complètement féminine ou complètement masculine. La perception du genre du locuteur peut plutôt se concevoir sur un continuum allant de masculin à féminin (Dubru, 2010; Hazenberg, 2016; Podesva et al., 2016). La figure 1 est une représentation graphique de l'attribution du genre du locuteur en fonction du degré de féminité perçue. Nous observons que plus le degré de féminité perçue augmente, plus il y a de chance que le locuteur soit identifié-e comme une femme.

Figure 1 : Degré de féminité perçue en fonction du locuteur (Dubru, 2010).



Nous allons maintenant décrire ces différences plus précisément.

2.1. Anatomiquement

Nous pouvons observer des différences entre les larynx des femmes et des hommes cisgenres. La première différence que nous pouvons remarquer concerne la taille des plis vocaux, c'est-à-dire des muscles s'insérant antérieurement sur la face interne du cartilage thyroïde et postérieurement sur l'apophyse vocale des cartilages aryténoïdiens. Ceux des femmes cis mesurent entre 12 et 21 mm de longueur alors que ceux des hommes cis mesurent entre 17 et 29 mm (Kreiman & Sidtis, 2013 cités par Matar et al., 2016). L'épaisseur des plis vocaux, elle, varie chez les femmes cis entre 4 et 6 mm et entre 5 et 7 mm pour les hommes cis (Jotz et al., 2014). Les dimensions antéro-postérieures, verticales et latérales sont en effet 15 à 20% supérieures chez les hommes cis (Titze et al., 1989). Hamdan et al. (2020) ont mesuré les plis vocaux en termes de longueur, de largeur et de hauteur sur des sujets vivants observés par

IRM, une première. Ce type d'étude est plus précis et confirme la taille plus importante des plis vocaux mâles dans les trois dimensions. Le volume cordal plus important chez les hommes est dû à l'influence des hormones androgènes, c'est-à-dire la testostérone, généralement plus présente chez les hommes cis, qui change la composition en acide hyaluronique des plis (Matar et al., 2016). Cette prise de masse se marque principalement à l'adolescence où le tractus vocal - conduit qui s'étend du plan glottique jusqu'aux lèvres - s'allonge grâce à la descente du larynx et à l'expansion volumique de celui-ci. La croissance se passe sensiblement de la même manière chez les adolescents et les adolescentes, mais à des magnitudes différentes, en étant bien plus importantes chez les mâles (Xue et al., 2010).

Nous voyons donc qu'il existe des différences entre les larynx mâles et femelles qui sont influencées par les hormones androgènes ou œstrogènes. D'ailleurs, chez les hommes trans* sous traitement hormonal avec testostérone, nous observons une augmentation de la masse des plis vocaux et en conséquence une f_0 qui diminue, rendant la voix plus grave (McNeil, 2009; Thornton, 2008). Néanmoins, concernant les femmes trans*, nous constatons que le traitement oestrogénique ne change pas la physiologie vocale d'aucune façon (Holmberg et al., 2010).

Enfin, les auteurs ont montré que, déjà chez des enfants prépubères, et malgré l'absence de différence anatomique significative (Fitch & Giedd, 1999; Flipsen et al., 1999), les filles et les garçons utilisaient des techniques articulatoires propres à leur genre afin d'être identifiés d'un genre ou de l'autre (Busby & Plant, 1995; Ferrand & Bloom, 1996; Hasek et al., 1980; Ingrisano et al., 1980; S. Lee et al., 1999; Perry et al., 2001).

2.2. Différences acoustiques et aérodynamiques

2.2.1. Hauteur tonale

La hauteur tonale, c'est-à-dire le caractère grave/aigu d'une voix, correspond à la perception de la fréquence fondamentale (f_0) qui est déterminée par le nombre de vibrations des plis vocaux en 1 seconde et s'exprime en Hertz (Hz) (Arnold & Candea, 2015; Titze, 2015). Une f_0 basse est perçue comme un son grave et, inversement, une f_0 élevée est perçue comme un son aigu. La fréquence de la voix dépend de plusieurs facteurs : la longueur (L), le volume (ρ) et la tension (σ) des plis vocaux.

Ces facteurs sont repris dans la formule de Titze (1989) :

Équation 1 : Équation mathématique du réglage de la fo pour un instrument à corde (Titze, 1989).

$$F_0 = \frac{1}{2L} \left(\frac{\sigma}{\rho} \right)^{1/2}$$

Notes : fo = fréquence fondamentale ; L = longueur ; ρ = volume ; σ = tension

En bref, comme pour une corde de guitare ou de piano, selon cette formule, des plis plus courts, plus fins et plus tendus produiront un son plus aigu.

La f_0 peut être modifiée de plusieurs manières. Elle peut l'être sur le plan aérodynamique, en modifiant la pression sous-glottique (force avec laquelle un individu expire l'air de ses poumons). Si cette pression est élevée, elle augmente la f_0 (Honda et al., 1999; Titze, 1989; Titze & Martin, 1998). Elle peut également l'être sur le plan laryngé, soit en le montant ou en le descendant via la contraction des muscles élévateurs ou abaisseurs du larynx, changeant ainsi la taille du tractus vocal, ou en agissant sur les muscles suivants :

- I. Crico-thyroïdien : Allonge et tend les plis vocaux. Incline le cartilage cricoïde postérieurement (Chhetri & Park, 2016; Tschan et al., 2016).
- II. Thyroaryténoïdiens : Agissent sur la tension et la rigidité des plis en se rigidifiant et en grossissant (Chhetri & Neubauer, 2015).
- III. Cricoaryténoïdiens latéraux : Abaissent le larynx dans la gorge pour augmenter la fréquence (Hirano, 1988; Titze et al., 1989).

Leur implication dans les différents mécanismes vocaux et dans leur séquence chronologique est décrite chez Unteregger et al. (2017), dans le cadre de la voix chantée. Cette étude montre que lors de la montée sur la première octave, les soprani ne sollicitent que le muscle thyroaryténoïdien avant que les autres muscles ne soient impliqués. Cela nous montre que l'activation des muscles impliqués dans le changement de la hauteur tonale n'est ni simultanée, ni uniforme. Des études pour observer ces mécanismes chez les hommes et dans la voix parlée sont encore à entreprendre.

La hauteur tonale est le premier indice acoustique marqueur du genre d'un locuteur. Selon Davies et al., (2015), la fréquence des voix jugées masculines varie entre 100 et 145 Hz et celles des femmes varie entre 175 et 220 Hz. En Belgique, l'INAMI se réfère aux valeurs de De Bodt et al. (2008) pour déterminer si la fréquence fondamentale d'un·e patient·e se situe dans la norme. Chez les femmes adultes, cette fourchette se situe entre 167 et 258 Hz alors que chez les hommes adultes, cette fourchette se situe entre 78 et 166 Hz. Une partie de la variabilité à l'intérieur de ces fourchettes fréquentielles intergenres est expliquée par

Traunmüller et Eriksson (1995) qui démontrent que ces valeurs sont éminemment variables selon le pays et la langue parlée. Par exemple, l'écart fréquentiel entre les Allemands et les Allemandes est de 109 Hz alors que celui entre les Chinois et les Chinoises parlant le dialecte *wú* n'est que de 17 Hz. Concernant les personnes transgenres, Dahl & Mahler (2020) ont conclu que les femmes transgenres étaient perçues comme des femmes quand la f_0 moyenne atteignait 165Hz (étendue : 150-181 Hz), et étaient perçues comme des hommes quand la moyenne de leur f_0 équivalait à 116 Hz (étendue : 106-127 Hz). Cliniquement, ces auteurs conseillent, de même que Morsomme et Remacle (2016), d'atteindre une zone fréquentielle neutre (entre 155 Hz et 165 Hz), également décrite par Andrews & Schmidt (1997) et Gelfer & Schofield (2000). Arnold et Candea (2015) considèrent que les femmes transgenres doivent avoir une f_0 supérieure à 140 Hz pour ne pas être considérées automatiquement comme des hommes. Néanmoins, une f_0 située dans les valeurs fréquentielles féminines ne suffit pas à ce que la personne soit perçue comme une femme (Gelfer & Schofield, 2000; Wolfe et al., 1990). Cela peut s'expliquer en partie par la tendance qu'ont les individus à catégoriser les voix ambiguës comme des voix masculines, ce qui a été montré par Haviland (1977), Kessler et McKenna (1985), Seavey et al. (1975). De plus, il a été démontré que, en dehors de la f_0 de la voix, l'étendue fréquentielle influait sur la perception du genre du locuteur. Une dynamique vocale plus importante avec plus de variations de hauteur tonale est généralement une caractéristique plus féminine (Davies et al., 2015; Gelfer & Schofield, 2000; Leung et al., 2018). En termes de pourcentages, les recherches estiment que la f_0 contribue à la catégorisation de genre du locuteur entre 41,6% (Leung et al., 2018) et 71,2% (T. L. D. Hardy et al., 2020).

2.2.2. Résonance

Lorsque la vibration est produite au niveau glottique, elle se propage de proche en proche en passant par le tractus vocal. Le son s'enrichit ainsi d'harmoniques alors qu'il traverse les cavités buccales, labiales, nasales, pharyngales et laryngales. Selon leur forme et leur taille, ces 5 cavités amplifient des bandes d'harmoniques qui constituent les formants (Chiba & Kajiyama, 1941; Fant, 1999). Ces fréquences amplifiées sont des multiples de la f_0 et sont appelées fréquences de résonance (f_R) (Titze, 2015). Celles-ci permettent de différencier les voyelles grâce aux f_{R1} et f_{R2} et créent un timbre, une couleur vocale qui varie du sombre au clair (Arnold, 2015; Arnold & Candea, 2021; Chiba & Kajiyama, 1941; Fant, 1999).

Le timbre est donc unique à chaque personne, car il dépend de la forme et de la taille des cavités qui sont aussi uniques que leur corps. Le timbre varie aussi selon les techniques

articulatoires, c'est-à-dire le placement de la langue, l'aperture de la bouche, la position du voile du palais et la forme des lèvres pour permettre la reconnaissance des voyelles (Arnold, 2015). Mefferd (2016) précise néanmoins que 85% de la variabilité de la fréquence formantique serait expliquée par la position et la dynamique linguale.

Précisons que f_{R1} est associée à la position verticale de la langue et l'ouverture jugale (Dromey et al., 2013; J. Lee et al., 2016; Lindblom & Sundberg, 1971; Sundberg, 1987); f_{R2} est associée à la position du corps de la langue le long du tractus vocal (Dromey et al., 2013; Ladefoged et al., 1978; Lindblom & Sundberg, 1971), que ce soit horizontalement ou verticalement (J. Lee et al., 2016); et f_{R3} est associée à la position de l'apex lingual (Sundberg, 1987) et à la taille du tractus vocal (Oates, 2019).

Les f_R sont généralement plus élevées chez les femmes (Arnold, 2015; Gallena et al., 2018; Gelfer & Bennett, 2013; Hillenbrand & Clark, 2009). Cette différence est attribuée à la longueur du tractus vocal, plus court chez les femmes cis du fait de la position plus haute de leur larynx dans le cou (Titze, 1989; Vorperian et al., 2009). Néanmoins, certains auteurs précisent que cette différence de hauteur du son n'est pas uniquement attribuable à des différences anatomiques (Johnson, 2006; Mattingly, 1966).

Plusieurs études (Arnold, 2015; Gallena et al., 2018; Gelfer & Bennett, 2013; Hillenbrand & Clark, 2009) indiquent que les f_R sont des indices sur le genre du locuteur. Néanmoins, il existe encore beaucoup de zones d'ombre. De plus en plus, les auteurs distinguent dans leurs mesures la perception du genre du locuteur (variable nominale : homme, femme, indéterminé) et la masculinité/féminité vocale perçue (placement d'un curseur sur un continuum allant de masculinité à féminité). Cette dernière serait influencée par la modification des f_{R1} et f_{R3} contrairement à la perception du genre du locuteur (Leung et al., 2021). Selon 2 études, le deuxième formant serait le plus influent sur l'attribution de genre vocal (Houle & Levi, 2021; Kawitzky & McAllister, 2020) alors que Carew et al. (2007) considèrent que c'est le troisième. Selon une autre étude encore, ce serait les f_{R1} et f_{R2} qui seraient corrélées à la féminité perçue (Diamant & Amir, 2021). D'autres études ne trouvaient pas de lien entre les f_R et la féminité perçue, surtout en parole continue (Dahl & Mahler, 2020; Gelfer & Schofield, 2000; T. L. D. Hardy et al., 2016). En résumé, nous ne pouvons pas dégager de consensus général sur les mécanismes d'action qui sous-tendent la perception du genre du locuteur ou la féminité/masculinité vocale perçue en lien avec les fréquences de résonance.

Concernant l'importance relative de la f_0 et des f_R , la revue systématique de Leung et al. (2018) rapporte des résultats contradictoires. D'un côté, certains auteurs pensent que la f_0 contribue pour une plus grande part à la perception du genre du locuteur (Lass et al., 1976 ; Whiteside, 1998 ; Gelfer & Mikos, 2005 ; Skuk & Schweinberger, 2014). À l'inverse, d'autres montrent que les f_R sont plus importantes que la f_0 (Pisanski & Rendall, 2011 ; Gelfer & Bennett, 2013 ; Leung et al., 2021). Finalement, nous pouvons conclure qu'augmenter la f_0 et les f_R simultanément permet d'accentuer le caractère féminin alors que l'augmentation isolée d'une de ces composantes ne permet pas d'accroître significativement la féminité perçue (Hillenbrand & Clark, 2009; Leung et al., 2018).

Pour augmenter les f_R , les cliniciens proposent : pour la f_{R1} , d'adopter une position linguale plus basse ; pour la f_{R2} , d'antérioriser l'articulation ; et pour la f_{R3} , d'étirer les lèvres pour diminuer la taille de la cavité buccale (Carew et al., 2007; Morsomme & Remacle, 2016; Oates, 2019).

2.2.3. Niveau de pression sonore et qualité vocale

Le niveau de pression sonore (NPS) est exprimé en décibel (dB). Il correspond au volume sonore, c'est-à-dire à l'intensité de la voix. Il est proportionnel à l'amplitude de la vibration des plis vocaux. La perception du NPS dépend aussi de la force de résistance des plis vocaux à la pression sous-glottique.

Leung et al. (2018), dans leur revue systématique, considèrent le NPS comme un facteur d'identification du genre du locuteur, mais en se basant sur moins de recherches par rapport aux f_0 et f_R . Ainsi, les femmes auraient une douceur dans leur voix qui viendrait d'un NPS plus bas (Andrews & Schmidt, 1997; Davies et al., 2015).

Il a été montré qu'un léger souffle sur la voix participerait à la perception de la féminité et à la douceur qui y est associée (Davies et al., 2015; Oates, 2019; Van Borsel et al., 2009). Il est cependant difficile de différencier un NPS bas et la présence d'un souffle sur la voix. En effet, il existe une étroite corrélation entre les deux (Leung et al., 2018).

Chez les femmes trans*, Holmberg et al. (2010), ont montré, à partir de mesures au phonétogramme, qu'une faible intensité était considérée comme une caractéristique féminine. Hardy et al. (2020) ont montré la pertinence d'un NPS bas en tant que caractère féminin dans la parole continue cette fois-ci.

Au niveau clinique, il est proposé aux femmes transgenres d'ajouter un léger souffle sur la voix et de diminuer le niveau de pression sonore si cela leur convient également (Davies et al., 2015; Morsomme & Remacle, 2016).

2.3. Différences prosodiques entre hommes et femmes

La prosodie est l'ensemble des traits suprasegmentaux qui forment la « mélodie de la parole ». (Mertens, 2019). La f_0 , la durée et le NPS sont les 3 paramètres principaux qui modulent la prosodie dans le discours (Di Cristo, 2004). Pour considérer un discours comme normal, nous traitons ces 3 composantes simultanément (Fitzsimons et al., 2001) et cela nous donne des informations sur le locuteur (identité, âge, humeur, groupe sociolinguistique, etc.). À un niveau plus linguistique, la prosodie joue un rôle dans la construction syntaxique, l'accentuation d'une langue et la segmentation du discours en phrases ou mots (Di Cristo, 2004, 2013).

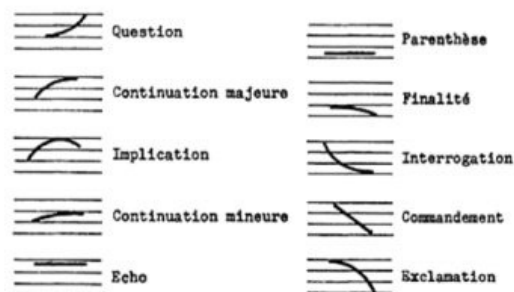
En résumé, selon Mertens (2019, p. 55), ce sont

les variations de hauteur, d'intensité et de durée (durée des sons ou des syllabes) qui constituent le matériau de base de la mélodie, de l'accentuation, du rythme et des pauses ; on peut y ajouter la qualité de la voix (le type de phonation).

2.3.1. Contours intonatifs

L'intonation se définit comme un paramètre prosodique. Elle consiste en la variation de la f_0 dans le temps (Pépiot, 2013). Quand nous parlons de la perception de cette variation de fréquence, nous parlons de « schéma intonatif » ou « contour intonatif » (Di Cristo, 2004). L'intonation peut être représentée graphiquement (voir figure 2) via un trait ascendant ou descendant qui correspond à la f_0 en fonction du temps.

Figure 2 : Représentation schématique des 10 intonations de base du français (Delattre, 1966).



L'intonation permet d'exprimer une émotion (joie, colère, etc.) ou elle distingue des modes d'expression (question, ordre, etc.). Les intonations influencent donc largement le tracé de la variation de la f_0 dans le temps.

Pour l'évaluer, les auteurs privilégient un discours spontané sur un sujet imposé, une description d'images et une lecture de phrases ou de textes (Fitzsimons et al., 2001; Gelfer & Schofield, 2000; A. Hancock et al., 2014; Leung et al., 2018).

Concernant son implication dans la perception du genre, plusieurs études montrent que l'intonation est un facteur significatif dans la perception du genre (Dacakis et al., 2013; Leung et al., 2018; Oates, 2019). Le discours des hommes serait moins dynamique, plus monotone que celui des femmes (King et al., 2012; Pépiot, 2013; Wolfe et al., 1990). Les femmes varient plus la hauteur de leurs productions en utilisant des contours intonatifs ascendants ou descendants plus fréquemment, et ce sur des notes plus éloignées (plus grande étendue fréquentielle) que les hommes (Davies et al., 2015; Davies & Goldberg, 2006; A. Hancock et al., 2014).

Certains auteurs pensent que l'intonation joue un rôle dans la perception du genre (Fitzsimons et al., 2001; A. Hancock et al., 2014; Wolfe et al., 1990) et d'autres pas (Arnold, 2015; Dahl & Mahler, 2020; Gelfer & Schofield, 2000). Selon Gelfer & Schofield (2000), deux éléments peuvent expliquer cette différence de résultats : le premier résiderait dans la différence de matériel linguistique utilisé. De fait, certaines études observent les contours intonatifs sur des lectures de textes (Gelfer & Schofield, 2000) et d'autres sur des discours spontanés ou semi-spontanés (Wolfe et al., 1990). Or, il est possible que l'intonation soit altérée lors de la lecture en offrant moins de reliefs intonatifs. Le second élément est méthodologique. En effet, différents types de mesures peuvent être pris pour évaluer les schémas intonatifs. Ceux-ci peuvent être mesurés en hertz, en demi-tons ou en patterns inflectifs. Ces incertitudes invitent à continuer d'étudier la question.

2.3.2. Durée des phonèmes

C'est une caractéristique prosodique qui correspond au temps de phonation que passe un locuteur sur un phonème. Celui-ci est généralement plus long et plus variable sur les voyelles que sur les consonnes (Di Cristo, 2004).

Un allongement des productions, et plus particulièrement des voyelles, ajouterait une composante plus féminine au discours (Andrews & Schmidt, 1997; Simpson, 2009). Les

voyelles seraient donc approximativement 11% plus longues chez les femmes, et ce quelle que soit la langue. Un temps allongé des voyelles et des consonnes constrictives est également rapporté (Bellandese, 2009; Fitzsimons et al., 2001). Les études dans ce domaine restent peu nombreuses.

2.3.3. Débit de parole et pauses au sein du discours

En ce qui concerne le débit de parole, Di Cristo (2013, p. 16) le décrit comme « évaluer subjectivement, ou quantifier, la vitesse de déroulement de la parole (estimée concrètement en nombre de syllabes par unité de temps, celle-ci étant habituellement la seconde) ». Concernant les pauses, Di Cristo (2013, p. 14) les définit comme des « interruptions ponctuelles du flux régulier de la parole ».

Par rapport au rôle du débit de parole dans la perception du genre, des résultats contradictoires apparaissent dans la littérature. Van Borsel et al. (2009) et Van Borsel et De Maesschalck (2008) expliquent ce désaccord par les différences de matériels linguistiques utilisés, les mesures et procédures employées et le nombre de participants. Certaines études montrent qu'il n'y pas de différence à ce niveau entre hommes et femmes (Kowal et al., 1975; Robb et al., 2004), alors que d'autres semblent montrer que les femmes ont un débit plus lent (Fitzsimons et al., 2001; Lutz & Mallard, 1986; Verhoeven et al., 2004). En pratique, ce paramètre est travaillé dans les prises en charge de féminisation (Astudillo Ramírez, 2019; Fitzsimons et al., 2001; Morsomme & Remacle, 2016). Il est en effet considéré comme pertinent bien qu'il ne soit pas très corrélé au genre du locuteur (Leung et al., 2018).

Les pauses sont associées à une voix plus féminine, ceci d'autant plus quand elles sont fréquentes et longues (Andrews & Schmidt, 1997; Bellandese, 2009; Fitzsimons et al., 2001).

3. Apprentissage de la féminisation vocale

3.1. Population visée

Cette thérapie est ouverte et applicable à toute personne souhaitant augmenter le caractère féminin de sa voix (Morsomme & Remacle, 2016). Astudillo (2019) distingue plusieurs cas où la féminisation peut s'appliquer. Par exemple, les femmes cis dont la voix est peu féminine naturellement, les femmes cis dont la voix est devenue plus grave à la suite d'une pathologie, les femmes trans* - avec ou sans opération et avec ou sans troubles vocaux - et les gens du spectacle (comédiens, acteurs, drag queens, etc.).

Néanmoins, depuis une dizaine d'années, la population recourant le plus souvent à cette prise en charge est celle des femmes trans* (Oates, 2019). Une des raisons qui peut expliquer cette présence plus importante est que la satisfaction vocale s'inscrit comme le facteur prédisant le mieux le plaisir de communiquer (Byrne et al., 2003). La littérature rapporte qu'il existe un pourcentage élevé de personnes trans* vivant ou ayant vécu avec une incongruence vocale, c'est-à-dire que la qualité de la voix ne correspondait pas à leur identité de genre. Kennedy et Thibeault (2020) rapportent que 96% des personnes trans* auraient vécu une incongruence vocale et 88% la ressentiraient toujours. En outre, des chercheurs (Novais Valente Junior & Mesquita de Medeiros, 2020) montrent que les femmes trans* qui rapportent plus de problèmes liés à leur voix, dans la vie de tous les jours, expriment plus de symptômes d'anxiété et de dépression. L'importance de leur offrir un suivi vocal adapté et inclusif prend dès lors tout son sens.

3.2. Concepts généraux de la prise en soin et cibles de la thérapie

Un des facteurs principaux est le temps passé quotidiennement à travailler sa voix et à pratiquer les techniques logopédiques vues en séances (Byrne et al., 2003). Les premiers à définir des cibles sont Oates & Dacakis (1983). Celles-ci sont la f_0 , la qualité vocale, la prosodie, le NPS et la résonance. Pour évoluer, la patiente doit apprendre à écouter son corps et doit développer sa proprioception (Verdolini, 2012, pp. 217–238). Hancock & Garabedian (2013) préconisent de travailler sur l'hygiène vocale et la relaxation afin de prévenir les phono-traumas. Ces auteurs conseillent aussi, pour augmenter la féminité, de tenter d'accroître la f_0 ainsi que les f_R (chercher une articulation plus haute et antérieure), de faire varier les schémas intonatifs et d'adapter la communication non-verbale ainsi que le vocabulaire. Encore plus récemment, Astudillo Ramírez (2019) et Morsomme et Remacle (2016) proposent de diminuer le débit de parole en allongeant les voyelles et les pauses. De plus, elles conseillent d'ajouter un léger souffle pour augmenter le caractère féminin de la voix. À cela s'ajoute la féminisation des pauses sonores, de la toux, du hémme (raclement de gorge) et du rire (Oates, 2019).

Le résultat et le temps de prise en charge dépendent en partie de la motivation de la patiente et du temps qu'elle prend chaque jour pour s'exercer (Byrne et al., 2003). Quelques techniques et exercices pour féminiser la voix se retrouvent chez Davies et al. (2015), mais ceux-ci varient pour chaque clinicien et chaque étude (Gray & Courey, 2019). La prise en soin (PES) peut se faire de manière étalée (1 séance par semaine) ou condensée (3 séances par semaine) sans que cela n'influence aucunement l'efficacité du traitement (Quinn et al., 2022). Cette

efficacité équivalente permet au·la thérapeute de faire de la durée de la PES une modalité adaptable au contexte et aux préférences du·la patient·e. Il faut cependant être vigilant, car la PES condensée demande une grande implication de la part du·la patient·e (12 séances en 4 semaines dans l'étude) et du·la thérapeute, ce qui peut provoquer un effet burn-out (Quinn et al., 2021; Wenke et al., 2014) ou une fatigue vocale (Roy, 2012).

Les professionnels insistent donc sur l'importance de « respecter le rythme de la patiente dans l'acquisition des nouveaux patterns vocaux, mais également dans la représentation vocale de sa féminité ou encore de son image en tant que personne transgenre. [...] L'objectif premier étant de rester soi-même » (Morsomme & Remacle, 2016, p. 338).

3.3. Efficacité de la thérapie

De nombreux auteurs ont montré que la prise en charge pour féminiser la voix était efficace, non-invasive, facilement implémentable et accessible (Davies et al., 2015; Kim, 2020; Nolan et al., 2019; Oates, 2019). Elle est d'ailleurs conseillée avant de tenter une chirurgie (Wylie et al., 2014).

Concernant le maintien du comportement moteur vocal féminin à long terme, selon Leyns et al. (2021), il existe une variabilité importante. Cela dépend en partie du nombre de séances dont la patiente a pu bénéficier et en partie de ses caractéristiques personnelles. Il reste des études à mener pour observer plus longitudinalement ce maintien et avec de plus grands laps de temps. Cela nécessite également que nous harmonisions les mesures d'objectivation de l'évolution vocale (acoustiques, perceptive et auto-évaluative).

Enfin, il est important de définir avec le·a patient·e ce que signifie une PES réussie. Arnold (2015) décrit par exemple des femmes qui féminisent moins leur voix afin de mieux la faire correspondre à leur âge, de ne pas trop changer leur identité vocale ou simplement de correspondre à leur goût. Si nous nous centrons uniquement sur des valeurs numériques telles que la hauteur tonale, il est possible que nous considérions qu'une voix ne rejoigne pas suffisamment la norme féminine, car nous la considérerions comme trop grave alors qu'elle convient parfaitement à le·a patient·e. Rappelons-nous que notre objectif reste toujours la satisfaction de le·a patient·e.

3.4. La chirurgie

Il existe différents types de chirurgies. Les deux plus connues étant : l'approximation crico-thyroïdienne (ACT) de Isshiki et al. (1983) et la glottoplastie de Wendler (1990).

Le but de l'ACT est d'augmenter la f_0 . Pour ce faire, le chirurgien bascule le cartilage thyroïde vers l'avant, ce qui l'abaisse également. Ensuite il bloque la jonction crico-thyroïdienne dans cette position pour augmenter la tension des plis vocaux.

Pour la glottoplastie de Wendler, il s'agit de suturer le tiers antérieur des plis vocaux pour diminuer leur zone de vibration. La patiente est alors obligée de fournir plus de pression sous-glottique pour initier la vibration cordale et il s'ensuit une augmentation de la f_0 . Elle est aujourd'hui favorisée car moins risquée et plus durable sur le long terme (Kelly et al., 2019).

Si une chirurgie est prévue, un suivi logopédique est conseillé afin d'éviter les dysphonies post-opératoires (Wylie et al., 2014). De plus, précisons que si la f_0 augmente effectivement grâce à la chirurgie, les autres paramètres vocaux ne changent pas (Kim, 2020) et le reste de la communication n'est donc pas féminisée.

Les résultats acoustiques obtenus et le taux de satisfaction des patientes relevés suite à l'une ou l'autre chirurgie sont très variables d'une étude à l'autre (Kelly et al., 2019; Matar et al., 2016; Van Damme et al., 2017). Van Damme et al. (2017) expliquent cela par le manque d'inclusion de groupes contrôles ou d'essais contrôlés randomisés au sein des études. Aussi, davantage d'observations de résultats à long terme sont nécessaires.

3.5. Évaluation

Pour toute prise en charge, il convient d'évaluer la voix en pré et post intervention (Morsomme & Remacle, 2016). Voici les tâches fréquemment retrouvées dans ces bilans :

- Une exploration du plan glottique par nasofibroscopie ou vidéo-laryngo-stroboscopie pour vérifier l'état laryngé (lésions éventuelles, comportement de forçage, anomalies structurelles).
- La prise de données acoustiques objectives :
 - Les valeurs de f_0 , NPS, du jitter et des fréquences de résonance (f_{R1}, f_{R2}, f_{R3}) sur 3 productions de /a/ (Dejonckere et al., 2001). Le jitter correspond à la régularité de la vibration laryngée entre chaque cycle de la f_0 . Il est considéré comme interprétable s'il est compris entre 1 et 3%. Les valeurs de références se situant entre 0 et 1%. Plus il augmente, et plus la voix sonne comme éraillée (Remacle et al., 2011).
 - Utilisation du phonétogramme : Selon Roubeau et al. (2004, p. 322), « Le phonétogramme permet d'étudier la dynamique vocale sur l'ensemble de

l'étendue en représentant le champ de liberté de l'instrument vocal suivant les deux paramètres : amplitude et fréquence ». Il fournit l'étendue fréquentielle et l'étendue d'intensité. Les données obtenues en Hertz sont généralement remises sur une échelle logarithmique, car cela correspond mieux à la façon dont nous percevons les sons que les hertz (Caron, 2015). L'unité de mesure de cette échelle est le demi-ton dont 12 unités forment une octave. Henton (1987) a créé cette formule pour convertir les hertz en demi-tons :

Équation 2 : Conversion Hertz en demi-tons.

$$\text{Nombre de demi-tons} = 39.86314 * \log_{10}(f_{0\max}/f_{0\min})$$

- Acoustic Voice Quality Index (AVQI) (Maryn et al., 2010). Objectivé grâce à Phonanium, un plug-in sur Praat (Maryn, 2017b, 2017c). Il prend en compte la phonation sur une voyelle tenue et la parole continue. Cette mesure semble présenter une meilleure précision diagnostique que le DSI (Uloza et al., 2017), en plus d'être plus écologique grâce à l'extrait de parole continue. Il est déterminé en calculant 6 marqueurs acoustiques :

- Shimmer local.
- Shimmer local dB.
- Harmonic to Noise Ratio (HNR) : le rapport harmonique/ bruit.
- Pente générale du spectre moyen à long terme.
- L'inclinaison de la droite de régression à travers le spectre.
- La proéminence du pic spectral (domaine fréquentiel).

Une note sur 10 est obtenue et ce score est considéré comme pathologique au-dessus de 3.07. Ce test conçu en néerlandais a montré son efficacité en français (Maryn et al., 2014). Pommée (2018) réétalonne le score seuil pathologique à 2.34 en actualisant cet étalonnage à la nouvelle version du script (v.03.01). Il effectue cet étalonnage avec des locuteurs francophones natifs et une parole continue prélevée sur le texte « Quand René périt » plutôt que « La bise et le soleil ».

- Les mesures aérodynamiques :

- Temps maximal phonatoire (TMP) : Il correspond au temps maximal en secondes pendant lequel un·e patient·e peut tenir un /a/. La norme se situe

entre 12 et 15 secondes. Ce paramètre est en lien avec le degré d'accolement des plis vocaux (Védrine, 2019).

- Le quotient phonatoire pulmonaire (QP) : Le TMP dépend de la capacité vitale pulmonaire (CV). Pour obtenir une donnée indépendante du volume pulmonaire, nous utilisons la formule $QP = (CV/TMP)$ afin d'obtenir le quotient phonatoire pulmonaire en mL/s (Védrine, 2019).
- Pression sous-glottique estimée (PSGE) : La pression sous-glottique (PSG) correspond à l'augmentation de pression sous les plis vocaux. La PSGE correspond à la pression intraorale juste avant la production du /p/. À ce moment, la PSG est égale à la PSGE. Cette valeur nous informe sur l'état du plan glottique (Mehta & Hillman, 2008). Nous surveillons, par exemple, ce paramètre après une glottoplastie de Wendler car il risque d'augmenter (Remacle et al., 2011).

- Les mesures subjectives :

- Échelles d'autoévaluation :
 - Voice Handicap Index (VHI) : C'est un questionnaire de 30 items portant sur les domaines de l'émotion, du physique et du fonctionnel (Jacobson et al., 1997). Il permet de détecter les troubles de la voix, mais est peu spécifique aux besoins des personnes trans*.
 - Trans Woman Voice Questionnaire validé en français (TWVQ) : Il s'agit d'un questionnaire prenant des informations sur la perception des femmes trans* concernant leur voix. Il est composé de 30 items auxquels il faut répondre sur une échelle de Likert à quatre modalités : « jamais ou rarement », « parfois », « souvent » ou « généralement ou toujours » (codés de 1 à 4). Ces items évaluent le lien entre la voix et le milieu social, les émotions, l'identité de genre ainsi que l'effort nécessaire pour émettre ses productions vocales, l'aspect physique de la production vocale et la hauteur de la voix (Morsomme et al., 2019). Il est adapté du « Transgender Voice Questionnaire » élaboré par Dacakis et al. (2013).
- GRBAS-I : C'est une échelle d'évaluation vocale utilisée par le clinicien notant chaque composante sur une échelle de 0 (normalité) à 4 (altération

maximale). Chaque composante évaluée correspond à une lettre de GRBAS-I (Hirano & McCormick, 1986).

G= grade, évaluation globale de la dysphonie. R= roughness, raucité. B= breathiness, aspect soufflé de la voix. A= asthenicity, hypotonie de la voix. S= strain, forçage. I= instability, instabilité du timbre.

Il est impératif d'observer attentivement le comportement moteur vocal, car les femmes trans* tentent parfois de féminiser leur voix seules. Non accompagnées, ces mécanismes de féminisation autodidactes peuvent être inadéquats et conduire à des lésions (Védrine, 2019).

Les tâches utilisées pour récolter ces données devraient varier. Changer le contexte de production change la voix. Il faudrait donc utiliser des tâches de discours spontané et semi-spontané, des voyelles soutenues et des lectures à voix haute (Davies, 2017).

4. Méthode Astudillo

Dans cette partie, nous allons décrire les origines, les fondements théoriques, les 2 voies de travail, ainsi que les piliers de la méthode Astudillo (Annexe 1). Toute cette partie est donc tirée du livre de Mariella Astudillo Ramírez (2019) et s'adresse uniquement à la féminisation vocale. Nous n'utilisons donc pas l'écriture non-genrée dans cette partie pour parler des clientes. Madame Astudillo travaille sans prescription médicale et ne parle donc pas de « patientes », mais bien de « clientes ».

4.1. Origines

La méthode Astudillo est une méthode de féminisation vocale créée par Mariela Astudillo en 2005 dans le cadre de son travail de fin d'études à la haute école de la ville de Liège. Elle l'a ensuite perfectionnée au fur et à mesure de sa pratique. Elle fonde sa méthodologie en s'inspirant de ses connaissances logopédiques, des rencontres avec ses patientes et de sa propre féminité pour y puiser les ressources nécessaires à la mise en place d'une telle prise en charge. Elle rapporte en effet ne pas avoir trouvé d'ouvrage traitant du sujet à l'époque.

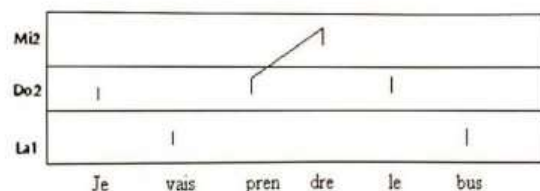
4.2. Fondements

Pour créer cette méthodologie, Madame Astudillo s'est inspirée, principalement de 3 techniques de prise en charge :

4.2.1. La thérapie Mélodique et Rythmée (TMR)

Créée par Van Eeckhout (1995), c'est une thérapie qui vise les personnes aphasiques ou ayant un trouble du langage oral acquis. Elle repose sur le fait de porter son attention sur la mélodie de la parole, c'est-à-dire l'accentuation, l'intonation et le rythme des productions et perceptions langagières. L'intérêt de cette méthode dans le cadre de la féminisation vocale est de permettre de différencier l'aigu, le grave et les médiums via l'auto-écoute, ainsi que de mettre en place une gymnastique laryngée qui sera renforcée par une proprioception impliquant voix et corps. L'objectif est de moduler la hauteur des productions et à varier la dynamique intonative. Il est recommandé de commencer par des phrases fonctionnelles, c'est-à-dire utilisées fréquemment dans le quotidien de la cliente, dans le but de généraliser l'utilisation de la technique à de plus nombreux contextes de vie. En pratique, la cliente va devoir produire des énoncés en suivant une courbe intonative (figure 3).

Figure 3 : Exemple d'énoncé travaillé en TMR pour varier les contours intonatifs (Astudillo, 2019).



4.2.2. Méthode Verbo-Tonale de Guberina (MVT)

Créée par Guberina (1964), cette méthode vise à améliorer le langage oral des personnes sourdes, ainsi que l'enseignement d'une deuxième langue pour les personnes entendant. Il s'agit d'une méthode de remédiation auditive par auto-ajustement et auto-analyse de ses productions. En outre, les praticiens modifient l'entourage phonétique des productions cibles pour influencer l'articulation par assimilation. Les thérapeutes utilisent les principes de cette technique en féminisation vocale pour éviter un surplus de tension lors de la gymnastique laryngée. À cette fin, le·a thérapeute construit des énoncés-exercices utilisant des voyelles et des consonnes relâchées (/ɛ/, /ẽ/, /a/, /ã/, /ɔ/, /õ/, /z/, /l/, /ʒ/, /r/, /g/, /ɲ/). Cette méthode est combinée avec la TMR.

4.2.3. Méthode Proprioceptive-Élastique (PROEL)

Créée par Borragán et al. (2008), c'est une méthode applicable à tous les types de dysphonies. Elle recherche l'élasticité musculaire et la détente afin d'atteindre un équilibre phonatoire.

Pour cela, les professionnels créent un déséquilibre au moyen de postures instables, de mouvements corporels amples et souples et de l'étirement des articulateurs. Cela permet de relâcher les tensions et d'arriver à une voix résonnante avec un moindre effort et donc d'éviter de se blesser. Un avantage secondaire supplémentaire pour la féminisation vocale est que la hauteur de la voix augmente en diminuant les tensions laryngées.

4.3. Les 2 voies de travail

4.3.1. La voie musculaire

Cette voie de travail vise à exercer la gymnastique laryngée en changeant dynamiquement la position du larynx et à travailler la musculature faciale et articulatoire. Cela permet d'alterner la production de fréquences hautes et basses en nécessitant moins d'efforts pour monter et descendre le larynx doucement. L'objectif est d'obtenir une voix claire et résonnante, et d'arriver à s'approprier une articulation et une position laryngée féminine. Cette voie est travaillée intensivement en début de prise en charge et sera ensuite abordée transversalement durant le reste de l'accompagnement vocal.

4.3.2. La voie mélodique/prosodique

L'objectif de ce travail est d'accentuer les contours intonatifs et de casser la monotonie fréquentielle. Pour cela, cette voie se fonde sur les caractéristiques de la voix féminine décrites précédemment. Elle vise donc le ralentissement et la variation du débit de la parole en allongeant les voyelles et les pauses. Elle permet également de diminuer le NPS, de fluidifier le discours, d'accentuer l'expressivité et de rechercher des résonances plus hautes et antérieures (augmenter les f_R).

4.4. Les 5 piliers

Il existe 5 piliers dans la prise en charge que Madame Astudillo considère comme essentiels.

4.4.1. Zone de confort

Les femmes trans* arrivent souvent en consultation avec une voix qu'elles ont tenté de féminiser elles-mêmes. Cette voix peut avoir ancré des mécanismes inadaptés qui amènent à une voix souvent faible en intensité, inconstante, rapide, sombre (avec des f_R basses ou moyennes) et monotone. Ces caractéristiques rendent cette modalité de parole peu fonctionnelle. Il est important de réussir à sortir de ces mécanismes via l'exagération et la personnalisation progressive de sa production. Il s'agit donc de quitter une zone de confort

inadaptée avec laquelle la femme trans* peine à communiquer pour parvenir à un résultat naturel et sonore. Cette voix naturelle et personnelle deviendra la nouvelle zone de confort.

4.4.2. Trois étapes : Imitation-Exagération-Naturel

L'imitation permet d'obtenir la voix désirée. Nous allons demander à la patiente de se référer à un modèle. Afin de solliciter la boucle audio-phonologique et pouvoir réajuster ses productions, le modèle, qui peut être le·a thérapeute ou la cliente elle-même, sera enregistré et les composantes à travailler seront isolées et exercées à l'étape suivante.

L'exagération consiste à demander ensuite à la patiente d'amplifier les composantes précédemment repérées de la production (articulation, mélodie, etc.) en s'aidant d'enregistrements réalisés par elle-même et d'un miroir.

Le naturel aide à la personnalisation vocale à partir de ces exagérations. La patiente va caractériser sa voix et se l'approprier pour stabiliser ses productions afin d'obtenir un résultat naturel.

4.4.3. Voix émotionnelle

Comme la voix, les émotions sont liées au corps. Quand une patiente vit une émotion, celle-ci va modifier des paramètres physiques (respiration, circulation sanguine, ...) et influencer la production vocale ainsi que le non-verbal. Il est important d'apprivoiser ces émotions et d'accepter celles ayant une valeur plus négative, car celles-ci font baisser la f_0 et rendent la voix bien souvent plus sombre (donc connotée plus masculine). Il faut en conséquence savoir caractériser cette voix modifiée et la travailler dans différents contextes émotionnels.

4.4.4. Concept de plaisir

La patiente doit être heureuse et se réjouir des changements vocaux qu'elle observe. En effet, les humains ont tendance à reproduire les actions qui leur ont apporté du plaisir et donc à mieux automatiser ces comportements.

4.4.5. Proprioception

La proprioception est la capacité à ressentir ce qui se passe dans son propre corps. Il est important de percevoir son corps, les actions et tensions qui s'y passent pour pouvoir les ajuster. Pour avoir une progression, les thérapeutes commencent par faire observer les sensations et les ressentis en faisant prendre conscience des organes impliqués dans la respiration, puis cette observation deviendra source de contrôle sur le corps. Le contrôle

permet la relaxation car la patiente devient alors capable de repérer ses tensions et, par conséquent, de les éliminer. Elle peut donc mesurer le stress qui joue un rôle sur ses organes phonateurs dans la vie quotidienne et elle pourra ainsi adapter ses comportements pour se préserver et compenser la fatigue ressentie. La proprioception va ici de pair avec l'auto-écoute et la stimulation de la boucle audio-phonatoire, car cela lui permet de comprendre les origines physiques de ses caractéristiques vocales. Cette compréhension permet de monitorer ses productions en temps réel pour modifier la façon dont elle veut être entendue.

Astudillo Ramírez (2019, p. 208) décrit les étapes par lesquelles nous pouvons accompagner la patiente, nous citons :

1. Percevoir la position du larynx dans le cou, visualiser le mécanisme vocal, localiser les vibrations des plis vocaux ;
2. Sentir et contrôler le mécanisme du diaphragme et le soutien de la voix, tout comme le processus respiratoire pendant la phonation et en position de repos ;
3. Contrôler et ajuster les résonateurs pour une meilleure pose de la voix et une articulation correcte des phonèmes ;
4. Écouter la voix et être capable de réajuster à travers la boucle audiophonatoire ses caractéristiques tant acoustiques (intensité, ton, couleur, ...) que physiques (réguler la tension musculaire impliquée dans la phonation).

5. Être son propre sujet de recherche

Dans le cadre de ce mémoire, j'endosse simultanément deux rôles : celui de chercheur et celui de participant. En effet, je suis le participant bénéficiant de la féminisation vocale et je contribue à la création du protocole expérimental visant à évaluer l'efficacité de cette féminisation vocale. En procédant de la sorte, nous nous rapprochons des concepts méthodologiques de la *self-study*, décrite comme un sous-type de recherche qualitative (Denzin & Lincoln, 2005). Cette méthodologie prend sa source dans la pédagogie. En pratique, les chercheurs suivant ce courant souhaitent analyser leur façon d'enseigner afin de pouvoir mieux guider les jeunes professeurs à améliorer leur enseignement. Pinnegar & Hamilton (2009, p.4) décrivent cette méthode comme étant, non seulement l'étude de « ce que l'on fait et pourquoi on le fait », mais également l'étude de « comment améliorer notre pratique ». LaBoskey (2004) définit cette démarche comme étant l'exploration de l'écart entre qui je suis et ce que je voudrais être. En d'autres termes, il s'agit de poser un état de fait sur

une situation pour chercher comment l'améliorer. En posant un regard sur soi, nous tentons surtout de poser un regard sur l'autre (Feldman et al., 2004). Taylor & Coia (2014, p.11), citent Kuzmic (2002) en écrivant « Kuzmic (2002) nous rappelle que lorsque nous étudions le soi à travers l'autoformation, nous allons au-delà du soi pour considérer nos étudiants et leurs perspectives » [traduction libre].

Cette démarche vise à mettre le professionnel dans une position d'agentivité et d'expériences vécues dynamiques par rapport aux processus d'apprentissage et de savoirs (Hamilton, 2004). Ainsi, lors de sa pratique, le professionnel est automatiquement en train d'apprendre (Webster-Wright, 2009). Encore faut-il conscientiser ces apprentissages. Il est intéressant de noter que c'est précisément ce que l'*Evidence Based Practice* (EBP4) nous invite à faire par son pilier « expertise clinique » en montrant l'intérêt des preuves internes (Maillart & Durieux, 2014).

Les auteurs (Samaras & Freese, 2009, p. 5 cités par Stanley & Conway, 2015), distinguent 5 caractéristiques qui définissent la méthode :

- Un objectif d'amélioration personnel et professionnel ;
- Réflexion et questionnement, habituellement internes, sont mis à jour et peuvent être discutés et partagés ;
- La « *self-study* » nécessite la validation et l'avis des autres pour examiner les questions de recherche, les méthodes et les résultats ;
- La « *self-study* » nécessite d'être ouvert, honnête et vulnérable pour se laisser un espace d'évolution ;
- La « *self-study* » entraîne une reconceptualisation de ce qu'est être professeur, ou un professionnel de façon générale, en quittant la posture hiérarchique fixe pour entrer dans une démarche plus collaborative.

En guise de synthèse, citons Pithouse-Morgan & Samaras (2015, p.16) :

En tant que chercheurs en auto-apprentissage, les professionnels comprennent que l'apprentissage commence avec le soi, mais ne s'arrête pas là. Ils identifient les questions qui les préoccupent, les rendent curieux et les passionnent et effectuent des recherches sur ces questions dans leurs propres contextes professionnels. Bien que les sujets de recherche soient divers, l'objectif commun est de remettre en question, d'approfondir et d'étendre les connaissances professionnelles dans le but de faire une différence qualitative dans la pratique professionnelle pour eux-

mêmes et pour les autres [traduction libre].

Parlons maintenant de la façon dont cette méthodologie nous a semblée adaptée pour cette étude. Un premier point à citer est que l'utilisation de l'auto-observation pour s'améliorer n'est pas quelque chose qui est resté confiné à l'enseignement. Dans le domaine de la logopédie, cette méthode a déjà, par exemple, été utilisée par Bechley et al. (2013) pour permettre à un patient aphasique d'utiliser des techniques d'auto-observation afin d'ajuster ses stratégies conversationnelles. Mariella Astudillo (2019), elle aussi, décrit avoir cherché en elle les éléments de féminité qui ont permis de prendre en charge les femmes trans* et utilise la proprioception (p.204) et les enregistrements des productions de sa cliente pour les adapter.

Deuxièmement, la *self-study* a également servi dans le cadre d'études visant à soutenir la communauté LGBTQIA+ en tentant de comprendre comment créer des espaces sécurisants, c'est-à-dire des espaces d'expression queer où les membres peuvent se sentir en sécurité morale et physique. Ce n'est donc, là non plus, pas une première (Taylor & Coia, 2014).

De façon générale, il semble important de se rappeler que le chercheur est toujours un outil de recherche, car toutes les données passent par sa subjectivité et ses sens (Wolcott, 2008). Cela impose un contrôle rigoureux de ses propres biais via l'intégration de plusieurs points de vue dans le processus de recherche (LaBoskey, 2004). Ces personnes ressources doivent être capables de critiquer les pratiques existantes et fournir un support tout en gardant une attitude constructive (Schuck & Russell, 2005).

6. Rehabilitation Treatment Specification System (RTSS)

Pour décrire cette prise en charge, nous utilisons le *Rehabilitation Treatment Specification System* (RTSS). Ci-dessous, nous expliquons brièvement les principes théoriques qui sous-tendent cette grille d'analyse et nous présentons ensuite en quoi elle nous semble pertinente. Le résumé proposé est principalement basé sur Hart et al. (2019) et Van Stan et al. (2019, 2021b).

L'approche RTSS est une méthode « *top-down* », c'est-à-dire une méthode fondée sur un cadre théorique pour imposer un cadre formel. Il se compose d'une structure tripartite qui englobe :

- I. Les « *Targets* » ou « cibles » en français : Ce sont des aspects spécifiques qui sont visés par la thérapie en vue d'un changement. Celles-ci incluent 3 composantes :

- a. Les « *Organ Functions* » ou « fonctions organiques » qui correspondent à un changement de fonctionnement ou d'efficacité d'un organe ou d'un groupe d'organes.
 - b. Les « *Skills and Habits* » ou « compétences et habitudes » qui tendent à modifier ou améliorer les compétences d'un individu par l'entraînement, les feedbacks et la répétition. Il en existe deux types (World Health Organization, 2001) :
 - i. Les « *Function-like skills* » ou « habilités fonctionnelles » relatives à une fonction corporelle qui s'améliore (p. ex. lancer un objet).
 - ii. Les « *Activity-like skills* » ou « habilités sectorielles » relatives à des activités spécifiques qui ont nécessité un apprentissage (p.ex. lancer une balle de basket dans un panier).
 - c. Les « Representations » ou « représentations » qui correspondent aux changements liés à la cognition, aux affects, à la motivation et aux comportements volitionnels sur les représentations mentales d'un individu.
- II. Les « Ingredients » ou « ingrédients » qui sont relatifs à ce qui est mis en place pour créer un changement.
- III. Les « Mechanism(s) of action » ou « mécanisme d'action » qui visent la manière dont les ingrédients vont affecter les cibles. Ceux-ci peuvent être connus, mais ils ne sont souvent que des hypothèses.

Ce système tripartite vise à décomposer, analyser et comprendre les composantes utiles pour parvenir à atteindre un objectif (« aim »), c'est-à-dire un objectif distal qui correspond, du moins en partie, à la demande initiale du·la patient·e (p. ex. être perçue de manière plus féminine), mais qui peut se composer de plusieurs cibles (p. ex. parler dans une tonalité plus aiguë, moins fort...).

Un autre concept important de ce système est la volition qui correspond peu ou prou à l'effort produit par la personne qui reçoit le traitement. Ceci permet de distinguer l'efficacité des ingrédients qui visent spécifiquement une cible du traitement et ceux qui soutiennent l'adhérence thérapeutique et la capacité du·la patient·e à réaliser correctement les exercices qui lui sont proposés (relatifs à la volition). Ce deuxième type d'ingrédients participe également au succès du traitement (Whyte et al., 2019).

Cette subdivision en cibles visées par des ingrédients et leur mécanisme d'action permet aux chercheurs et cliniciens de réagir si les résultats de la PES ne sont pas suffisants. À la place de désigner la thérapie comme entièrement inefficace, les thérapeutes peuvent :

- Augmenter les doses des différents ingrédients ;
- Changer les ingrédients alloués à certaines cibles ;
- Ajouter des cibles ;
- Postuler que les liens entre le système tripartite sont incorrects.

De plus, utiliser ce vocabulaire transdisciplinaire permet de décrire plus adéquatement les facteurs importants à prendre en compte dans la PES. Selon Van Stan et al.(2019), ce système de description et spécification des traitements a plusieurs avantages :

- Augmente la probabilité de faire passer un traitement expérimental à la clinique avec succès ;
- Améliore la répliquabilité ;
- Harmonise le vocabulaire et permet de regrouper des concepts communs auparavant désignés avec de multiples termes. Cela permet de faire des comparaisons plus justes entre les prises en soin ;
- Autorise des synthèses et des méta-analyses plus valides fondées sur des données mieux uniformisées et plus nombreuses.

En outre, au niveau clinique, cela peut également soutenir l'EBP₄ (Hart et al., 2019) :

- En permettant au clinicien de justifier ses choix thérapeutiques ;
- En l'aidant à établir des relations de cause à effet, ou du moins à corréler un comportement thérapeutique et une réponse clinique et ainsi de moins travailler à l'aveugle ;
- En l'aidant à poser des choix entre différentes méthodes en fonction des caractéristiques du·la patient·e et du·la thérapeute, en étant informé par les ingrédients et les interactions que ceux-ci peuvent avoir avec les variables du contexte thérapeutique ;
- En établissant des théories plus générales et transdisciplinaires, ce qui bénéficie à la communauté scientifique.

Ce système a récemment été spécifié pour s'adapter plus finement à la réhabilitation vocale et donner une terminologie commune à laquelle se référer pour décrire les recherches (Van Stan

et al., 2021a). Une étude a déjà employé cette méthodologie dans le cadre d'un travail avec une femme trans* dans le but de décrire l'effet d'un biofeedback ambulatoire sur l'acquisition de patterns vocaux féminins (Morsomme & Remacle, 2021).

Le RTSS est un outil très intéressant pour souligner les spécificités propres à des méthodes de traitement. Néanmoins, d'autres auteurs pensent qu'il existe des principes communs à tous les apprentissages moteurs et que ceux-ci renseignent sur la façon dont les apprentissages et les rééducations peuvent être soutenus. C'est ce que nous développons ici.

7. Apprentissage moteur et MLCF

Dans la suite de ce travail, nous tentons de dégager quelques ingrédients actifs de la méthode Astudillo. Les ingrédients actifs sont les composants d'une thérapie qui sous-tendent son efficacité. Ils se divisent en deux sous catégories : les ingrédients propres à la technique qui portent sur ce que l'on enseigne et les ingrédients qui portent sur la façon dont on va transmettre ces techniques. Ces dernières sont moins propres à la méthode employée et renvoient notamment à la nature de l'apprentissage moteur (Eastwood et al., 2015; Mathieson, 2013).

Nous présentons succinctement une théorie de l'apprentissage moteur pour nous éclairer sur les mécanismes en jeu lors de cette féminisation vocale. Nombre des études présentées sont tirées de la littérature scientifique de la médecine du sport et de la kinésithérapie. Nous ne pouvons donc certainement pas faire une translation parfaite de ces concepts à la logopédie de la voix. Néanmoins il nous semble pertinent de les mobiliser dans la mesure où la phonation est un acte moteur. Il reste néanmoins à éprouver ces modèles dans notre champ d'activité.

L'apprentissage moteur est souvent séparé en deux phases : « prepractice » et « practice » que nous traduisons ici par « prépratique » et « pratique » (Schmidt et al., 2018). La prépratique correspond au temps passé ensemble entre le·a patient·e et le·a thérapeute afin de travailler à l'apprentissage supervisé des exercices. Le but est de créer un comportement moteur optimal de référence (Adams, 1971) que le·a patient·e peut reproduire par iel-même dans de bonnes conditions (Maas et al., 2008). La pratique renvoie aux moments hors des séances de PES où l'apprenant·e s'entraîne en se référant à ce qui a été vu lors de la prépratique. Plusieurs facteurs composent la prépratique :

- La motivation, qui consiste à transmettre l'importance des exercices proposés (Maas et al., 2008) et mettre en place les objectifs à plus ou moins long terme (McNeil, 2009)

afin de soutenir l'adhérence thérapeutique et la phase de pratique (Schmidt et al., 2018).

- L'information verbale qui prend la forme d'instructions ou d'explications. La différence étant que les instructions sont de formes plus impératives. Cela recouvre également l'entraînement perceptif. Ces trois composantes visent à mieux comprendre le mouvement-cible afin de pouvoir le produire adéquatement par la suite (Schmidt et al., 2018).
- Le modeling, quant à lui, montre au·la patient·e le comportement moteur à produire. Il permet au·la patient·e d'observer les composantes motrices difficilement verbalisables (Granados & Wulf, 2007; McNeil, 2009; Ram et al., 2007)
- Les tentatives aident le·a patient·e à se familiariser avec le comportement moteur visé. Le comportement moteur vocal (CMV) se travaille avec peu ou pas de guidance sur l'entièreté du mouvement ou une partie de celui-ci (Madill et al., 2020).
- Les feedbacks (FB) invitent le·a clinicien·ne à faire un retour sur le geste réalisé par l'apprenant·e, en direct ou en différé, pour guider cette production motrice vers le résultat escompté (Maas et al., 2008). Ceux-ci peuvent porter sur le résultat, sur les conséquences de la production (KR= Knowledge of result → CR= connaissance du résultat [traduction libre]) ou sur la façon dont le comportement moteur a été réalisé (KP=knowledge of performance → CP= connaissance de la performance [traduction libre]) (Steinhauer & Grayhack, 2000). Les feedbacks CP peuvent être descriptifs (p. ex. ton larynx est haut) ou prescriptifs (p. ex. abaisse ton larynx) (Oppici et al., 2021). Oppici et al. (2021) ont réalisé une revue systématique de la littérature sur l'efficacité relative de ces deux types de feedback et sur la manière de les réaliser. Les CP seraient généralement plus efficaces, tout en admettant qu'une combinaison des deux types de feedback serait complémentaire. Aucun consensus ne se dégage de cette revue systématique, plutôt des recommandations.

Ce cadre méthodologique nous enseigne qu'une plus grande charge cognitive lors de la production motrice favorise la rétention à long terme (Guadagnoli & Lee, 2004; T. D. Lee et al., 1994). Cependant, selon le niveau initial du·la patient·e, il peut être pertinent de diminuer la charge cognitive de l'apprentissage afin d'accélérer l'acquisition la production cible et de diminuer les erreurs. En effet, l'apprentissage en lui-même est déjà une tâche exigeante cognitivement (Guadagnoli & Lee, 2004; Wulf & Shea, 2002). Pour ce faire, nous pouvons utiliser des moyens plus implicites (Buszard & Masters, 2017; Masters, 1992;

Poolton et al., 2016; Verdolini-Marston & Balota, 1994) comme l'utilisation d'analogies ou la modification du contexte physique de production (p. ex. posture ou augmentation du retour auditif en produisant la voix contre un mur) (Araújo et al., 2004; Davids, 2010) et montrer le geste au lieu de fournir des explications verbales (Beek, 2000; Hodges & Franks, 2002).

En conclusion, en logopédie, il nous semble important d'identifier et de différencier les attitudes et comportements qui réfèrent au modèle de l'apprentissage moteur. Ceci afin de séparer les ingrédients actifs qui relèvent de l'attitude thérapeutique, de ceux qui relèvent d'une méthode. L'objectif étant d'améliorer notre clinique en diminuant l'écart entre la théorie et la pratique appliquée sur le terrain comme cela a pu être observé par exemple chez les coachs de football (Potrac et al., 2007; Williams & Hodges, 2005). Madill et al. (2020), proposent une grille d'observation intitulée *Motor Learning Classification Frame* (MLCF). Elle vise à décrire nos comportements thérapeutiques lors de la rééducation vocale afin que l'on puisse, dans les études, séparer la méthode évaluée des comportements propres au la thérapeute qui applique cette méthode.

Résumé partie théorique

Cette étude s'intègre dans un contexte théorique en constante évolution et où il existe encore peu de consensus forts. Nous allons rappeler ici les points importants à prendre en compte pour comprendre la conception de cette expérience.

La féminisation vocale est une prise en soin logopédique de plus en plus étudiée. Les femmes trans* sont les bénéficiaires les plus courantes de cette thérapie vocale. Les personnes trans* sont des personnes qui ne s'identifient pas au genre qui leur a été assigné à la naissance. Parmi les personnes trans* et dans le milieu artistique, il existe une demande de féminisation vocale qui ne soit pas permanente, chez les personnes non-binaires ou les acteurs par exemple. La prise d'œstrogène ne modifie pas la physiologie laryngée et le changement vocal ne peut donc être atteint que par un changement du comportement moteur vocal ou à la suite d'une intervention chirurgicale.

La PES logopédique a plusieurs cibles : augmenter la hauteur tonale, diminuer l'intensité vocale, éclaircir le timbre en augmentant la résonance et amplifier la prosodie. La modification de la prosodie consiste en : l'allongement des voyelles et des pauses ; le ralentissement du débit de parole ; l'exacerbation des contours intonatifs en augmentant la palette de fréquences balayées dans la parole continue. La méthode de féminisation vocale la plus étudiée actuellement est celle de Mariella Astudillo. Celle-ci se base sur un travail en double voie : musculaire et prosodique. Au-delà de la féminisation vocale, cette PES vise à féminiser la communication dans son ensemble. Cette thérapie montre des preuves d'efficacité, mais avec une grande variabilité interindividuelle.

Pour permettre d'obtenir des informations par rapport à l'alternance des CMV, des nécessités éthiques ont fait que le mémorant soit son propre sujet d'étude. Cette configuration se rapproche de la « self-study » qui est un concept étudié en pédagogie. Son intérêt réside dans la mise en lien de ce que nous faisons à comment et pourquoi nous le faisons. Nous pouvons donc intégrer les preuves internes issues du pilier expertise de l'EBP4. Ainsi, l'implication personnelle du chercheur dans l'objet de son étude n'est plus tant une source de biais qu'un apport de diversité susceptible d'apporter des informations complémentaires.

Pour décrire cette étude nous allons utiliser une double grille de lecture. D'abord la MLCF qui se base sur la théorie de l'apprentissage moteur pour observer les ingrédients actifs qui se retrouvent dans toutes les rééducations motrices. Ensuite, le RTSS pour tenter de faire émerger les cibles, les ingrédients actifs et les mécanismes d'actions spécifiques à la méthode utilisée. Cette double analyse vise à faciliter la répliquabilité de l'expérience ainsi que le passage de la recherche à la clinique.

En conclusion, il existe un manque important de données concernant les féminisations vocales non-permanentes. Les méthodologies impliquées dans cette étude sont, en conséquence, parfois peu conventionnelles, mais nous avons essayé d'utiliser le plus d'outils possibles afin de prendre de la distance avec le sujet et diminuer les risques de biais tout en profitant de la richesse offerte par cette méthodologie.

Méthodologie

1. Considérations éthiques

Cette étude a reçu l'approbation du Comité d'Éthique de la Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation de l'ULiège le 4 septembre 2021, ainsi que celle du Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire de l'ULiège le 18 novembre 2021 au numéro B7072021000074.

2. Déroulement général de l'étude dans le temps

Avant d'entrer dans une description précise des outils, des méthodes et du matériel utilisés, voici une représentation schématique et chronologique du protocole expérimental en figure 4:

Figure 4 : Plan de l'expérience.

| Semaine ¹ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---------------------------|------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|------------------|
| Voix ² | ♂ | ♂ | ♂ | ♂ | ♀ | ♀ | ♀ | ♀ | ♀ | ♀ | ♀ |
| Évaluation ³ | M1 ^{3'} | | | | | | | | | | F1 ^{3'} |
| Intervention ⁴ | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |

| Semaine ¹ | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Voix ² | ♀ | ♀ | ♂ | ♂ | ♀ | ♀ | ♂ | ♂ | ♀ | ♀ | ♂ | ♂ |
| Évaluation ³ | | F2 | | M2 | | F3 | | M3 | | F4 | | M4 |

Légende figure 4 :

1. Semaine : correspond à la durée en semaines de l'étude.
2. Voix : correspond à la modalité « genre » de la voix utilisée en fonction de la semaine.
3. Évaluation : correspond aux différents moments durant lesquels seront enregistrés les échantillons vocaux et pendant lesquels les différentes mesures ont été prises. Les M correspondent à celles prises avec une voix masculine et les F à celles prises avec une voix féminine.
3' : Temps d'évaluation : mesure ou temps d'une évaluation. M= mesure en voix masculine, F= mesure en voix féminine.
4. Intervention : correspond aux 10 semaines de prise en charge avec Mariela Astudillo exprimées en chiffres romains.

Interprétation de la figure 4 :

Ce tableau se lit comme une ligne du temps.

La première semaine correspond à la mesure pré-intervention en voix masculine, ce qui correspond à la mesure M1.

Après cette première semaine, j'ai entamé les séances de féminisation vocale qui ont duré 10 semaines. À la fin de ces 10 semaines, le niveau optimal de féminité vocale devait être atteint. Ce niveau est donc la mesure de référence en voix féminine, notée F1.

En tant que participant, j'ai continué durant 2 semaines à parler avec une voix féminine et nous avons effectué une mesure au terme de celles-ci afin d'observer si ma pratique de la voix féminine sans séance logopédique restait stable ou non. Cette mesure a été notée F2.

J'ai ensuite repris l'usage de ma voix masculine durant deux semaines. Nous avons relevé des mesures (M2) à la fin de ces deux semaines.

J'ai ensuite adopté un comportement moteur vocal féminin durant deux semaines. Cette voix féminine au moment F3 a été évaluée à la fin de ces deux semaines.

J'ai ensuite utilisé la modalité voix masculine pendant 2 semaines et nous avons réitéré les mesures au moment M3.

J'ai utilisé enfin la modalité voix féminine pendant 2 semaines. Les mesures F4 ont été les dernières effectuées en voix féminine.

Enfin, j'ai reparlé avec ma voix masculine pendant deux semaines avant que nous relevions les dernières mesures en voix masculine (M4).

Cette expérience a donc duré 23 semaines, dont 10 durant lesquelles j'ai parlé avec une voix masculine et 13 avec une voix féminine. Pendant 10 semaines, j'ai suivi la prise en charge de féminisation vocale avec Mariela Astudillo, dont les 3 premières semaines en maintenant la voix masculine et les 7 suivantes en adoptant la voix féminine. La PES a commencé le 7 février 2022 et s'est terminée le 11 avril. L'expérience dans son ensemble s'est étalée entre le 1^{er} février 2022 et le 4 juillet 2022 (Annexe 2).

3. Objectifs et hypothèses

Quatre questions de recherche ont été formulées :

- Un comportement moteur vocal féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ?
- Les paramètres acoustiques de la voix masculine, utilisée après la féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine utilisée pré-intervention ?
- Le comportement moteur vocal féminin se maintient-il après des interruptions de son utilisation ?

- Quelles descriptions proprioceptives, nourries par des connaissances en logopédie et en chant, pouvons-nous faire lors de l'utilisation d'un comportement moteur vocal féminin sur un larynx mâle ?

Prenons ces questions de recherche pour décrire les mesures que nous utilisons afin d'obtenir des éléments de réponses.

Pour répondre à la première question et vérifier si les paramètres d'un CMV féminin étaient acquis chez le participant, nous avons comparé l'entièreté des mesures en CMV masculin avec celles en CMV féminin. Nous avons posé l'hypothèse que ces valeurs seraient significativement différentes.

Pour répondre à la seconde et vérifier le maintien des paramètres du CMV masculin après féminisation, nous avons comparé entre elles les mesures M1, M2, M3 et M4. Nous avons posé l'hypothèse que ces valeurs seraient stables dans le temps, et que donc l'hypothèse nulle ne serait pas rejetée.

De même, pour répondre à la troisième interrogation et voir si les paramètres féminins se maintenaient dans le temps, nous avons comparé les mesures F1, F2, F3 et F4. Nous avons posé l'hypothèse que ces valeurs seraient, elles aussi, stables dans le temps.

Ayant observé des différences entre le temps d'évaluation en CMV féminin, nous nous sommes interrogé sur la fiabilité de la réponse à notre première hypothèse. Nous avons alors analysé statistiquement le temps M4 face à F4 afin de comparer cette mesure à l'analyse de M_{tot} face à F_{tot} précédemment réalisée.

Les mesures comparées sont : la hauteur tonale (f_0) ; la variation de la hauteur tonale en parole continue (sd_f_0) ; les fréquences de résonance des premier, deuxième, troisième et quatrième formants ($f_{R1}, f_{R2}, f_{R3}, f_{R4}$) ; la fréquence de résonance moyenne (f_{Rmoy}) ; le niveau de pression sonore (NPS) ; la variation du niveau de pression sonore en parole continue (sd_NPS) ; et la longueur des voyelles (Tvoy). Ces paramètres ont été extraits à partir de 4 tâches : des /a/ tenus ; le texte « Quand René périt » (QRP) ; la scénette de Delattre ; et le discours semi-spontané sur les 6 images de Hallin. Nous avons également observé l'étendue vocale estimée (EVE). Enfin nous avons comparé l'AVQI aux différents temps d'évaluation et par rapport à sa valeur de référence.

Nous testons une quatrième question d'ordre qualitatif. Pour y répondre, nous avons décrit subjectivement l'expérience en développant les freins et les soutiens qui ont entouré cette

plongée dans la pratique d'un CMV féminin. De plus, nous avons comparé l'échelle d'autoévaluation vocale du TWVQ et nous avons comparé proprioceptivement les deux CMV. Notre souhait est de décrire l'expérience de cet apprentissage, et ce afin de tenter de faire un parallèle avec le contexte d'évolution de personnes qui bénéficient de ce suivi. L'objectif est donc de mieux envisager le vécu de nos patient·es même si nous sommes conscient que la brièveté de l'expérience, le contexte méthodologique et les facteurs intrinsèques propres aux individus et à la transidentité ne nous permettent pas de faire des équivalences entre leur vécu et le nôtre.

4. Populations

4.1. La logopède

La logopède en charge de la prise en soin est Mariela Astudillo Ramírez. Elle est la créatrice de la méthode Astudillo de féminisation vocale (Astudillo, 2019). Elle utilise cette méthode et la perfectionne depuis 2005 et a traité de nombreuses femmes trans* à l'international. Elle pratique la plupart de ses consultations en télépratique et a fait de même pour cette étude. Dans le domaine de la voix, quelques études ont montré que cette modalité de PES était aussi efficace que des séances en présentiel (Feng-Chuan et al., 2020; Fu et al., 2015; Liu et al., 2021; Morsomme et al., 2021; Rangarathnam et al., 2015; Towey, 2012). Elle a suivi le participant que je suis durant 10 séances hebdomadaires d'approximativement 25 minutes, de la semaine 2 à la semaine 11 du protocole expérimental.

Application du RTSS :

Nous décrivons ici la PES en utilisant la terminologie du *RTSS-Voice Target* et *RTSS-Voice Ingredients* (Van Stan et al., 2021a). Cette description est partielle et peut être soumise à des biais car les séances n'ont pas été filmées. En effet, nous avons respecté le souhait de la logopède de ne pas exposer son travail de cette façon. Les bases théoriques de cette classification ont été expliquées p. 24. Une description complémentaire suivant le canevas de Van Stan et al. (2021a) est proposée (Annexe 3).

Tableau 1 : Méthode Astudillo selon le RTSS.

| Cibles | | Ingrédients | |
|--|--------------------------|--|---|
| Quoi/ de quelle façon ? | Groupe | Ingrédient | Paramètres de dosage |
| 1. Diminuer le NPS conversationnel | Compétences et habitudes | <ul style="list-style-type: none"> - Donner des feedbacks verbaux CP prescriptifs de la part de Mariella Astudillo pendant la production du participant - Donner des opportunités de pratique vocale sur des voyelles tenues et de la parole continue (lecture de texte puis parole spontanée). | <ul style="list-style-type: none"> - En prépratique, entre 3 et 8 fois par séance. Surtout pendant les 4 premières semaines de PES. - En prépratique et en pratique. Chaque fois que le participant utilise le CMV féminin. |
| 2. Augmenter la hauteur tonale conversationnelle | Compétences et habitudes | <ul style="list-style-type: none"> - Donner des feedbacks verbaux CP prescriptifs de la part de Mariella Astudillo pendant la production du participant - Donner des feedbacks visuels par VoiceTools pendant la production - Donner des opportunités de pratique vocale sur des voyelles tenues et de la parole continue (lecture de texte puis parole spontanée) | <ul style="list-style-type: none"> - En prépratique, entre 5 et 15 fois par séance. Chaque fois que c'est nécessaire, donc de moins en moins. - Chaque fois que le participant fait des exercices pendant la pratique, donc tous les jours pendant les premières semaines. - En prépratique et en pratique. Chaque fois que le participant utilise le CMV féminin. D'abord en exagérant puis en cherchant plus de naturel. |
| 3. Augmenter l'amplitude tonale | Compétences et habitudes | <ul style="list-style-type: none"> - Donner des opportunités de pratique vocale sur des voyelles tenues en sirène | <ul style="list-style-type: none"> - En prépratique et en pratique. Chaque fois que le participant fait une sirène. Entre 15 et 25 par séance de PES les 5 premières semaines. |
| 4. Augmenter la modulation de la hauteur tonale | Compétences et habitudes | <ul style="list-style-type: none"> - Donner des feedbacks verbaux CP descriptifs et prescriptifs de la part de Mariella Astudillo pendant et après la production du participant - Donner des feedbacks visuels par VoiceTools pendant la production - Donner des opportunités de pratique vocale sur de la parole continue (lecture de texte puis parole spontanée) | <ul style="list-style-type: none"> - En prépratique, entre 3 et 8 fois par séance. Chaque fois que c'est nécessaire, donc de moins en moins. - Chaque fois que le participant fait des exercices pendant la pratique, donc tous les jours pendant les premières semaines. - En prépratique et en pratique. Chaque fois que le participant utilise le CMV féminin. D'abord en exagérant puis en cherchant plus de naturel. |

| | | | |
|--|--------------------------|--|--|
| 5. Antérioriser et éclaircir la résonance. La placer plutôt au niveau oral. | Compétences et habitudes | <ul style="list-style-type: none"> - Donner des feedbacks verbaux CP prescriptifs de la part de Mariella Astudillo après la production du participant. Les consignes principales étaient : "ouvre plus la bouche" et "lève les sourcils" - Donner des opportunités de pratique vocale sur des voyelles tenues et de la parole continue (lecture de texte puis parole spontanée). | <ul style="list-style-type: none"> - En prépratique, entre 3 et 8 fois par séance. Chaque fois que c'est nécessaire, donc de moins en moins. - En prépratique et en pratique. Chaque fois que le participant utilise le CMV féminin. |
| 6. Augmenter les connaissances sur la féminisation vocale. | Représentations | <ul style="list-style-type: none"> - Pourvoir des ingrédients volitionnels en donnant des opportunités de discuter et en fournissant des informations sur la féminité, les objectifs de ses exercices | <ul style="list-style-type: none"> - 2 fois. Lors de la première et de la dernière séance |
| 7. Changer les croyances et représentation de la féminité | Représentations | <ul style="list-style-type: none"> - Pourvoir des ingrédients volitionnels en invitant à observer la communication des femmes de l'entourage du sujet. - Faire rédiger un journal de bord au participant où celui-ci note ses ressentis et difficultés liés à sa voix féminine et à son utilisation | <ul style="list-style-type: none"> - 1 fois lors de la 7ème séance. - Rédigé hebdomadairement, la veille de la séance de PES. |
| 8. Augmenter la motivation et les opportunités d'utilisation de la voix féminine | Compétences et habitudes | <ul style="list-style-type: none"> - Pourvoir des ingrédients volitionnels en créant l'habitude d'envoyer des extraits audios via une messagerie électronique. - Pourvoir des ingrédients volitionnels en mettant en place des objectifs entre les séances. | <ul style="list-style-type: none"> - Tous les jours pendant les 7 premières semaines. - 1 fois. Donne l'objectif de ne plus descendre en-dessous de 200Hz sur une lecture exagérée en observant VoiceTools. |

Note : VoiceTools est une application mobile indiquant la hauteur tonale de phonation en temps réel via un tracé dynamique (Annexe 4).

Application MLCF

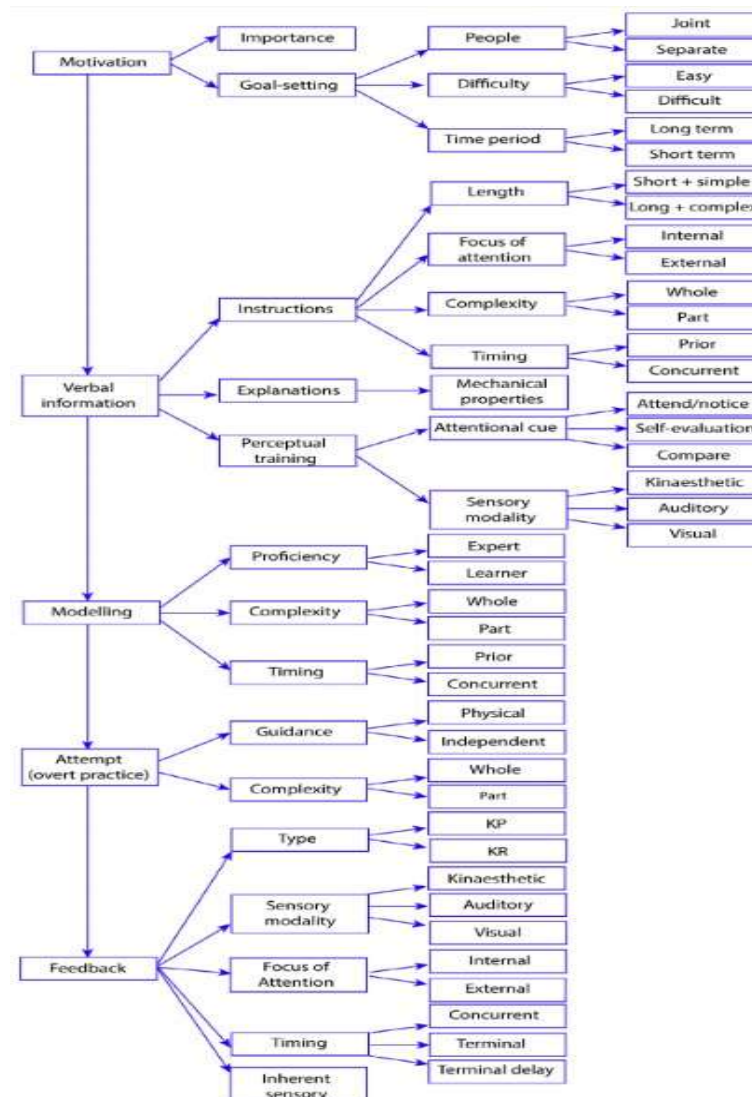
Nous appliquons maintenant la *Motor Learning Classification Framework* proposée par Madill et al. (2020) afin d'analyser la PES sous l'angle de l'apprentissage moteur. Les bases théoriques de cette grille d'analyse ont été données p. 26.

Une réelle cohérence existe entre la théorie de l'apprentissage moteur et la PES proposée par Mariella Astudillo. En effet, dès la première séance, sans utiliser les termes de « prépratique » et de « pratique », elle a insisté sur la régularité d'une pratique rigoureuse à réaliser en-dehors des séances pour obtenir un résultat satisfaisant. Elle a rappelé cette « règle » de base fréquemment.

Comme précédemment envisagé dans l'application du RTSS, une discussion WhatsApp a été proposée pour favoriser l'adhérence thérapeutique pendant la phase de pratique. Elle servait également à échanger des informations pratiques comme le changement d'horaire des rendez-vous.

La grille MLCF nous invite à analyser les interactions thérapeute-participant afin d'observer les variables manipulées par le·a clinicien·ne pour favoriser l'apprentissage moteur (Figure 5).

Figure 5 : Motor Learning Classification Framework (Madill et al., 2020, p. 807).



Légende figure 5 : Les principales variables apparaissent à gauche du modèle et sont ordonnées chronologiquement. À droite de ces variables se trouvent des classifications de la manière dont ces variables peuvent être spécifiées. Note CR, connaissance des résultats ; CP, connaissance de la performance. [traduction libre]

Tableau 2 : Application de la MLCF aux variables de l'apprentissage moteur.

| Variable | Types | Description |
|---------------------------------|---|--|
| 1. Motivation | Transmettre l'importance de la pratique | Elle le fait et le répète régulièrement de manière à permettre d'intégrer l'idée que la pratique est ce qui permet de faire avancer le travail vocal. |
| | Fixer des objectifs | Elle fixait des objectifs individuels dans la zone proximale de développement du sujet. Ils étaient donc faciles d'exécution, mais avec de grandes marges d'amélioration. De nouveaux objectifs étaient donnés chaque semaine. Exemple : « Pour la prochaine séance, tu dois être capable de lire ce texte sans descendre en dessous de 200 Hz en contrôlant avec VoiceTools » Ou « Pour la prochaine séance, j'aimerais que tu m'envoies des audios tous les jours sur WhatsApp en faisant tels exercices. » |
| 2. Informations verbales | Instructions | Longues et complexes lors de la première séance, elles sont fournies par écrit avant de débiter les exercices pour pouvoir les relire lors de la pratique. Les instructions deviennent de plus en plus courtes et simples au fur et à mesure de l'avancée de la prise en soin. Le focus attentionnel est principalement interne, Madame Astudillo demande de se concentrer sur le CMV et non sur le résultat acoustique. Post production, elle demande d'écouter le résultat et de l'évaluer (focus attentionnel extérieur). |
| | Explication | Elle fournit peu d'explications sur les propriétés mécaniques du CMV féminin. Elle prend en revanche le temps de donner des explications sur les concepts de l'essence de la féminité. |
| | Entraînement perceptif | Mariela Astudillo a attiré ponctuellement mon attention sur certaines composantes physiques qu'elle considérait insuffisamment sollicitées (p. ex. les sourcils trop bas ou la bouche trop fermée). |
| 3. Modelage | Par Mariella Astudillo | Elle est experte dans la féminisation vocale et y compris dans la sienne, c'est-à-dire qu'elle maîtrise sa propre voix et donne des modèles de bonne qualité. Imiter ses modèles dès le premier essai est donc assez complexe. Elle modèle souvent des parties de tâches plutôt que des tâches complètes. Ses modèles précédaient toujours mes essais. |
| 4. Feedback | Par Mariela Astudillo en prépratique | Elle fournit des feedbacks de type CR et CP prescriptifs verbaux avec un focus attentionnel interne. Ils sont généralement donnés directement après la production. Si celle-ci ne correspond pas aux attentes de la clinicienne, elle interrompt la tâche pour fournir un feedback pendant l'exercice. |
| | Par Mariela Astudillo en pratique | Un feedback par WhatsApp de type CR et focus attentionnel externe basé essentiellement sur la production acoustique et peu sur la proprioception. Celui-ci était sous forme d'un message audio, avec un délai de 10 minutes. |
| | Par VoiceTools | Cette application mobile conseillée par la clinicienne indique en temps réel la hauteur tonale par un tracé (Annexe 4). Il s'agit de feedbacks concourants sous forme visuelle avec un focus attentionnel externe. |

4.2. Le participant

Le mémorant est le participant qui a bénéficié des séances de féminisation vocale. Âgé de 22 ans et étudiant en Master 2 logopédie à l'université de Liège, en finalité Voix, je suis passionné par la voix et plus particulièrement par le chant. J'ai fait du chant variété en académie pendant 3 ans et je suis maintenant des cours en chant lyrique depuis septembre

2019. Je suis baryton de tessiture. Je suis également bilingue français (langue maternelle)/anglais et je n'ai jamais fumé. Je suis intéressé par la féminisation vocale et j'aimerais accompagner des personnes transgenres dans leur transition vocale. Aussi, apprendre à féminiser ma voix et me familiariser aux mécanismes (CMV) qui sous-tendent cet apprentissage sert ma curiosité scientifique et mon souhait d'apporter le meilleur traitement en clinique.

Du point de vue de l'étude : elle n'aurait pas pu être faite avec une femme trans* à cause du préjudice social et psychologique que causerait le retour à une voix masculine. Dans le cas d'un participant étudiant en M2, le retour en voix masculine ne représentait pas les mêmes enjeux. Il s'agissait donc pour moi, participant et étudiant en logopédie, de tester une technique et de voir si elle pouvait être suggérée à certaines personnes en recherche de féminité ou masculinité vocale pour des raisons personnelles ou professionnelles.

Je souhaitais en tant que participant savoir si je serais capable d'enseigner la technique à des femmes trans* dans le cadre de consultations pour féminisation vocale. Le postulat était que le fait d'être proche de l'expérience vécue me permettrait d'acquérir et de transmettre plus facilement le CMV recherché.

Cette expérience a pu avoir lieu notamment parce que je dispose d'un environnement soutenant qui a compris ma démarche. Je ne craignais pas les répercussions sociales sachant que l'expérience se déroulerait dans une fourchette temporelle précise et qu'il ne s'agissait pas pour moi de maintenir le comportement moteur vocal féminin en permanence. Grâce au chant, j'explorais déjà depuis quelques années mes possibilités vocales dans les fréquences graves comme aiguës. J'ai également suivi la formation ESTILL© qui vise à identifier, percevoir et à rendre plus indépendants les différents organes phonatoires. J'étais donc déjà, avant toute prise en charge, habitué à une certaine gymnastique laryngée.

L'avantage principal de réaliser cette expérience dans le cadre d'un mémoire plutôt que seul fut la manière dont j'ai été guidé. La présence d'une équipe professionnelle en les personnes de la Professeure Morsomme et de Madame Astudillo était rassurante.

Rôle

- Suivre le plan thérapeutique élaboré par Madame Astudillo, soit 10 séances de 30 minutes à raison d'une séance par semaine.
- Compléter le *Trans Woman Voice Questionnaire* validé en français (Morsomme et

al., 2019) aux temps F1 et F4.

- Obtenir l'*Acoustic Voice Quality Index* (AVQI) (Maryn et al., 2009) lors de chaque mesure.
- Déterminer l'étendue vocale estimée (EVE) en termes d'intensité et de fréquence.
- Enregistrer 4 tâches de parole continue afin d'obtenir des informations sur les voyelles tenues, sur la parole semi-spontanée, la lecture et les différentes intonations du français. Ces tâches sont :
 - 3 productions de /a/ tenus pendant 5 secondes à NPS et hauteur confortables (Dejonckere et al., 2001).
 - La lecture du texte « Quand René périt » à voix haute (voir annexe 5) : Utilisation de ce texte, car il est phonétiquement équilibré. Il est composé de 4 phrases déclaratives (Harmegnies & Landercy, 1988). Ce texte a été lu à deux reprises à chaque temps de mesures afin d'augmenter le pool de données statistiques et de diminuer la variabilité propre à la production vocale.
 - La lecture d'un dialogue « Scénette Delattre » (Annexe 6) : Ce dialogue contient les 10 contours intonatifs principaux du français (Delattre, 1966).
 - La production d'un récit sur la base de 6 images (Annexe 7) : Permet d'enregistrer un discours semi-spontané avec un contenu sémantique presque similaire à chaque fois. (Hallin et al., 2012)

Les paramètres observés avec ces tâches sont décrits dans le tableau 2 et les méthodes de mesures sont décrites (Annexes 8).

Tableau 3 : Paramètres acoustiques à analyser liés aux tâches et aux outils leur correspondant.

| Paramètres | Abréviation (unité) | Tâches | Outils |
|---|-----------------------|---|---|
| Hauteur tonale | f_0 (Hertz, Hz) | 3 /a/ tenus Scénette de Delattre Quand René périt Les 6 images de Hallin | Praat, Phonanium. <i>Vocal fundamental frequency</i> v.02.04. Nous prélevons la médiane. |
| Variation de la hauteur tonale lors de la parole continue | sd_f_0 (Hertz, Hz) | Scénette de Delattre Quand René périt Les 6 images de Hallin | Praat, Phonanium. <i>Vocal fundamental frequency</i> v.02.04. Nous prélevons la déviation standard. |
| Fréquence de résonance du premier formant | f_{R1} (Hertz, Hz) | 3 /a/ tenus Scénette de Delattre Quand René périt | Praat. Commande <i>Get F1</i> . |
| Fréquence de | f_{R2} (Hertz, Hz) | 3 /a/ tenus | Praat. Commande <i>Get F2</i> . |

| | | | |
|---|-----------------------------|---|---|
| résonance du deuxième formant | | Scénette de Delattre Quand René périt | |
| Fréquence de résonance du troisième formant | f_{R3} (Hertz, Hz) | 3 /a/ tenus Scénette de Delattre Quand René périt | Praat. Commande <i>Get F3</i> . |
| Fréquence de résonance du quatrième formant | f_{R4} (Hertz, Hz) | 3 /a/ tenus Scénette de Delattre Quand René périt | Praat. Commande <i>Get F4</i> . |
| Moyenne des fréquences de résonance | f_{Rmoy} (Hertz, Hz) | 3 /a/ tenus Scénette de Delattre Quand René périt | Moyenne des fréquences de résonance des quatre formants. Formule : $f_{Rmoy} = \frac{f_{R1} + f_{R2} + f_{R3} + f_{R4}}{4}$ |
| Niveau de pression sonore | NPS (Décibel, dB) | 3 /a/ tenus Scénette de Delattre Quand René périt Les 6 images de Hallin | Praat, Phonanium. <i>Vocal Intensity Level v 02.04</i> . Nous prélevons la médiane. |
| Variation du niveau de pression sonore lors de la parole continue | Sd_NPS (Décibel, dB) | Scénette de Delattre Quand René périt Les 6 images de Hallin | Praat, Phonanium. <i>Vocal Intensity Level v 02.04</i> . Nous prélevons la déviation standard. |
| Durée des voyelles | Tvoy (seconde, s) | Quand René périt aux temps M1, M4, F1 et F4. | Praat. Commande <i>Get selection lenght</i> sur un fichier TextGrid. Création des fichiers TextGrid grâce à WebMAUS Basic |

Matériel

Les enregistrements ont été réalisés à l'aide du matériel suivant :

- Un transducteur Focusrite iTrack Solo Lightning, un micro-casque AKG C 544 L et un casque audio AKG K271 MK II.
- Pour la calibration, un sonomètre Cirrus CR: 162A.
- Pour retravailler les enregistrements : les logiciels Praat (Boersma & Weenink, 2020), WebMAUS Basic (Kisler et al., 2017; Schiel & Ohala, 1999) et Audacity (Dannenberg & Mazzoni, 2020) ; et un plug-in sur le logiciel Praat : Phonanium (Maryn, 2017).

Concernant le matériel langagier auquel nous avons eu recours, il s'agit du texte « Quand

René périt» (Harmegnies & Landercy, 1988), du dialogue « Scénette Delattre » (Delattre, 1966) et les six images de Hallin et al. (2012).

5. Analyses statistiques des données

En vue d'analyser nos scores bruts des f_0 , sd_f_0 et NPS, nous les avons comparés aux valeurs de Mezzedimi et al. (2017) pour les /a/ tenus et aux valeurs de Goy et al. (2013) pour le texte « Quand René périt ». Nous avons également comparé nos médiane de f_0 aux fourchettes fréquentielles de De Bodt et al. (2008).

Pour savoir quel type de statistiques nous allions pouvoir appliquer à nos données, nous avons testé les conditions de normalité des paramètres acoustiques décrits dans le tableau 1. Pour cela, nous avons effectué le test de Shapiro-Wilk.

L'hypothèse de normalité étant écartée, nous avons décidé de faire des tests de Wilcoxon (W) pour échantillons indépendants, des corrélations de Spearman et des tests de Kurskal-Wallis (KW) pour éprouver nos hypothèses. Ces tests non-paramétriques sont hélas moins puissants que leur équivalent paramétrique.

Les corrélations de Spearman ont été utilisées pour analyser le TWVQ, l'AVQI et l'EVE. Les tests W et KW ont été utilisés pour analyser les données décrites dans le tableau 1.

Lors des tests de KW, la commande DSCF a été instruite dans la procédure NPAR1WAY du logiciel SAS afin de calculer des comparaisons multiples dans les tests de Kruskal-Wallis.

Résultats

Nous avons analysé le tableau de scores bruts (Annexe 9) avec le logiciel statistique SAS 9.4. Pour cette étape, nous avons bénéficié de l'aide de Monsieur Fabian Pressia, doctorant au département des Sciences de l'Éducation à l'Uliège. Il a accepté de paralléliser nos analyses statistiques.

1. Analyse descriptive

La première chose que nous avons faite est de calculer les médianes et les écarts-types de chaque paramètre en reprenant toutes les tâches où ces paramètres pouvaient être prélevés. Ces scores ont été repris globalement et séparément aux différents moments des prises de mesures et sont reprises dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Médianes et écarts-types des paramètres vocaux lors des mesures en voix masculine.

| Paramètres | M1 | M2 | M3 | M4 | Mtot |
|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| f_0 | 128.66 (14.98835) | 129.7 (23.18199) | 114.91 (23.76086) | 120.59 (19.03223) | 128.6500 (21.05423) |
| sd_f_0 | 16.975 (7.99094) | 20.945 (8.32674) | 21.835 (9.11422) | 19.105 (8.61806) | 19.515 (8.68643) |
| f_{R1} | 355.935 (82.16360) | 364.825 (64.67608) | 368.945 (49.89528) | 360.6050 (78.18833) | 365.02 (68.99095) |
| f_{R2} | 1608.675 (209.87868) | 1589.115 (158.26071) | 1581.2 (182.25761) | 1584.780 (219.70401) | 1588.735 (191.10245) |
| f_{R3} | 2653.865 (97.67657) | 2669.380 (118.18159) | 2609.675 (94.34027) | 2652.670 (119.55572) | 2643.833 (108.93701) |
| f_{R4} | 3659.870 (154.70067) | 3634.990 (172.08224) | 3580.570 (172.79974) | 3584.210 (172.73434) | 3610.790 (166.83041) |
| f_{Rmoy} | 2057.989 (85.10228) | 2059.291 (83.98606) | 2042.140 (89.42803) | 2050.986 (100.94663) | 2055.584 (89.17794) |
| NPS | 79.37 (6.03525) | 80.87 (6.73830) | 78.42 (6.09712) | 80.42 (5.41665) | 79.93000 (6.27842) |
| Sd_NPS | 8.275 (1.95958) | 7.28 (1.64386) | 7.855 (1.92316) | 6.63 (2.20791) | 7.325 (1.98045) |
| Tvoy | 0.068 (0.02719) | / | / | 0.068 (0.10974) | 0.068 (0.08008) |

Légende tableau 4 : Dans l'axe vertical : les données analysées. Axe horizontal : temps de prise des mesures + une mesure globale Mtot calculée sur l'ensemble des enregistrements en CMV masculin. La première ligne de chaque case correspond à la médiane et la deuxième, entre parenthèse, à l'écart-type.

Tableau 5 : Médianes et écarts-types des paramètres vocaux lors des mesures en voix féminine.

| Paramètres | F1 | F2 | F3 | F4 | Ftot |
|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| f_0 | 232.65 (30.03089) | 229.67 (34.19437) | 204.51 (35.00348) | 233.34 (25.89915) | 228.97 (32.21839) |
| sd_f_0 | 53.445 (18.02149) | 63.83 (25.76472) | 62.865 (16.01667) | 71.48 (21.03761) | 61.255 (20.98274) |
| f_{R1} | 339.235 (59.34691) | 364.33 (45.40230) | 329.61 (73.46410) | 347.86 (47.67812) | 350.3 (56.96866) |
| f_{R2} | 1503.765 (130.22969) | 1484.080 (124.67015) | 1512.460 (112.90117) | 1515.745 (141.12856) | 1503.765 (127.15672) |
| f_{R3} | 2560.47 (101.05463) | 2550.605 (89.23718) | 2584.840 (109.98885) | 2675.100 (87.24972) | 2586.850 (108.01055) |
| f_{R4} | 3715.175 (124.29317) | 3665.495 (179.28534) | 3732.130 (89.58462) | 3766.9 (104.07783) | 3713.750 (138.35173) |
| f_{Rmoy} | 2021.364 (79.24475) | 2013.920 (67.76617) | 2043.109 (54.49056) | 2067.576 (71.31904) | 2039.365 (73.03855) |
| NPS | 70.68 (7.33146) | 77.01 (5.30913) | 77.23 (4.86877) | 82.26 (2.8888) | 79.12 (6.29195) |
| Sd_NPS | 7.865 (2.36106) | 7.865 (1.92576) | 8.6 (2.06642) | 7.685 (1.54712) | 8 (1.99854) |
| Tvoy | 0.0915 (0.04265) | / | / | 0.0935 (0.09348) | 0.0925 (0.0727) |

Légende tableau 5 : Dans l'axe vertical : les données analysées. Axe horizontal : temps de prise des mesures + une mesure globale Ftot calculée sur l'ensemble des enregistrements en CMV féminin. La première ligne de chaque case correspond à la médiane et la deuxième, entre parenthèse, à l'écart-type.

Nous avons ensuite testé les hypothèses de normalité de chaque paramètre étudié afin de déterminer si nous devions utiliser des statistiques paramétriques ou non-paramétriques. Les résultats sont indiqués dans le tableau 6.

Nous observons que l'hypothèse de normalité n'est pas rejetée dans l'analyse du paramètre f_{R3} , ni dans les conditions « totale » et « féminine » du NPS, ni dans la condition « féminine » de la sd_f_0 . L'hypothèse de normalité est rejetée dans toutes les autres conditions (Annexe 10).

Cependant, pour pouvoir comparer les différents paramètres entre eux, nous avons choisi d'analyser toutes les données avec des tests non-paramétriques.

Tableau 6 : Hypothèses de normalités.

| Paramètres | Conditions | dl | W | Pr<W |
|------------|------------|-----|----------|---------|
| f_0 | Total | 199 | 0.917413 | <0.0001 |
| | M | 99 | 0.938557 | 0.0002 |
| | F | 99 | 0.801809 | <0.0001 |
| sd_f_0 | Total | 175 | 0.911575 | <0.0001 |
| | M | 87 | 0.887601 | <0.0001 |
| | F | 87 | 0.98635 | 0.4883 |
| f_{R1} | Total | 191 | 0.920056 | <0.0001 |
| | M | 95 | 0.92084 | <0.0001 |

| | | | | |
|------------|-------|-----|----------|---------|
| | F | 95 | 0.90821 | <0.0001 |
| f_{R2} | Total | 191 | 0.958615 | <0.0001 |
| | M | 95 | 0.916979 | <0.0001 |
| | F | 95 | 0.961891 | 0.0069 |
| f_{R3} | Total | 191 | 0.989319 | 0.1615 |
| | M | 95 | 0.980716 | 0.1700 |
| | F | 95 | 0.986909 | 0.4614 |
| f_{R4} | Total | 191 | 0.918712 | <0.0001 |
| | M | 95 | 0.90767 | <0.0001 |
| | F | 95 | 0.901168 | <0.0001 |
| f_{Rmoy} | Total | 191 | 0.944193 | <0.0001 |
| | M | 95 | 0.92855 | <0.0001 |
| | F | 95 | 0.956775 | 0.0031 |
| NPS | Total | 199 | 0.991433 | 0.2862 |
| | M | 99 | 0.959895 | 0.0040 |
| | F | 99 | 0.974613 | 0.0503 |
| sd_NPS | Total | 175 | 0.969341 | 0.0006 |
| | M | 87 | 0.963056 | 0.0131 |
| | F | 87 | 0.966074 | 0.0209 |
| Tvoy | Total | 495 | 0.453267 | <0.0001 |
| | M | 247 | 0.335562 | <0.0001 |
| | F | 247 | 0.525876 | <0.0001 |

Légende tableau 6 : Dans l'axe vertical : les données analysées. Dans l'axe horizontal : Conditions= « Total » sur l'ensemble des données – « M » sur les données en CMV masculin – « F » sur les données en CMV féminin ; dl=degré de liberté ; W=statistique du test Shapiro-Wilk ; $Pr < W$ = probabilité de dépassement de l'hypothèse de normalité. En **rouge** sont indiquées les valeurs qui rejettent l'hypothèse de normalité.

2. Hypothèse 1 : Un CMV féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ?

Afin de déterminer si les CMV masculin et féminin étaient significativement différents, nous avons effectué des tests de Wilcoxon sur chaque paramètre vocal. Ces tests sont repris dans le tableau 7.

Ce tableau nous présente trois types de résultats : les différences non-significatives (noir), les différences significatives qui lient l'augmentation du paramètre au CMV féminin (**rose**) ou au CMV masculin (**bleu**). Les différences non-significatives ne concernent que deux paramètres. Nous pouvons donc dire qu'il existe des différences de paramètres vocaux entre les deux CMV.

Pour calculer les tailles d'effet, ne disposant pas d'outil non-paramétrique équivalent au d de Cohen, nous avons utilisé des corrélations de Spearman. Ces corrélations se retrouvent dans la colonne r_s du tableau 7. Ceci nous a permis de qualifier la force des corrélations. Pour ce faire, nous avons séparé les corrélations en : liens faibles ($0 < r_s < .2$) en noir, corrélations faibles

($.2 < r_s < .5$) en orange, corrélations modérées ($.5 < r_s < .8$) en marron, corrélations fortes ($.8 < r_s < 1$) en rouge.

Pour résumer, nous posons dans l'équation 3 les différences significatives obtenues entre les paramètres vocaux qui diffèrent entre les CMV masculin et féminin en hiérarchisant la force de leur corrélation de la plus forte à la plus faible. Celle-ci indique une corrélation forte pour f_0 , une corrélation modérée pour sd_f_0 , des corrélations faibles pour f_{R2} , f_{R3} , f_{R4} et T_{voy} , des liens faibles pour NPS et sd_NPS . Tous ces paramètres sont plus élevés en CMV féminin sauf f_{R2} , f_{R3} et NPS.

Équation 3 : Hiérarchisation de l'impact du CMV masculin ou féminin sur les paramètres acoustiques (mesure globale).

Corrélation forte > corrélation modérée > corrélation faible > lien faible

Soit $f_0 > sd_f_0 > f_{R2} f_{R3} f_{R4} T_{voy} > NPS \ sd_NPS$

Tableau 7 : Tests de Wilcoxon et r_s comparant les paramètres vocaux entre le CMV masculin et le CMV féminin.

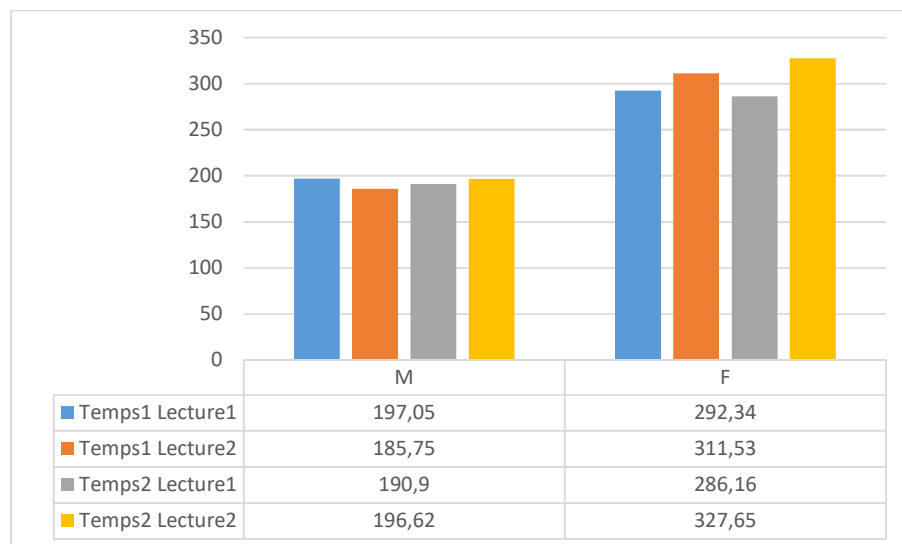
| Paramètres | N | Mean score (condition M/F) | Statistique | Z | Two-Sided Pr> Z | r_s |
|------------|-----|----------------------------------|-------------|----------|--------------------|-------|
| f_0 | 200 | 50.770 | 5077 | -12.1498 | <0.0001 | 0.86 |
| | | 150.230 | | | | |
| sd_f_0 | 176 | 49.545455 | 4360 | -10.1414 | <0.0001 | 0.77 |
| | | 127.454545 | | | | |
| f_{R1} | 192 | 101.244792 | 9719.5 | 1.1818 | 0.2373 | -0.09 |
| | | 91.755208 | | | | |
| f_{R2} | 192 | 111.260417 | 10681 | 3.6792 | 0.0002 | -0.27 |
| | | 81.739583 | | | | |
| f_{R3} | 192 | 109.510417 | 10513 | 3.2429 | 0.0012 | -0.23 |
| | | 83.489583 | | | | |
| f_{R4} | 192 | 73.343750 | 7041 | -5.7727 | <0.0001 | 0.42 |
| | | 119.656250 | | | | |
| f_{Rmoy} | 192 | 99.739583 | 9575 | 0.8065 | 0.42 | -0.06 |
| | | 93.260417 | | | | |
| NPS | 200 | 110.5550 | 11055.5 | 2.4556 | 0.0141 | -0.17 |
| | | 90.4450 | | | | |
| sd_NPS | 176 | 80.323864 | 7068.5 | -2.1274 | 0.0334 | 0.16 |
| | | 96.676136 | | | | |
| T_{voy} | 248 | 192.578629 | 47759.5 | -8.6911 | <.0001 | 0.39 |
| | | 304.421371 | | | | |

Légende tableau 7 : Sur l'axe vertical : les paramètres analysés. Sur l'axe horizontal : N= nombre de scores analysés ; Mean score= moyennes de rang pour chaque condition (d'abord la masculine, puis la féminine), Statistique= la statistique S de Wilcoxon ; Z= la valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; Two-Sided Pr>|Z|= la probabilité de dépassement pour un test bilatéral ; r_s = corrélation de Spearman. Sont indiquées dans la colonne Z : en noir, les différences non-significatives ; en rose, les différences

significatives sur les paramètres qui sont plus élevés quand le sujet utilise le CMV féminin ; en **bleu**, les différences significatives sur les paramètres qui sont plus élevés quand le sujet utilise le CMV masculin. Sont indiquées dans la colonne r_s : en noir les différences non-significatives et liens faibles ; en **orange** les corrélations faibles ; en **marron** les corrélations modérées ; en **rouge** les corrélations fortes.

Nous précisons ici la distribution des moyennes de rangs de la durée des voyelles au graphique 1 et celles-ci sont toutes plus hautes en condition F qu'en condition M et plutôt homogènes à l'intérieur de chaque condition :

Graphique 1 : Moyennes de rangs de la durée des voyelles (Tvoy).



Nous avons également effectué des corrélations de Spearman (Tableau 8) en nous basant sur les étendues fréquentielles et d'intensité déterminées par l'EVE (Annexe 11).

La corrélation entre la condition et le rang f est $r_s = -.22$, $N=8$. La corrélation entre la condition et l'étendue NPS est $r_s = .33$, $N=8$. La probabilité de dépassement n'a pas été calculée car, le N étant très petit, nous nous sommes référé à la table des valeurs critiques pour la statistique de Spearman (Glasser & Winter, 1961). Cette valeur est de .6190 quand $N=8$ et $\alpha=.05$. Ces corrélations ne sont donc pas significatives.

Tableau 8 : Analyse des étendues de fréquence et de niveau de pression sonore.

| Temps | Condition | Étendue f | Étendue NPS | Rang f | Rang NPS |
|-------|-----------|-------------|-------------|----------|----------|
| F1 | 1 | 740,49 | 74,685 | 3 | 7 |
| F2 | 1 | 733,081 | 66,151 | 2 | 3 |
| F3 | 1 | 824,084 | 69,16 | 7 | 5 |
| F4 | 1 | 773,281 | 69,421 | 4 | 6 |
| M1 | 0 | 726,146 | 81,272 | 1 | 8 |
| M2 | 0 | 850,542 | 61,286 | 8 | 2 |
| M3 | 0 | 802,147 | 67,521 | 5 | 4 |
| M4 | 0 | 816,0258 | 59,413 | 6 | 1 |

Légende tableau 8 : Sur l'axe vertical : le temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Condition= la variable dichotomique discriminante correspondant au CMV F ou M ; Étendue f = la différence entre le son le plus aigu et le plus grave que le participant est capable de produire mesurée en Hertz ; Étendue NPS= la différence entre le son le plus fort et le plus faible que le participant est capable de produire mesurée en décibel ; Rang f = le rang des valeurs Étendue f permettant d'effectuer la corrélation de Spearman ; Rang NPS= le rang des valeurs Étendues NPS permettant d'effectuer la corrélation de Spearman.

Afin de déterminer si un des CMV entraînait une voix avec un caractère plus pathologique, nous avons effectué une corrélation de Spearman sur l'AVQI. Il est important de préciser que toutes les valeurs d'AVQI obtenues étaient sous la limite pathologique (Annexe 12). Les données de cette corrélation sont reprises dans le tableau 9.

La corrélation entre le CMV masculin ou féminin et le rang de la donnée AVQI est égale à $r_s=.33$, $N=8$. La probabilité de dépassement n'a pas été calculée car, le N étant très petit, nous nous sommes référé à la table des valeurs critiques pour la statistique de Spearman (Glasser & Winter, 1961). Cette valeur est de .6190 quand $N=8$ et $\alpha=.05$. Cette corrélation n'est donc pas significative.

Tableau 9 : Lien entre le CMV masculin ou féminin et le rang de la donnée AVQI.

| Temps | Condition | AVQI | Rang |
|-------|-----------|------|------|
| F1 | 1 | 1,54 | 6 |
| F2 | 1 | 1,47 | 5 |
| F3 | 1 | 1,87 | 7 |
| F4 | 1 | 1,25 | 3 |
| M1 | 0 | 1,88 | 8 |
| M2 | 0 | 0,79 | 1 |
| M3 | 0 | 1,21 | 2 |
| M4 | 0 | 1,42 | 4 |

Légende tableau 9 : Sur l'axe vertical : le temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Condition est la variable dichotomique discriminante correspondant au CMV F ou M ; AVQI est le score mesuré avec le script AVQI v02.04 ; Rang est le rang des valeurs AVQI permettant d'effectuer la corrélation de Spearman.

Nous avons également comparé nos valeurs de NPS et de f_0 sur les /a/ tenus à celles de Mezzedimi et al. (2017) et celles de QRP à celles de Goy et al. (2013). Le tableau 10 compare

ces 2 études. Nous avons pour cela utilisé la formule du score-Z pour comparer nos scores bruts aux normes proposées par les auteurs (Annexe 13).

Tableau 10 : Comparaison de l'étude de Mezzedimi et al. (2017) avec celle de Goy et al. (2013)

| Études | Mezzedimi et al. (2017) | Goy et al. (2013) |
|----------------------------------|--------------------------------|--|
| Échantillon masculin | n=21 (âge moyen : 35,79) | N=55 (âge moyen : 19.4) |
| Échantillon féminin | N=35 (âge moyen : 38,49) | N=104 (âge moyen : 18.9) |
| Langue | Italien | Anglais |
| Tâches | 3 /a/ tenus pendant 5 secondes | /a/ tenu pendant 8 secondes DSI (jitter, TMP, NPSmin, fmax) Lecture de texte (Rainbow passage) |
| Outil d'analyse | Praat | Sonneta |
| Moyenne ♂ (écart-type) : | | |
| f_0 | 141 (23.38) | 118 (17) |
| NPS | 67.68 (6.52) | 69.68 (3.4) |
| sd_ f_0 | / | 26 (8) |
| Moyennes ♀ (écart-type) : | | |
| f_0 | 217.54 (28.97) | 208 (19) |
| NPS | 67.68 (6.52) | 67.8 (4.3) |
| sd_ f_0 | / | 45 (9) |

Cette comparaison montre des valeurs presque systématiquement supérieures à 2 écarts-types au-dessus de la moyenne pour le NPS, de même que pour le sd_ f_0 lors du CMV féminin. La hauteur tonale moyenne, par contre, est souvent dans la norme (considérées entre -1 et +1 écart-type).

Enfin, concernant la f_0 , lorsque nous comparons les valeurs obtenues dans les tableaux 4 et 5 aux valeurs de références de l'INAMI fournies par De Bodt et al. (2008), nous observons que toutes les médianes obtenues entrent dans la fourchette fréquentielle prescrite. Ces valeurs de référence sont : 167-258 Hz pour les femmes adultes et 78-166 Hz pour les hommes adultes.

3. Hypothèse 2 : Les scores aux paramètres acoustiques de la voix masculine post-féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine pré-intervention ?

Nous avons comparé les différents temps d'évaluation en voix masculine (M1, M2, M3 et M4) en effectuant des tests de Kurskal-Wallis. Les résultats sont repris dans le tableau 11.

Tableau 11 : Tests Kruskal-Wallis sur les paramètres acoustiques de la voix masculine.

| Paramètre | dl | Chi-carré | Pr>Chi-carré |
|------------|----|-----------|--------------|
| f_0 | 3 | 7.7104 | 0.0524 |
| Sd_f_0 | 3 | 11.9848 | 0.0074 |
| f_{R1} | 3 | 0.5458 | 0.9087 |
| f_{R2} | 3 | 0.2091 | 0.9761 |
| f_{R3} | 3 | 3.7916 | 0.2849 |
| f_{R4} | 3 | 3.5779 | 0.3108 |
| F_{Rmoy} | 3 | 1.5939 | 0.6608 |
| NPS | 3 | 8.9631 | 0.0298 |
| Sd_NPS | 3 | 8.1603 | 0.0428 |
| Tvoy | 3 | 0.2034 | 0.977 |

Légende du tableau 11 : Dans l'axe vertical : les données analysées. Dans l'axe horizontal : dl= degré de liberté du chi-carré ; Chi-carré=Valeur de la statistique H de Kruskal-Wallis ; Pr>Chi-carré= probabilité de dépassement p. En rouge sont indiqués les paramètres qui sont significativement différents aux 4 temps de mesure.

Nous avons donc analysé les comparaisons multiples de Kruskal-Wallis des paramètres indiqués en rouge dans le tableau. Un biais éventuel à prendre en compte dans ces comparaisons multiples était l'augmentation des chances de commettre une erreur de première espèce. Nous avons alors calculé le taux d'erreur de l'ensemble (EE) lorsque $\alpha=.05$ et $c= 6$ grâce à l'équation 4.

Équation 4 : Taux d'erreur de l'ensemble. Note : $EC= \alpha =$ erreur alpha de première espèce. $c =$ nombre de comparaison.

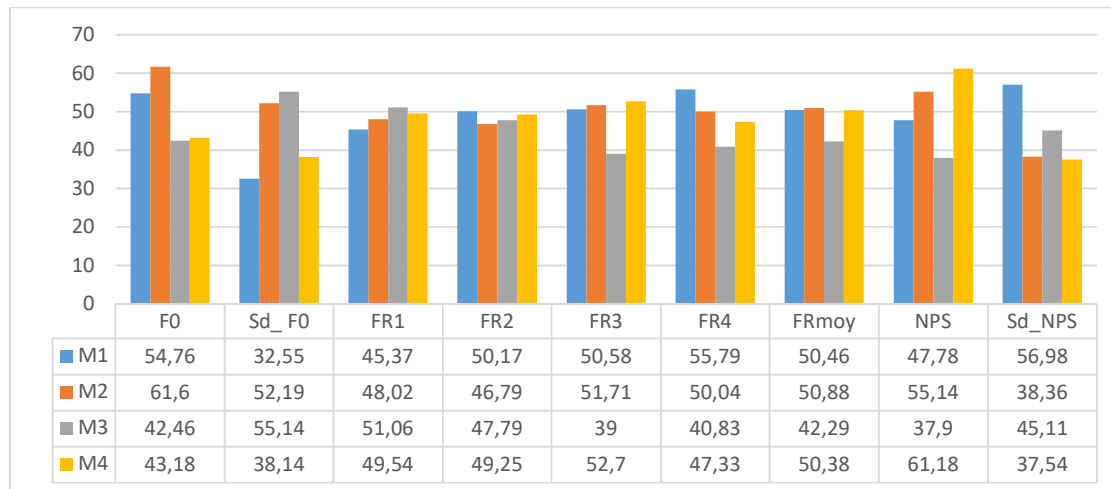
$$EE = 1 - (1 - EC)^c$$

$$EE = 1 - (1 - 0.05)^6 = 0.26$$

Il existe 26% de chance que nous commettions une erreur de première espèce en effectuant cette comparaison multiple. Nous avons alors effectué une correction de la valeur p de dépassement. Nous avons adapté le test Dunn-Bonferroni classique aux statistiques non-paramétriques. Cette correction équivaut à multiplier la valeur p de dépassement par le nombre de sous-groupes comparés. Dans notre cas, il s'agissait de la variable dichotomique « condition » (M ou F) et de la variable « time » (1, 2, 3 ou 4). Nous avons dès lors multiplié chaque valeur p de dépassement par 8. Cette correction ne concernait pas le test de Kruskal-Wallis car il s'agissait de données longitudinales et cette correction ne s'appliquait pas dans ce cas. Nous avons ajouté une colonne « correction » dans les tableaux de comparaisons multiples. Celles-ci ont été appliquées aux paramètres sd_f_0 (Tableau 12), NPS (Tableau 13) et sd_NPS (Tableau 14).

Le graphique reprenant les moyennes de rangs figure juste ci-dessous (Graphique 2) et permet de vérifier les liens que nous évoquions entre les moyennes de rangs des différents temps d'évaluation lors des comparaisons multiples des tableaux 12, 13 et 14.

Graphique 2 : Moyennes de rangs des paramètres vocaux au cours du temps en CMV masculin.



Analyse tableau 12 : Il existe une différence significative de sd_{f_0} entre les différents temps d'évaluation au test de Kruskal-Wallis, mais qui ne se retrouve pas dans la comparaison multiple.

Tableau 12 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur sd_{f_0} en CMV masculin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|--------------|------------|------------|-----------|------------|
| M1 vs. M2 | -2.4881 | 3.5187 | 0.0618 | 0.4944 |
| M1 vs. M3 | -2.6055 | 3.6847 | 0.0454 | 0.3632 |
| M1 vs. M4 | -1.0797 | 1.5270 | 0.7019 | ≈1 |
| M2 vs. M3 | -0.5164 | 0.7303 | 0.9552 | ≈1 |
| M2 vs. M4 | 1.9952 | 2.8216 | 0.1897 | ≈1 |
| M3 vs. M4 | 2.3707 | 3.3527 | 0.0828 | 0.6624 |

Légende tableau 12 : Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni (x8).

Analyse tableau 13 : Il existe une différence significative de NPS entre les différents temps d'évaluation au test de Kruskal-Wallis, mais celle-ci ne se retrouve pas dans la comparaison multiple.

Tableau 13 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur NPS en CMV masculin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|--------------|------------|------------|-----------|------------|
| M1 vs. M2 | -1.1254 | 1.5916 | 0.6738 | ≈1 |
| M1 vs. M3 | 1.6202 | 2.2913 | 0.3671 | ≈1 |
| M1 vs. M4 | -1.8142 | 2.5657 | 0.2665 | ≈1 |
| M2 vs. M3 | 1.9403 | 2.7440 | 0.2112 | ≈1 |
| M2 vs. M4 | -0.8149 | 1.1525 | 0.8474 | ≈1 |
| M3 vs. M4 | -2.5515 | 3.6083 | 0.0524 | 0.4192 |

Légende tableau 13 : Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni (x8).

Analyse tableau 14 : Il existe une différence significative de sd_NPS entre les différents temps d'évaluation au test de Kruskal-Wallis, mais celle-ci ne se retrouve pas dans la comparaison multiple.

Tableau 14 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur sd_NPS en CMV masculin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|--------------|------------|------------|-----------|------------|
| M1 vs. M2 | 2.6055 | 3.6847 | 0.0454 | 0.3632 |
| M1 vs. M3 | 1.5610 | 2.2076 | 0.4011 | ≈1 |
| M1 vs. M4 | 2.2768 | 3.2199 | 0.1034 | 0.8272 |
| M2 vs. M3 | -1.0446 | 1.4772 | 0.7232 | ≈1 |
| M2 vs. M 4 | 0.4812 | 0.6805 | 0.9633 | ≈1 |
| M3 vs. M4 | 0.8333 | 1.1785 | 0.8386 | ≈1 |

Légende tableau 14 : Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni (x8).

Afin d'objectiver d'éventuelles modifications dans la qualité vocale masculine, nous avons également effectué une corrélation de Spearman sur l'AVQI. Il est important de préciser que toutes les valeurs d'AVQI obtenues étaient sous la limite pathologique. Les données de cette corrélation sont reprises dans le tableau 15.

La corrélation entre le temps d'évaluation et le rang de la donnée AVQI en CMV masculin est égale à $r_s = -.2$, $N=4$. De nouveau, la probabilité de dépassement n'a pas été calculée car, le N étant très petit, nous nous sommes référé à la table des valeurs critiques pour la statistique de

Spearman (Glasser & Winter, 1961). Cette valeur est de .8 quand $N=4$ et $\alpha=.05$. Cette corrélation n'est donc pas significative.

Tableau 15 : Lien entre le temps de prise de données et le rang de la donnée AVQI en CMV masculin.

| Temps | Time | AVQI | Rang |
|-------|------|------|------|
| M1 | 1 | 1,88 | 4 |
| M2 | 2 | 0,79 | 1 |
| M3 | 3 | 1,21 | 2 |
| M4 | 4 | 1,42 | 3 |

Légende tableau 15 : Sur l'axe vertical : le temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Time= la variable discriminante correspondant au chiffre du temps d'évaluation ; AVQI= le score mesuré avec le script AVQI v02.04 ; Rang= le rang des valeurs AVQI permettant d'effectuer la corrélation de Spearman.

4. Hypothèse 3 : Le CMV féminin se maintient-il après des périodes d'interruption de son usage ?

Nous avons comparé les différents temps d'évaluation en voix féminine (F1, F2, F3 et F4) en effectuant des tests de Kruskal-Wallis. Les résultats sont repris dans le tableau 16.

Tableau 16 : Tests Kruskal-Wallis sur les paramètres acoustiques du CMV féminin.

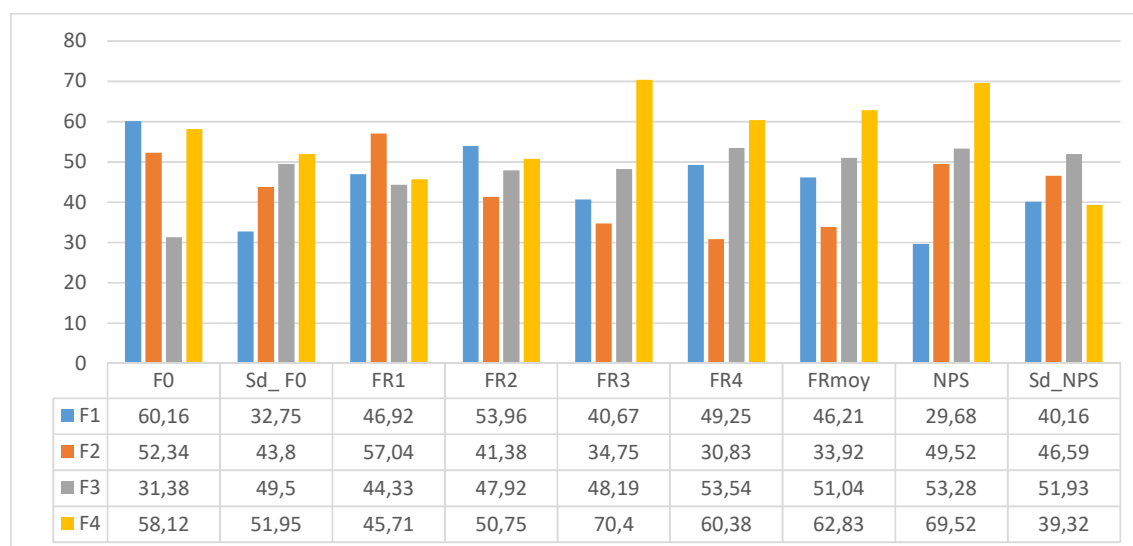
| Paramètre | Degré de liberté | Chi-Square | Pr>Chi-Square |
|------------|------------------|------------|---------------|
| f_0 | 3 | 15.4557 | 0.0015 |
| Sd_ f_0 | 3 | 7.3864 | 0.0605 |
| f_{R1} | 3 | 3.1120 | 0.3747 |
| f_{R2} | 3 | 2.6586 | 0.4473 |
| f_{R3} | 3 | 22.5759 | <.0001 |
| f_{R4} | 3 | 14.8178 | 0.0020 |
| f_{Rmoy} | 3 | 13.2937 | 0.0040 |
| NPS | 3 | 23.8794 | <.0001 |
| Sd_ NPS | 3 | 3.5498 | 0.3144 |
| Tvoy | 3 | 0.2349 | 0.2349 |

Légende tableau 16 : Dans l'axe vertical : les données analysées. Dans l'axe horizontal : dl= degré de liberté du chi-carré ; Chi-carré=Valeur de la statistique H de Kruskal-Wallis ; Pr>Chi-carré= probabilité de dépassement p. En rouge sont indiqués les paramètres qui sont significativement différents aux 4 moments de mesure.

Nous avons donc analysé les comparaisons multiples des paramètres indiqués en rouge dans le tableau 16, c'est-à-dire f_0 (tableau 17), f_{R3} (tableau 18), f_{R4} (tableau 19), f_{Rmoy} (tableau 20) et NPS (tableau 21). Nous avons appliqué la même correction pour les mêmes raisons que dans les comparaisons multiples en CMV masculin.

Le graphique reprenant les moyennes de rangs figure juste ci-dessous (Graphique 3) et permet de vérifier les liens que nous évoquons entre les moyennes de rangs des différents temps d'évaluation lors des comparaisons multiples des tableaux 17, 18, 19, 20 et 21.

Graphique 3 : Moyennes de rangs des paramètres vocaux au cours du temps en CMV féminin.



Analyse tableau 17 : Il existe une différence significative de hauteur tonale entre les temps F1 et F3. Les deux autres comparaisons de F3 sont les seules à ne pas valoir ≈ 1 . F3 possède la moyenne de rang la plus basse. Nous pouvons poser l'hypothèse que ce temps se distingue des autres par ses valeurs faibles.

Tableau 17 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_0 en CMV féminin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| F1 vs. F2 | 1.1157 | 1.5778 | 0.6799 | ≈ 1 |
| F1 vs. F3 | 3.3276 | 4.7059 | 0.0049 | 0.0392 |
| F1 vs. F4 | 0.2425 | 0.3430 | 0.9950 | ≈ 1 |
| F2 vs. F3 | 2.9105 | 4.1161 | 0.0189 | 0.1512 |
| F2 vs. F4 | -0.9022 | 1.2759 | 0.8036 | ≈ 1 |
| F3 vs. F4 | -3.0365 | 4.2943 | 0.0128 | 0.1024 |

Légende tableau 17 : Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni ($\times 8$).

Analyse tableau 18 : Nous observons des différences significatives de f_{R3} entre les mesures F1/F4 et F2/F4. F3 possède une moyenne de rangs médiane entre F1/F2 et F4 qui possède la moyenne de rangs la plus haute. Nous observons donc que la f_{R3} augmente au fur et à mesure des évaluations.

Tableau 18 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_{R3} en CMV féminin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| F1 vs. F2 | 0.7011 | 0.9915 | 0.8967 | ≈ 1 |
| F1 vs. F3 | -0.8248 | 1.1664 | 0.8428 | ≈ 1 |
| F1 vs. F4 | -3.7528 | 5.3072 | 0.0010 | 0.0080 |
| F2 vs. F3 | -1.8558 | 2.6245 | 0.2474 | ≈ 1 |
| F2 vs. F4 | -4.2476 | 6.0071 | 0.0001 | 0.0008 |
| F3 vs. F4 | -2.8353 | 4.0097 | 0.0237 | 0.1896 |

Légende tableau 18 : Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni (x8).

Analyse tableau 19 : Il existe une différence significative de f_{R4} entre les temps F2 et F4. F2 possède la moyenne de rangs la plus faible alors que F4 en possède la plus élevée.

Tableau 19 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_{R4} en CMV féminin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| F1 vs. F2 | 2.1444 | 3.0327 | 0.1392 | ≈ 1 |
| F1 vs. F3 | -0.3918 | 0.5541 | 0.9796 | ≈ 1 |
| F1 vs. F4 | -1.3815 | 1.9538 | 0.5110 | ≈ 1 |
| F2 vs. F3 | -3.1960 | 4.5199 | 0.0076 | 0.0608 |
| F2 vs. F4 | -3.4022 | 4.8115 | 0.0037 | 0.0296 |
| F3 vs. F4 | -1.0928 | 1.5455 | 0.6939 | ≈ 1 |

Légende tableau 19 : Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni (x8).

Analyse tableau 20 : De nouveau, il existe une différence significative de f_{Rmoy} entre les mesures F2 et F4. Pour la f_{Rmoy} , comme la f_{R4} , l'ordre croissant des moyennes de rang est : F2, F1, F3, F4.

Tableau 20 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur f_{Rmoy} en CMV féminin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| F1 vs. F2 | 1.3815 | 1.9538 | 0.5110 | ≈ 1 |
| F1 vs. F3 | -0.5774 | 0.8165 | 0.9389 | ≈ 1 |
| F1 vs. F4 | -1.9382 | 2.7411 | 0.2120 | ≈ 1 |
| F2 vs. F3 | -2.3300 | 3.2951 | 0.0913 | 0.7304 |
| F2 vs. F4 | -3.5053 | 4.9573 | 0.0026 | 0.0026 |

| | | | | |
|------------------|---------|--------|--------|----|
| F3 vs. F4 | -1.6496 | 2.3328 | 0.3508 | ≈1 |
|------------------|---------|--------|--------|----|

Légende tableau 20: Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni (x8).

Analyse tableau 21 : Il existe une différence significative de NPS entre les mesures F1 et F4. Les moyennes de rangs du NPS augmentent avec le temps.

Tableau 21 : Comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur NPS en CMV féminin.

| Comparaisons | Wilcoxon Z | DSCF Value | Pr > DSCF | Correction |
|------------------|------------|------------|-----------|------------|
| F1 vs. F2 | -2.7455 | 3.8827 | 0.0308 | 0.2464 |
| F1 vs. F3 | -3.1724 | 4.4864 | 0.0082 | 0.0656 |
| F1 vs. F4 | -4.1815 | 5.9136 | 0.0002 | 0.0016 |
| F2 vs. F3 | -0.5530 | 0.7821 | 0.9458 | ≈1 |
| F2 vs. F4 | -2.6680 | 3.7732 | 0.0382 | 0.3056 |
| F3 vs. F4 | -2.3770 | 3.3615 | 0.0815 | 0.652 |

Légende tableau 21 : Sur l'axe vertical : comparaison des différents temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Wilcoxon Z= Valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; DSCF= statistique qui correspond approximativement à celle de la distribution des rangs de m variables normales standardisées ; Pr > DSCF= valeur p de dépassement ; Correction = valeur p de dépassement adaptée avec la correction de Dunn-Bonferroni (x8).

Afin de déterminer si la qualité vocale masculine se maintenait ou au contraire variait, nous avons également effectué une corrélation de Spearman sur l'AVQI. Les valeurs d'AVQI étaient sous la limite pathologique de 3.01. (Tableau 22).

La corrélation entre le temps de prise de données et le rang de la donnée AVQI en CMV féminin est égale à $r_s = -.4$, $N=4$. De nouveau, la probabilité de dépassement n'a pas été calculée car, le N étant très petit, nous nous sommes référé à la table des valeurs critiques pour la statistique de Spearman (Glasser & Winter, 1961). Cette valeur est de .8 quand $N=4$ et $\alpha=.05$. Cette corrélation n'est donc pas significative, l'AVQI est donc considéré comme égal entre les différents temps de mesure.

Tableau 22 : Lien entre le temps de prise de donnée et le rang de la donnée AVQI en CMV féminin.

| Temps | Time | AVQI | Rang |
|-----------|------|------|------|
| F1 | 1 | 1,54 | 3 |
| F2 | 2 | 1,47 | 2 |
| F3 | 3 | 1,87 | 4 |
| F4 | 4 | 1,25 | 1 |

Légende tableau 22 : Sur l'axe vertical : le temps de mesure. Sur l'axe horizontal : Time= la variable discriminante correspondant au chiffre du temps d'évaluation ; AVQI= le score mesuré au avec le script AVQI v02.04 ; Rang= le rang des valeurs AVQI permettant d'effectuer la corrélation de Spearman.

5. Comparaison entre le CMV masculin et le CMV féminin aux temps M4 et F4

Les 2 points précédents nous montrent que certains paramètres acoustiques varient entre la première et la dernière mesure, principalement en CMV féminin. Il nous a donc semblé intéressant de comparer les temps M4 et F4. Cette comparaison est présentée dans le tableau 23. Nous observons que ce tableau affiche des différences significatives différentes du tableau 7. Il n'existe plus de différence significative montrant une augmentation du paramètre en CMV masculin. L'équation 5 résume les résultats du tableau 23 en hiérarchisant les paramètres en CMV féminin, de celui qui augmente le plus à celui qui augmente le moins. Celle-ci indique des corrélations fortes pour f_o et sd_f_o , une corrélation modérée pour f_{R4} et une corrélation faible pour T_{voy} . Tous ces paramètres sont plus élevés en CMV féminin.

Équation 5 : Hiérarchisation des paramètres vocaux entre M4 et F4.

Corrélation forte > corrélation modérée > corrélation faible

Soit f_o sd_f_o > f_{R4} > T_{voy}

Tableau 23 : Comparaison des paramètres acoustiques entre M4 et F4.

| Paramètres | Mean score (condition 1/0) | Statistic | Z | Two-Sided Pr> Z | r_s |
|------------|-------------------------------|-----------|---------|--------------------|----------|
| f_o | 38.0 | 950 | 6.0537 | <.0001 | 0.8662 |
| | 13 | | | | |
| sd_f_o | 32.681818 | 719 | 5.2461 | <.0001 | 0.80182 |
| | 12.318182 | | | | |
| f_{R1} | 22.291667 | 535 | -1.0825 | 0.2790 | -0.15941 |
| | 91.755208 | | | | |
| f_{R2} | 21.416667 | 514 | -1.5155 | 0.1296 | -0.22257 |
| | 27.583333 | | | | |
| f_{R3} | 25.458333 | 611 | 0.4639 | 0.6427 | 0.06918 |
| | 23.541667 | | | | |
| f_{R4} | 32.208333 | 773 | 3.8043 | 0.0001 | 0.55642 |
| | 16.791667 | | | | |
| f_{Rmoy} | 26.333333 | 632 | 0.8970 | 0.3697 | 0.13234 |
| | 22.666667 | | | | |
| NPS | 25.280 | 632 | -0.0970 | 0.9227 | -0.01525 |
| | 25.720 | | | | |
| sd_NPS | 25.340909 | 557.5 | 1.4554 | 0.1456 | 0.22374 |
| | 19.659091 | | | | |
| T_{voy} | 96.758065 | 11998 | -6.0904 | <.0001 | 0.38758 |
| | 152.241935 | | | | |

Légende tableau 23 : Sur l'axe vertical : les paramètres analysés et décrits dans le tableau 1. Sur l'axe horizontal : N= nombre de scores analysés ; Mean score= moyennes de rang pour chaque condition (d'abord la masculine, puis la féminine) ; Statistique= la statistique S de Wilcoxon ; Z=la valeur d'une variable Z dans le cadre d'une approximation normale ; Two-Sided Pr>|Z|=la probabilité de dépassement pour un test bilatéral, r_s = corrélation de Spearman. Sont indiquées dans la colonne Z : en noir, les différences non-significatives ; en rose, les différences significatives sur les paramètres qui sont plus élevés quand le sujet utilise le CMV féminin. Sont

indiquées dans la colonne r_s : en noir les différences non-significatives et liens faibles ; en orange les corrélations faibles ; en marron les corrélations modérées ; en rouge les corrélations fortes.

6. Hypothèse 4 : Quelles descriptions proprioceptives, nourries par des connaissances en logopédie et en chant, pouvons-nous faire lors de l'utilisation d'un comportement moteur vocal féminin sur un larynx mâle ?

Pour cela, nous pouvons décrire l'évolution du TWVQ entre le temps F1 et F4 (tableau 24). Les questionnaires sont repris (Annexe 14). Nous pouvons donc déduire que la plainte du sujet vis-à-vis de sa voix baisse. Les TWVQ /90 et /70 sont les mêmes que les précédents en ayant soustrait 30 pour neutraliser les réponses « jamais ou rarement » qui sont notées 1 en temps normal. Dans la partie discussion sont présentés des commentaires relatifs à la cotation des items pertinents.

Tableau 24 : Résultats au TWVQ 120/100/90/70

| Paramètres | F1 | F4 |
|------------|----|----|
| TWVQ /120 | 54 | 44 |
| TWVQ /100 | 50 | 39 |
| TWVQ /90 | 24 | 14 |
| TWVQ /70 | 20 | 9 |

Résumé de la partie résultats

Cette partie expose de nombreux résultats. Nous proposons de les synthétiser ici et de dégager ceux qui nous apparaissent être les plus pertinents afin de répondre à nos 3 premières hypothèses de recherche. La quatrième est plus adéquatement abordée dans la partie discussion.

- Un comportement moteur vocal féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ?

Nous avons observé des différences significatives aux paramètres vocaux entre les CMV masculin et féminin. Pour le CMV féminin, les scores les plus élevés sont la f_0 et la sd_{f_0} , puis la f_{R4} et ensuite la longueur des voyelles. Nous confirmons que le participant a développé deux CMV distincts.

- Les paramètres acoustiques de la voix masculine, utilisée après la féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine utilisée pré-intervention ?

Le test de Kruskal-Wallis note des différences entre les temps d'évaluation pour les paramètres sd_{f_0} , NPS et sd_{NPS} . Cependant, les comparaisons multiples auxquelles sont appliquée une correction ne démontrent pas de différence significative. Nous déterminons donc qu'il n'existe pas de différence significative entre les temps d'évaluation du CMV masculin.

- Le comportement moteur vocal féminin se maintient-il après des interruptions de son utilisation ?

Le test de Kruskal-Wallis note des différences significatives entre les temps d'évaluation pour les paramètres f_0 , f_{R3} , f_{R4} , f_{Rmoy} et NPS. Ces paramètres augmentent au cours du temps, sauf f_0 .

Discussion

1. Rappel des objectifs et de l'intérêt de ce travail

Dans ce mémoire, nous avons voulu tester la possibilité d'acquérir un CMV féminin et de le maintenir lorsqu'un sujet alterne entre le CMV masculin et féminin. L'intérêt de cette étude repose dans la demande grandissante de féminisation vocale non-permanente, principalement dans la communauté non-binaire (Azul et al., 2018), mais également dans la monde artistique. De plus, même chez les femmes trans* binaires, nous rencontrons des femmes avec des objectifs vocaux très différents. Certaines peuvent rechercher une voix qui ne soit pas genrée au maximum de leurs capacités pour des raisons sociales, psychologiques ou personnelles (Arnold, 2015). Dans notre pratique clinique, nous avons rencontré une patiente qui féminisait sa voix principalement dans des milieux non familiers ou dans des cadres sociaux impersonnels (p. ex. boulangerie ou magasin). Par contre, elle utilisait un CMV bien plus masculin avec ses ami.e.s proches ou lorsqu'elle donnait parole à des personnages dans un cadre artistique, que ce soit une pièce de théâtre ou une partie de jeu de rôle. Ce CMV « masculin » n'était pas vécu comme une souffrance et elle appréciait même pouvoir jouer avec sa voix dans ces contextes particuliers. D'autres patientes que nous avons rencontrées nous relataient des situations de vie où leur CMV ne pouvait pas être féminin de façon permanente, car leur contexte de transition de genre n'était pas favorisant. Leur entourage les forçait, explicitement ou implicitement, à utiliser un CMV masculin en leur présence. Que ce soit dans la littérature, dans les récits de vie, ou dans les moments cliniques (EBP₄), nous avons pu constater que l'alternance de CMV, comme réalisé dans ce travail, était loin d'être une exception et reflétait le vécu de certaines patientes.

En partant de ce constat, nous avons développé quatre questions de recherche sur lesquelles nous avons posé des hypothèses. La première était : « Un comportement moteur vocal féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ? ». À cette question, nous avons émis l'hypothèse qu'avec une prise en soin adaptée, le participant parviendrait à acquérir un nouveau CMV et donc à changer les paramètres acoustiques entre les deux CMV. La deuxième question de recherche était : « Les paramètres acoustiques de la voix masculine, utilisée après la féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine utilisée pré-intervention ? », et notre hypothèse était que la voix masculine ne changerait pas dans le temps après l'acquisition d'un CMV féminin. La troisième question était : « Le comportement moteur vocal féminin se maintient-il après des interruptions de son utilisation ? », et à cette

question nous avons également posé l'hypothèse qu'elle ne changerait pas dans le temps, même avec les interruptions de ce CMV. Notre quatrième question était : « Quelles descriptions proprioceptives, nourries par des connaissances en logopédie et en chant, pouvons-nous faire lors de l'utilisation d'un comportement moteur vocal féminin sur un larynx mâle ? ». Nous avons tenté de répondre à cette question lors de cette discussion en décrivant les gestes qui diffèrent entre les CMV, en évaluant la satisfaction du participant et en identifiant les freins et les facilitateurs à l'acquisition du CMV féminin et à son maintien.

Pour mettre à l'épreuve ces questions et hypothèses, nous avons créé une méthodologie originale à plusieurs niveaux. Nous avons construit une étude de cas en nous fondant sur les principes de la *self-study* (Hamilton, 2004; LaBoskey, 2004; Pinnegar & Hamilton, 2009; Pithouse-Morgan & Samaras, 2015; Samaras & Freese, 2009) qui ont été développés p. 21. De plus, appliquer une PES logopédique sur une personne qui en possède le bagage théorique nous a permis de lier nos connaissances et nos ressentis. La figure 4 (p. 30) illustre la chronologie des actes réalisés pour ce travail. Afin de répondre à nos questions, nous avons effectué des enregistrements pour déterminer et comparer les différents paramètres acoustiques.

2. Discussion des résultats

Prenons les hypothèses une par une.

- Un comportement moteur vocal féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ?

D'abord nous avons comparé l'ensemble des données en CMV masculin face à celles en CMV féminin. Les tests statistiques utilisés ont mis en évidence des résultats significatifs. Cela nous indique que le participant a bien réussi à différencier 2 CMV distincts. Analysons maintenant chaque paramètre isolément afin de déterminer si ces 2 CMV sont cohérents avec des modalités dites « masculine » et « féminine ».

La hauteur tonale (f_0) est plus élevée en voix féminine. Ce résultat est cohérent avec la littérature, la hauteur tonale féminine étant plus élevée que la masculine (Davies et al., 2015; De Bodt et al., 2008; Leung et al., 2018, 2021). La comparaison avec les valeurs de De Bodt et al. (2008) était particulièrement intéressante pour sa valeur contextuelle, plus que pour ses valeurs psychométriques. Ces valeurs étant atteintes, cela nous renseigne sur le fait que l'INAMI considérerait la PES réussie et ne permettrait pas d'allonger le remboursement. La

comparaison de nos scores avec ceux de Goy et al. (2013) pour le QRP et Mezzedimi et al. (2017) pour les /a/ a permis d'assurer la cohérence de nos résultats avec des valeurs externes.

Nous souhaitons ici donner les raisons qui nous ont poussé à choisir ces valeurs de références. Nous avons décidé de comparer les valeurs obtenues sur les /a/ tenus avec l'étude de Mezzedimi et al. (2017), car ils utilisent le logiciel Praat avec la même tâche que celle réalisée dans cette étude. Le petit nombre de participants est en partie compensé par la triple production du /a/ contrairement à la production simple de l'étude de Goy et al. (2013). De plus, l'italien étant une langue latine, les valeurs formantiques de son système phonétique se rapprochent plus de celles du français, sauf au niveau de la f_{R2} (Vaissière, 2011). Concernant le QRP que nous comparons à Goy et al. (2013), les valeurs recueillies sur la lecture du « *Rainbow passage* » sont celles d'un texte lu. Néanmoins nuancions, ce texte possède un sens et donc une prosodie très différente de « Quand René périt », qui est certes phonétiquement équilibré, mais n'a pas de sens. À cela s'ajoute la différence linguistique car la parole continue en anglais a souvent une FFP inférieure, mais une sd_{f_0} supérieure à celle du français (Pépiot & Arnold, 2021; Traunmüller & Eriksson, 1995). Cette étude a par contre l'avantage d'avoir un plus grand échantillon.

En nous basant sur ces réflexions méthodologiques, nous calculons les scores-Z liés à la f_0 . Tous ceux-ci sont dans les limites normales (-1 à +1 écart-type) excepté QRP2F1, QRP1F4 et les 3 /a/ de la mesure M2 qui sont plus hauts (+1 à +2 écarts-type). En mesure féminine, cela n'est pas un problème, car cela va dans le sens d'une féminisation, même s'il faut rester vigilant à ne pas créer un effet artificiel lié à une voix trop aigue. Par contre, les valeurs supérieures en mesures masculines sont plus interpellantes. En réécoutant les audios correspondants, nous nous rendons compte que je « chante » ces /a/ au lieu de les produire en voix usuelle, cela explique probablement en grande partie ces valeurs plus élevées. Lorsque je chante, j'ai une tendance à monter spontanément la fréquence et le NPS.

Nous passons ensuite au paramètre sd_{f_0} . De nouveau, la littérature scientifique met en évidence une augmentation de la valeur de ce paramètre en CMV féminin chez les femmes trans* (Davies et al., 2015; Davies & Goldberg, 2006; Gelfer & Schofield, 2000; A. Hancock et al., 2014; King et al., 2012; Leung et al., 2018; Pépiot, 2013; Wolfe et al., 1990). Si certains auteurs pensent que ce paramètre joue un rôle dans la perception du genre du locuteur (Fitzsimons et al., 2001; A. Hancock et al., 2014; Wolfe et al., 1990), d'autres ne le pensent pas (Arnold, 2015; Dahl & Mahler, 2020; Gelfer & Schofield, 2000). N'ayant pas entrepris d'évaluation perceptive dans le cadre de cette étude, nous ne pouvons pas évaluer l'effet de

l'augmentation de ce paramètre sur la perception de nos interlocuteurs. Néanmoins, précisons que les avis de l'entourage semblaient aller dans le sens d'une exagération de la sd_{f_0} . La comparaison avec les valeurs de Goy et al. (2013) montre des valeurs faibles (-1 à -2 écarts-types) pour les QRP au temps M1, fortes (+1 à +2 écarts-types) au temps F1 et significativement supérieures (> +2 écarts-types) aux temps F2, F3 et F4. Ces résultats vont dans le sens d'une exagération de la sd_{f_0} . Nous pouvons également imaginer que l'expression de genre physique du participant, généralement assez masculine, a accentué le contraste avec les paramètres acoustiques féminisés et que cela a amplifié l'impression d'exagération de la part des auditeurs.

Les paramètres f_{R2} , f_{R3} , f_{R4} sont ici discutés simultanément. Les valeurs des fréquences de résonance sont souvent considérées et attendues comme plus élevées dans les CMV féminins (Arnold, 2015; Gallena et al., 2018; Gelfer & Bennett, 2013; Hillenbrand & Clark, 2009). Or, dans ces 3 fréquences formantiques, f_{R2} et f_{R3} sont plus élevées en CMV masculin alors que f_{R4} est plus élevée en CMV féminin. Notons qu'il existe encore beaucoup d'incertitudes quant à la manière dont les fréquences de résonance sont liées à la perception du genre. Certains affirment que la féminité-masculinité vocale est influencée principalement par f_{R1} et f_{R3} (T. L. D. Hardy et al., 2020; Leung et al., 2021), selon d'autres, ce serait f_{R2} (Houle & Levi, 2021; Kawitzky & McAllister, 2020), et Carew et al. (2007) identifient la f_{R3} comme la plus importante. La f_{R4} est quant à elle très peu étudiée. Il semble donc difficile de trouver un consensus dans ces études. Nous aurions souhaité faire une comparaison avec des valeurs de référence pour les fréquences de résonance, mais nous n'en avons trouvé aucune qui puisse convenir. En cause, les tâches dans lesquelles elles étaient recueillies et une variabilité importante due aux changements voyelliques et linguistiques. Plusieurs hypothèses peuvent être posées. Soit le participant pourrait avoir intégré la PES inadéquatement et cela se répercuterait sur la perception de la féminité vocale de celui-ci, mais cela nous paraît peu probable. Soit, la f_{R4} étant augmentée en CMV féminin, la baisse des deux autres fréquences de résonance sert à augmenter l'écart entre f_{R4} et l'enveloppe f_{R1} , f_{R2} , f_{R3} et à créer un effet de contraste. Soit la voix du participant, influencée par sa pratique du chant, contenait déjà des harmoniques amplifiées au niveau des formants 2 et 3. Ce que nous décrivons ici est une voix très timbrée qui rappelle le « formant du chanteur », c'est-à-dire le renforcement des premières harmoniques et de la zone fréquentielle entre 2500 et 3500Hz (Henrich Bernardoni, 2020). Il s'agit de l'amplification de bandes d'harmoniques spécifiques lors de la voix projetée par des sujets entraînés vocalement (Bartholomew, 1934; Mendes et al., 2003; Omori

et al., 1996; Schultz-Coulon et al., 1979; Seidner et al., 1995; Watts et al., 2006; Winckel, 1973). Ce formant du chanteur est produit par le renforcement et le rapprochement des bandes résonnantes des formants 3, 4 et 5 physiologiquement corrélés à l'élargissement du pharynx et l'abaissement du larynx. Ceux-ci agrandissent l'espace de vibration de l'onde sonore dans le tractus vocal (Kitamura et al., 2006; Sundberg, 1974). Ce phénomène, s'il est utilisé dans le CMV masculin, pourrait expliquer nos résultats, du moins en partie. Ce formant du chanteur ne se retrouve pas qu'en voix chantée, nous le retrouvons également en voix parlée chez des acteurs (Nawka et al., 1997).

Analysons maintenant les valeurs des paramètres NPS et sd_NPS. La valeur de NPS est plus élevée en CMV masculin et, à l'inverse, la valeur de sd_NPS est plus élevée en CMV féminin. Pour le NPS, cela va dans le sens de la littérature qui associe une voix plus douce à la féminité vocale (Andrews & Schmidt, 1997; Davies et al., 2015; Leung et al., 2018), y compris pour les personnes trans* en féminisation vocale (T. L. D. Hardy et al., 2020). La comparaison aux valeurs de Goy et al. (2013) et de Mezzedini et al. (2017) nous ont fourni des valeurs systématiquement supérieures à +2 écarts-types. Nous posons l'hypothèse qu'elles sont, soit la conséquence du participant qui parle constamment à forte intensité, soit d'un mauvais réglage des appareils d'enregistrement. Cependant, si le problème concerne les enregistrements, cela affecte la validité externe, mais non interne, car la calibration a été faite de la même façon et avec le même matériel à chaque prise de mesures. Leur comparaison les unes aux autres nous semble donc fiable. Quant à la variation d'intensité vocale (sd_NPS), nous n'avons rien trouvé dans la littérature qui y fasse référence. Notons qu'au temps F1, le NPS faible était soutenu par un caractère soufflé de la voix comme cela a pu être conseillé par Davies et al., (2015) ainsi que par Morsomme et Remacle (2016), mais celui-ci a disparu au temps F4 car il me déplaisait.

Enfin, la durée des voyelles (Tvoy) est plus longue en CMV féminin. Ceci corrobore la littérature (Andrews & Schmidt, 1997; Bellandese, 2009; Fitzsimons et al., 2001; Simpson, 2009). Nous n'avons pas mesuré la durée des consonnes constrictives comme Bellandese (2009) ou Fitzsimons et al. (2001), mais mon impression était qu'elles agissaient comme un « liant » sur lesquelles je pouvais préparer la consonne suivante. Notons que la façon de couper la parole continue en phonèmes pour isoler les voyelles et les mesurer était bien plus difficile en CMV féminin qu'en CMV masculin. En effet, les changements de phonèmes étaient très clairs en CMV masculin, y compris en observant la composition harmonique des sons ; alors qu'en CMV féminin, les transitions de formants étaient beaucoup plus graduelles,

les voyelles passaient souvent par des phonèmes intermédiaires et les consonnes explosives et liquides étaient affadées. Nous sommes conscient que cela a peut-être pu majorer l'erreur de mesure. Nous lions cette difficulté à mon ressenti d'utiliser le *legato* en CMV féminin. Il s'agit d'une technique tirée de la voix chantée, particulièrement utilisée en *bel canto*, qui lie les sons entre eux comme en glissant afin d'être le plus homogènes et justes possible. Les voyelles y sont prédominantes, alors que les consonnes sont rapides, intégrées au ruban vocal et en anticipation des temps musicaux (Zedda, 1995). L'allongement des voyelles prend encore plus des sens si nous partons du postulat que le CMV féminin tire une partie de ses composantes de la voix chantée. En effet, le chant est connu pour avoir des voyelles 7 à 14 fois plus longues qu'en voix parlée, et donc d'avoir une composition temporelle de la syllabe à prédominance voyellique (Scotto Di Carlo, 1981; Scotto Di Carlo & Autesserre, 1992).

Comme nous le verrons dans la discussion des deuxième et troisième hypothèses, les résultats varient entre les premiers et derniers temps de mesures dans chaque CMV. Nous avons donc comparé le temps M4 au temps F4 afin de comparer les stades les plus évolués de chaque CMV. Ce faisant, nous avons diminué le nombre d'observations sur lesquelles se fondent nos statistiques et en avons donc diminué la puissance. Cette fois, nous obtenons des corrélations fortes pour la f_0 et la sd_f_0 , une modérée pour la f_{R4} et une faible pour la T_{voy} . Les valeurs de ces paramètres sont toutes plus élevées lors de l'utilisation du CMV féminin. Quant aux autres paramètres, ils ne montrent plus de différences significatives. Nos résultats sont en accord avec Dahl et Mahler, (2020), Gelfer et Schofield (2000), Hardy et al. (2016) pour les $f_{R1, 2, 3}$ lors de la comparaison M4-F4, ce qui n'était pas le cas lors de la comparaison M_{tot} - F_{tot} . Cela peut être mis en lien avec l'hypothèse 3 ci-après qui montre une augmentation de la f_{R3} au cours du temps en CMV féminin.

Nous pouvons donc dire que le participant a développé deux CMV distincts que l'on peut qualifier de féminin et de masculin. Étant donné que les scores à l'AVQI ne dépassent jamais leur valeur limite, ces deux CMV peuvent être considérés comme sains. Le nombre d'observations peu élevé ne nous permet pas de mettre à jours des résultats significatifs pour les corrélations appliquées à l'EVE et à l'AVQI.

- Les paramètres acoustiques de la voix masculine, utilisée après la féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine utilisée pré-intervention ?

Le test de Kruskal-Wallis met en évidence des différences entre les temps de mesure en CMV masculin pour les paramètres sd_{f_0} , NPS et sd_NPS . Nous pourrions dire, en observant les moyennes de rang (graphique 2), qu'il semble y avoir une tendance à la hausse pour le sd_{f_0} , sauf au temps M4 (trop faible), une tendance à la hausse pour le NPS, sauf au temps M3 (trop faible), et une tendance à la baisse pour le sd_NPS , sauf pour le temps M2 (déjà trop faible par rapport aux autres temps d'évaluation). Néanmoins, ces différences ne se retrouvent pas lors de la comparaison multiple auxquelles sont appliquées des corrections de Dunn-Bonferroni. Or, nous savons qu'il existe un risque plus élevé de commettre une erreur de première espèce au test de Kruskal-Wallis sans correction. Nous interprétons donc ces résultats comme nous confirmant l'hypothèse que la voix masculine ne change pas entre les temps d'évaluation.

- Le comportement moteur vocal féminin se maintient-il après des interruptions de son utilisation ?

Le test de Kruskal-Wallis met en évidence des différences entre les temps de mesures en CMV féminin pour les paramètres f_0 , f_{R3} , f_{R4} , f_{Rmoy} et NPS. Nous pourrions dire, en observant les moyennes de rang (graphique 3), qu'il semble y avoir une tendance à la hausse pour les f_{R3} , f_{R4} , f_{Rmoy} , sauf au temps F2 (trop bas). Nous interprétons ces résultats comme une évolution positive du CMV féminin dont les fréquences de résonance continuent à augmenter, ce qui est préconisé dans la littérature (Carew et al., 2007; Houle & Levi, 2021; Kawitzky & McAllister, 2020; Leung et al., 2021). Nous remarquons une tendance à la hausse pour le NPS, sauf au temps F3. Celle-ci nous semble également être une évolution positive car elle répond à mon souhait. En effet, je déplorais ne pas être assez entendu lorsque j'utilisais le CMV féminin. La littérature tend plus à diminuer le NPS, mais Dahl et Mahler (2020) ont récemment trouvé des résultats montrant une perception de la féminité augmentée avec un NPS plus haut. Ils avancent comme raison le reflet d'une plus grande confiance en soi (Kimble & Seidel, 1991) ou l'augmentation coordonnée du NPS avec la f_0 (Gramming et al., 1988). Pour f_0 , la seule différence significative trouvée lors de la comparaison multiple se situe entre F1 et F3 où F3 est la moyenne de rang la plus faible. Nous interprétons ce résultat comme étant dû au fait que le temps F3 était un temps avec une hauteur tonale particulièrement grave, mais qui ne reflète pas une tendance continue du fléchissement de f_0 dans le temps. En conclusion, nous estimons que le CMV féminin ne se maintient pas entre

les différents temps d'évaluation, mais continue d'évoluer. De plus, cette évolution semble aller vers une augmentation de son caractère féminin.

- Quelles descriptions proprioceptives, nourries par des connaissances en logopédie et en chant, pouvons-nous faire lors de l'utilisation d'un comportement moteur vocal féminin sur un larynx mâle ?

Nous avons répondu à cette question avec une analyse du TWVQ et un tableau récapitulatif décrivant les différents changements vocaux entre les CMV masculin et féminin. Nous avons également intégré des éléments proprioceptifs dans la discussion des autres questions de recherche. Enfin, nous avons complété avec une discussion sur les interrogations éthiques soulevées par ce travail dans laquelle nous avons intégré de questions subjectives.

Concernant le TWVQ, expliquons d'abord pourquoi il nous a semblé pertinent de neutraliser 5 items (les items 3, 6, 10, 20 et 28). Chacun de ces items cherche à transcrire : soit l'influence de la voix sur une dysphorie que je ne présente pas ; soit l'incongruence entre la voix, l'expression de genre physique et la perception par autrui du genre du participant (Annexe 14) Pour avoir une meilleure représentation de l'autoévaluation vocale, il nous semble pertinent de soustraire 30 points à chaque évaluation afin d'annuler les items cotés à « jamais ou rarement ». Le TWVQ /70 (5 items neutralisés + soustraction de 30) nous semble mieux adapté à l'expérience menée ici. Les difficultés persistantes en F4 sont les items 15 et 18 relatifs à l'automatisation du CMV et à la charge cognitive allouée au CMV. Cela semble cohérent avec mes réponses spontanées qui décrivent une facilité accrue à utiliser le CMV féminin, mais un besoin de rappels de la part de l'entourage après une période sans communication. Les diminutions de scores observées entre les temps F1 et F2 portent sur les items 1, 8, 13, 14, 22 et 24. Ces items reflètent principalement la difficulté à apprécier le corrélat perceptif du CMV féminin et les difficultés sociales qui en découlent. Je décrivais au temps F1 une voix que je n'appréciais pas à cause de son caractère faible, soufflé et artificiel. Cette qualité vocale me posait principalement problème lors des situations de groupe où je n'arrivais pas à augmenter l'intensité de ma voix comme je le souhaitais et je ne me sentais donc pas entendu. Cela aboutissait parfois à un retour à la voix masculine. Il en était de même lorsque je discutais avec mon père malentendant (perte de 40 dB). De ce fait, et par l'effet Lombard qui est la tendance d'un individu à augmenter son intensité vocale dans un milieu bruyant (Bottalico et al., 2022), le CMV féminin se fatiguait rapidement en groupe et cela diminuait mes envies de communiquer. Ces problèmes étaient bien moindres au temps F4 où je me sentais bien plus à l'aise et avec une voix plus puissante objectivée au test de Kruskal-

Wallis décrit précédemment. Nous sommes évidemment conscient que cette analyse comporte un risque de biais, le participant étant juge et partie. Néanmoins, ayant rempli les TWVQ le 11 avril et le 20 juin, c'est-à-dire à 2 mois d'intervalle, je ne me souvenais plus des réponses données en F1 au moment de remplir le TWVQ au temps F4. Au-delà de l'aspect quantitatif qui décrit une meilleure autoévaluation vocale avec le temps, cet outil nous a semblé intéressant à utiliser pour comprendre les justifications qualitatives des résultats numériques.

Pour finir, nous décrivons au tableau 25 les changements perçus proprioceptivement en fonction du CMV. Sont mises entre parenthèses de la première colonne les origines des changements vocaux entrepris. Ces origines peuvent être : la formation Estill Voice Training© (Estill); la pratique chantée et les acquis en chant classique du participant (Chant) ; les principes et techniques directement travaillées lors de la prise en soin (Astudillo) ; l'expertise de féminisation issue des études, des lectures et de la recherche entamée par le participant lui-même (Logopédie).

Tableau 25 : Comparaison des CMV.

| Structures (origine) | CMV masculin | CMV féminin |
|---|--|---|
| Apex lingual (Logopédie) | Aucune attention n'y est portée. Plutôt aplati et en contact avec les incisives inférieures. | Tonique, recherche d'un contact alvéolo-dentaire. |
| Base de langue (Chant, Estill) | Abaissée, en appui mandibulaire | Gardée haute aux temps F1, F2, F3 (car cherche un travail synergique avec la hauteur du larynx). Abaissée, mais sans appui au temps F4. |
| Hauteur du larynx (Estill) | Mobile, médian à bas. | Plus maintenu en position haute. |
| Repli ary-épiglottique (Estill) | Etroit, mais recherche d'un son « rond ». | Etroit, mais à un faible niveau d'effort pour un son « doux ». |
| Prosodie (Astudillo, chant) | Monotone et hachée | Dynamique et <i>legato</i> |
| Attaque du son (Estill) | Glottale douce. | Simultanée ou soufflé (plus rare). |
| Fin de son (Estill et logopédie) | Simultanée ou glottale. Peu d'attention y est apportée. | Simultanée ou soufflée. Fin de phrase en montant en glissando. |
| Masse des plis vocaux (Estill et chant) | Epaisse et parfois relâchée (rare). | Fine ou rigide. Accolement moindre des plis vocaux surtout au temps F1 et F2. La masse s'épaissit au temps F4. |
| Utilisation du mécanisme 2 (Astudillo) | Jamais. | Régulière. |
| Espace de résonance postérieur (Chant) | Elargi à l'arrière de l'isthme du gosier. Larynx et langue abaissés ; | Peu d'espace aux temps F1, F2, F3. Résonance buccale à l'avant de |

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| | voile relevé, tendu et collé au pharynx ; pharynx et constricteurs mobilisés. | l'isthme du gosier en temps F4. Apport de résonances graves plus naturelles. |
| Espace de résonance antérieur (Chant) | Recherche de résonances nasales, vise l'alvéole osseuse pour garder un équilibre résonantiel. Idée de résonance verticale. | Recherche de résonance frontale et buccale. Idée de résonance horizontale. |
| Mandibule (Astudillo et logopédie) | Peu mobile, la langue y est en appui. Idée d'activation masséterienne. | Libérée, recherche de mobilité et d'ouverture verticale. Idée d'activation temporale. |
| Lèvres (Chant et logopédie) | En protrusion et toniques. | En protrusion au temps F1, F2 et F3. Recherche de détente et d'étirement en F4. Transfert de leur tonicité vers la mâchoire. |
| Faux plis vocaux (Estill) | En rétraction en voix adressée, médian en voix « fainéante ». | Toujours rétractés |

3. Questionnements éthiques

La méthode de *self-study* a soulevé à juste titre de nombreuses questions éthiques, raison pour laquelle nous avons eu à demander l'approbation de deux comités éthiques. Deux groupes de questions se sont révélés particulièrement importants : Les préoccupations par rapport au risque d'induction d'un mal-être psychologique pour le participant ; et celles remettant en cause la fiabilité des résultats à cause des risques de biais engendrés par l'implication personnelle du mémorant dans la recherche.

Pour le premier type d'interrogations soulevé concernant le bien-être du participant, nous avons tenté d'y répondre grâce à des questions subjectives. Ces questions sont nées de la collaboration entre le mémorant et sa promotrice, Madame Dominique Morsomme, afin qu'elles soient formulées comme si elles étaient destinées à quelqu'un d'extérieur à l'étude. Nous avons demandé à un tiers de poser les questions et les réponses spontanées du participant ont été retranscrites après avoir été enregistrées. Celles-ci n'ont pas subi de modification, mises à part les précisions en italiques et entre parenthèses qui visent à compléter le propos afin de l'éclaircir.

1. Comment avez-vous vécu cette expérience d'un point de vue personnel ? Avez-vous ressenti un impact dans votre vie sociale, sur le regard des autres ou dans votre implication cognitive ?

« J'ai adoré vivre cette expérience ! Au-delà de la concrétisation d'un projet entamé depuis plus d'un an et demi, cette expérience représente pour moi une vraie plus-value professionnelle et personnelle. Je crois que je suis maintenant bien plus armé pour travailler avec les personnes trans*. Grâce à l'expérience partagée, je peux partir de mon vécu et ne pas me placer face aux patients comme un sage dans sa tour d'ivoire, mais discuter sur un terrain commun tout en partageant mon expertise dans le domaine de la voix. En plus, le concept même de la création de cette étude a été très stimulant ! Je n'arrêtais pas d'avoir plein d'idées qui fusaient et me motivaient à fond pour travailler et avancer dans le projet. En plus, je crois vraiment au pouvoir militant (*dans le sens de la recherche de changement profitable à une communauté*) et bienfaisant de la recherche scientifique. On essaie que le patient aille mieux et ce, le plus vite et efficacement possible. Déjà ça, c'est un postulat militant. Et pour que ça atteigne ce but, je dois à cette étude d'être le plus impartial possible, pour que les résultats soient exploitables. Du coup par rapport au regard des autres, ma famille et mes ami.e.s ont été géniaux et très accueillants avec Tonie (*prénom féminin du participant choisi par lui-même à la demande de Madame Astudillo*). Par contre, c'est vrai qu'en rue ça pouvait être inconfortable. Je me souviens d'une fois à la Maison du Peket (*bar de Liège*) où je m'amusaïs à alterner mes voix et alors que je parlais en Tonie (*CMV féminin*), y a quelqu'un à la table à côté qui m'a lancé un regard bizarre et par pur réflexe j'ai repris ma voix masculine. Du coup, c'est vrai que j'ai eu plus peur de l'utilisation sociale de la voix féminine que ce que j'aurais cru. Mais à l'inverse, quand j'étais en voix masculine et que je me forçais à ne pas parler en Tonie, j'avais peur aussi de ne pas la retrouver. Parfois, j'avoue que même en voix masculine, je faisais des petits « oui, tout à fait » (*phrase de transition créée par le participant pour retrouver ses repères proprioceptifs féminins*) pour me rassurer. Et par rapport à l'implication cognitive, c'était impressionnant comme au début je n'arrivais à rien dire d'intelligent. Je mettais tellement de charge cognitive sur ma façon de parler que je n'arrivais plus à réfléchir à ce que je voulais dire. Mais c'est encore vite passé je trouve. »

2. Comment avez-vous vécu la nécessité du drill ? La pratique (dans le sens que lui accorde la théorie de l'apprentissage moteur) vous a-t-elle semblée contraignante ?

« Pas si mal. Au début, c'était difficile à mettre en place, je le faisais juste avant d'aller dormir parce que c'était le seul moment où j'y pensais. Mais vu que c'était entre 1 et 2 heures du matin, j'avais peur de déranger mes coloc. J'imagine que ça m'a aidé à diminuer le volume. Aussi, quand je sortais plusieurs soirs de suite, j'oubliais d'envoyer mes audios pendant quelques jours d'affilée. Plus j'avancais dans l'automatisation, plus c'était facile

parce que je pratiquais dans ma vie de tous les jours plutôt que d'envoyer des exercices. Par contre, je n'ai pas pu pratiquer autant que je le voulais parce que je devais rester en voix masculine pour les stages et quand je rentrais il était entre 19 et 21h, du coup je ne parlais pas des masses aux colocs. Il y a des jours où j'ai très peu pratiqué pour cette raison. Mais de façon générale, la phase de pratique ne m'a pas dérangée. »

3. Comment qualifieriez-vous l'importance du lien et de l'adhérence thérapeutique avec le·a logopède ?

« Très importante ! J'avoue que j'ai eu du mal avec la mienne lors des séances, ça ne collait pas trop. Même si en dehors, je la trouvais sympathique. Si ce n'était pas pour l'étude, j'aurais changé. Ce que ça a eu de positif, c'est que j'avais beaucoup d'autonomie vu que je connais bien le sujet. J'ai pris ce que j'aimais bien, j'ai jeté ce que je n'aimais pas. Je continue à parler le plus fort possible par exemple. Finalement, je me dis que c'est ce que font toutes les patientes avec nous et ce n'est pas une si mauvaise chose. »

4. Avez-vous ressenti une pression, lors de l'expérimentation, liée au fait de devoir rédiger un travail qui dépendait de la réussite de l'acquisition d'un nouveau CMV ?

« Non, pas du tout. Dès le début, Madame Morsomme a rendu très clair qu'une absence de résultat, c'était déjà un résultat. Je voulais ardemment que ça fonctionne parce que j'en ai envie de façon générale et que c'est important pour moi. Mais pour la recherche, même les moments où j'ai eu des coups de mou ou du mal à me motiver à bien faire mes exercices, tout ça, je me disais que c'était intéressant à analyser le pourquoi du comment plutôt que de me culpabiliser. Par exemple, en F4, j'ai eu beaucoup de mal à m'y remettre et à automatiser la voix féminine. Et quand j'analyse le pourquoi, je me dis que c'était parce que je me sentais très *masc* (*masculin en anglais, en termes d'identité de genre*) et j'avais plutôt envie de sur-masculiniser à ce moment-là. Ça m'a semblé être une variable intéressante. »

5. Comment cette expérience a-t-elle influencé votre psychologie ? Pensez-vous que votre vécu de la PES soit comparable à celui d'une femme trans* binaire ?

« Elle m'a incité à plus explorer mon genre. Vu que j'ai lu « vous n'êtes pas binaire, personne ne l'est » (*Iantaffi & Barker, 2021, livre de développement personnel alliant des textes théoriques, des témoignages et des exercices de pensées pour appliquer les thèmes abordés à notre vie*) en même temps, c'était hyper propice. Le genre est un super outil d'exploration de soi, et pas que pour les personnes queer. Ne serait-ce qu'en tant qu'outil pour comprendre les

attentes qui sont posées sur soi et sur les autres. Une fois que tu en as conscience, à toi d'accepter ou non de les intégrer à qui tu es en tant qu'être humain, mais tu récupères une partie de ton agentivité. De là, j'ai dérivé vers la philosophie intersectionnelle, et honnêtement, depuis que j'explore ces concepts, je ne me suis jamais senti aussi stable psychologiquement. Maintenant, il faut dire aussi que depuis que j'assume un peu plus mon côté queer, j'ai aussi plus peur (*de me faire agresser en rue ou en soirée, par exemple*). Mais je crois que sans l'étude, ça aurait été la même chose, ce n'est pas un déclencheur, juste une variable parallèle qui a participé peut-être un peu. Je ne pense vraiment pas que ce soit comparable à celui d'une femme trans*, loin de là. Je n'ai pas eu à assumer une transition sociale. Si j'en avais marre de faire des efforts, je pouvais revenir en voix *masc*. Face à toutes les réactions dubitatives ou négatives, je pouvais dire « c'est pour la science ! ». Je pense qu'avoir vécu ça me permet de mieux comprendre une partie de leur vécu, mais je n'en ai clairement pas toute la mesure et je reste hyper privilégié. »

La deuxième question soulevée par les comités éthiques, interrogeant la fiabilité de nos résultats, demande à ce que l'on mobilise plusieurs éléments de réponse.

Premièrement, pour pallier aux risques de biais qui existent bel et bien, nous avons tenté de mettre en place des outils méthodologiques. Le premier repose dans la multiplication des collaborateurs à l'élaboration de cette méthodologie. Cet élément central a été suggéré par la littérature (LaBoskey, 2004). Évidemment, Madame Morsomme, la promotrice de ce mémoire, a été la première interlocutrice. Sa disponibilité et son intérêt pour cette étude ont été un soutien très précieux, y compris pour calmer nos ardeurs et nous inciter à laisser reposer nos réflexions au lieu d'être dans une effervescence constante. Monsieur Pressia, doctorant, a pu paralléliser nos résultats statistiques, ce qui nous a permis de vérifier que nos résultats et interprétations statistiques n'étaient pas le résultat de biais nous poussant vers les résultats souhaités. Dans cet esprit, le fait que Monsieur Pressia n'ait pas eu connaissance des hypothèses de recherche est un avantage car il n'est pas soumis à ce biais. Monsieur Pommée, docteur en logopédie, fut également un soutien. J'ai pu lui présenter la méthodologie et les méthodes d'extraction des données. Ses conseils et son regard attentif ont permis d'améliorer la rigueur des mesures effectuées. Dans la mesure de la durée des voyelles, j'ai bénéficié de l'aide de Madame Sabine Hasoppe, logopède. Avec elle, nous avons pu nous assurer d'atteindre un consensus lors de la délimitation des extrémités des phonèmes. Ce regard croisé était particulièrement nécessaire pour l'analyse des voyelles en CMV féminin car elles y étaient bien plus difficiles à délimiter. Madame Astudillo, en effectuant son rôle de

thérapeute a évidemment été une personne essentielle dans le processus. Enfin, le cercle social du participant a pu lui fournir des feedbacks concernant son CMV féminin et lui donner leurs impressions le concernant. La littérature veut que les personnes-ressources soient capables de critiquer le chercheur-participant et de le soutenir en restant constructifs (Schuck & Russell, 2005). Il s'agit tout à fait de l'attitude adoptée par ces personnes-ressources.

Deuxièmement, nous avons utilisé des outils pour tenter de diminuer la boîte noire que constitue la prise en soin vocale. La boîte noire fait référence au contenu des séances de PES, souvent opaque, et dont on comprend encore mal les ingrédients actifs et les mécanismes d'action. Pour spécifier le contenu de la méthode Astudillo (pp.18-22), nous avons utilisé deux grilles d'analyse : le RTSS (théorie pp. 24-27 et application pp.34-38) et la MLCF (théorie pp. 27-29 et application pp. 38-41). D'abord, la théorie de l'apprentissage moteur pose le cadre théorique de la distinction prépratique – pratique (Schmidt et al., 2018) sur l'importance que Madame Astudillo accorde au travail entre les séances. En outre la MLCF s'attache à identifier les variables de la prépratique dans l'interaction thérapeute-participant, quelle que soit la rééducation motrice. C'est donc une grille intéressante pour isoler les variables communes à toutes les PES et neutraliser leurs effets lors de l'évaluation de l'efficacité d'une rééducation. Ensuite, le RTSS devient complémentaire pour décomposer les objectifs distaux en structure tripartite du RTSS (Hart et al., 2019; Van Stan et al., 2019, 2021b). En plus du système RTSS généraliste, nous disposons maintenant du RTSS-*Voice* (Van Stan et al., 2021a) pour homogénéiser les intitulés des cibles et ingrédients actifs. Ces systèmes se complètent l'un l'autre car la MLCF neutralise les éléments qui pourraient polluer l'analyse apportée par le RTSS. Cependant, il existe des zones de recouvrements entre ces deux analyses. Prenons l'exemple de la 6^{ème} cible du RTSS « Augmenter les connaissances sur la féminisation vocale » (cible pédagogique) (p. 34) que nous pouvons comparer aux *explications* ; la 7^{ème} cible du RTSS « Changer les croyances et représentation de la féminité » (cibles de type conseil) (p. 37) qui se rapproche des *instructions* de la MLCF par leur caractère injonctif ; la 8^{ème} cible du RTSS « Augmenter la motivation et les opportunités d'utilisation de la voix féminine » (cible de création d'habitudes), semblable à la variable *motivation* de la MLCF. Nous parlons de zones de recouvrement et non de redondances car les points présentés précédemment recouvrent des domaines communs, mais leur analyse et leurs justifications sont différentes car les modèles théoriques qui les sous-tendent sont différents. Nous pensons néanmoins qu'une adaptation des grilles afin de pouvoir les faire fonctionner de concert serait un atout. Pour de futures études, nous

recommanderions d'enregistrer les séances de prépratique pour qu'ensuite un jury composé de professionnels de la voix, formés à l'utilisation de ces grilles, puisse les remplir en visionnant les enregistrements. Les observations pourraient ensuite être comparées pour déterminer si les juges arriveraient à des consensus et, à terme, déterminer les proportions dans lesquelles les variables de prépratique et les ingrédients actifs devraient être utilisés.

Troisièmement, la fiabilité de notre étude est importante, raison pour laquelle nous avons été rigoureux, tant au niveau de la prise de mesures que de l'analyse statistique. Cependant, il nous semble opportun de rappeler que l'intérêt de cette recherche ne réside pas dans une analyse mathématique stricte, mais bien dans la mise en lien des résultats statistiques et acoustiques avec le ressenti proprioceptif. En effet, l'optique d'une étude exploratoire nous semble bien plus pertinente avec cette méthodologie. Nous pensons que notre étude propose une base sur laquelle d'autres recherches pourraient venir confirmer ou infirmer nos résultats.

Enfin, toujours dans l'optique d'interroger le biais de juge et partie, il nous semble important de situer ce travail dans un contexte de remise en question du cadre épistémologique de la recherche en logopédie. En effet, l'*American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) suit actuellement un courant qui vise à déconstruire nos aprioris sur l'objectivité de la méthode scientifique résumé par Ellis et al. (2021). La production et la diffusion de la connaissance est majoritairement entre les mains de personnes privilégiées par leur couleur de peau, leur statut socio-économique et leur position hiérarchique (De Witte, 2020; Witten & Maskarinec, 2015). De façon générale, ils appartiennent à des groupes majoritaires qui profitent de systèmes de domination en place alors que les personnes bénéficiaires de ces productions scientifiques sont majoritairement des personnes qui ne possèdent pas ces privilèges (Ellis et al., 2018; R. Y. Hardy et al., 2019). Or, ce contraste peut parfois desservir la recherche et diminuer la pertinence des questions posées (Wittenbrink & Schwarz, 2007) ou créer des problèmes de généralisation des résultats aux différentes populations visées (Medin et al., 2017). Par conséquent, il semble important, pour améliorer la qualité des recherches, de les lier aux personnes qui les produisent en assimilant leurs postulats et leur prisme de compréhension des résultats afin de pouvoir poser un regard critique et informé sur les conclusions proposées par les académiciens. Cela permet aussi d'augmenter la diversité et la richesse des raisonnements proposés (Nielsen et al., 2018), ainsi que d'impliquer les personnes bénéficiaires de la recherche pour améliorer l'applicabilité à la clinique en répondant aux préoccupations principales des populations que nous soutenons (Gupta, 2003). Pour améliorer la situation, Ellis et al. (2021, p. 2034) écrivent :

Un tel changement devrait commencer par une reconceptualisation de la manière dont les questions et les hypothèses de recherche sont élaborées, suivie d'une reconsidération des processus et des approches de recherche, ainsi que de la diversité des membres de l'équipe de recherche selon les lignes raciales, ethniques, linguistiques et culturelles qui génèrent les connaissances qui guident le domaine [traduction libre].

Les personnes trans* étant un groupe minoritaire précarisé (Alessandrin, 2018), cette communauté entre complètement dans le cadre des descriptions ci-dessus. En ayant conscience de ce changement de paradigme de recherche et du questionnement qui se pose sur la pertinence de la recherche et des questions posées par le corps académique, nous posons l'hypothèse que changer le cadre épistémologique de cette étude fut une force, mais que nous aurions pu aller plus loin (p.ex. : en demandant à des femmes trans* si les vécus et les descriptions de freins et facilitateurs du participant faisaient écho aux leurs). S'approcher de l'expérience de nos bénéficiaires a le potentiel d'aiguiller nos futures questions de recherche et de faciliter le transfert de la création de connaissance à la clinique.

4. Implications

Cette étude nous apporte des éléments nouveaux concernant : la description proprioceptive d'un bénéficiaire de la PES renseignée par des connaissances logopédiques, vocales et scientifiques ; et la capacité d'alterner les différents CMV pour un participant ayant acquis un CMV féminin. Cette étude nous montre que chez un individu spécifique, il a été possible de conserver le CMV féminin, même après 2 interruptions. Cela nous indiquerait qu'une telle alternance serait envisageable pour nos patient·es selon leur situation personnelle, leurs motivations et besoins. Il s'agit de la première étude de ce type à notre connaissance, il existe un vide dans la littérature.

Cela nous permet aussi de recommander à tous·tes les logopèdes de tenter cet apprentissage pour acquérir les 2 CMV. En effet, si elle ne nous paraît pas indispensable pour tous·tes, cette expérience fut très enrichissante pour le participant à titre professionnel et celui-ci se sent plus à même de travailler avec la population-cible et de comprendre les enjeux et les problématiques liées à cette PES. Nous pourrions donc explorer à plus grande échelle si des étudiant·es en logopédie de la voix parviennent à alterner les CMV et à décrire proprioceptivement leur expérience, et si cela constitue un avantage dans leur clinique. Dans cette optique, il serait possible d'imaginer des sessions d'apprentissage condensées sur 4

semaines afin de mieux intégrer cette expérience dans leur horaire sans en diminuer la qualité (Quinn et al., 2022). Nous pourrions également imaginer cet apprentissage sous forme de travail hybride, en groupe et en individuel. En effet, ce type de travail a montré une efficacité de l'évolution vocale égale à la PES en individuel, mais avec une adhérence thérapeutique et une atteinte des objectifs personnels plus importantes (Merrick et al., 2022). Profiter ainsi de l'effet de cohésion de groupe serait également l'occasion de lier les étudiant·es en logopédie et de créer des échanges constructifs basés sur leur expertise logopédique et personnelle afin d'affiner les descriptions proprioceptives évoquées ici.

Le tableau de descriptions proprioceptives pourrait également faire l'objet d'une étude afin d'analyser son contenu en appliquant les grilles de lecture MLCF (Madill et al., 2020) et RTSS (Hart et al., 2019). Cette analyse pourrait nous mener à mieux comprendre l'influence du profil initial du·la patient·e en demande d'harmonisation vocale, que ce soit en termes de connaissances théoriques ou d'habiletés vocale. Dans ce sens, Révis (2021) propose un modèle qui fournit une estimation du pronostic en fonction de la FFP initiale et des capacités vocales de la patiente (Annexe 15). Ainsi, selon son modèle, notre participant avait d'excellentes perspectives, car sa f_0 au temps M1 était entre 120 et 140 Hz et il démontrait des capacités vocales excellentes décrites comme : une voix saine, avec présence des 3 mécanismes, un chant de bonne qualité et une appétence au jeu vocal. Reste à mettre à l'épreuve ce modèle. Ceci fait, il semblerait important de tester l'hypothèse selon laquelle l'alternance des CMV est possible pour les personnes ayant d'excellentes, de bonnes, de possibles mais limitées ou de faibles perspectives.

La double analyse MLCF-RTSS nous interroge aussi sur les spécificités et la complémentarité des cadres théoriques qui peuvent s'appliquer à l'harmonisation vocale. La théorie de l'apprentissage moteur a, par exemple, déjà été utilisée pour construire une PES impliquant moins le·la logopède afin de mettre en avant la phase de pratique (Hawley & Hancock, 2021) ou les feedbacks administrés lors de cette phase (Kawitzky & McAllister, 2020; Morsomme & Remacle, 2021). Le RTSS, quant à lui, s'adapte de plus en plus aux besoins et à la terminologie de la PES vocale (Van Stan et al., 2021a) et est utilisée pour décrire les ingrédients actifs de nouvelles méthodes en féminisation vocale (Morsomme & Remacle, 2021). Dans ce travail, nous avons posé l'hypothèse que ces analyses étaient complémentaires et nous y avons vu un intérêt pour faire évoluer nos méthodes et diminuer la boîte noire de la PES vocale.

Enfin, cette étude est, selon nous, une opportunité de mettre en perspective le cadre épistémologique dans lequel les études concernant l’harmonisation vocale sont menées (Ellis et al., 2021; Taylor & Coia, 2014). Cette méthodologie nous invite à aller plus loin dans l’intégration des personnes concernées par nos sujets d’étude afin d’affiner nos questions de recherche en fonction des besoins de nos bénéficiaires (Alessandrin, 2018). Outre-Atlantique cette démarche est en cours (ASHA Staff, 2022), il reste à déterminer la forme que cela peut prendre dans notre contexte européen, et à fortiori belge. Pour ce faire, nous proposons dans un premier temps de conscientiser et de nous interroger sur le postulat sur lequel nous nous basons pour comprendre l’association genre-voix. Zimman (2018) décrit les postulats « déterministe » et « constructiviste », ainsi que la façon dont ceux-ci ont influencé la recherche en sociolinguistique et en logopédie. Le déterminisme entend que les différences entre la voix féminine et la voix masculine sont sous-tendues par des différences physiologiques innées. Le constructivisme statue qu’il existe des différences physiologiques, mais que celles-ci sont modulées par d’autres variables. Premièrement, la diversité linguistique (Gordon et al., 2002; Loveday, 1981; Yuasa, 2008) et culturelle (Henton, 1986) ; deuxièmement, la socialisation précoce et les patterns vocaux genrés observés au stade prépubaire, alors qu’aucune différence physiologique ne les justifient (Fitch & Giedd, 1999; Flipsen et al., 1999) ; troisièmement, l’intersectionnalité (Crenshaw, 1989) constitutive de chaque individu qui teinte la perception du genre du locuteur selon l’orientation sexuelle (Munson et al., 2006), le niveau socio-économique (Stuart-Smith, 2007) et le statut d’immigration (Pharao et al., 2014) d’un individu; et quatrièmement, de l’agentivité, c’est-à-dire de la capacité d’un sujet à modifier les caractéristiques pertinentes liées au genre vocal perçu. À la lumière de ces définitions, nous observons que notre étude s’intègre dans une perspective constructiviste du phénomène de genrage vocal. Celle-ci rejoint en effet l’agentivité vocale en créant un lien avec la théorie de l’apprentissage moteur et la possibilité d’adopter, et d’adapter, des comportements moteurs vocaux différents. Nous avons par ailleurs été vigilant à séparer l’assignation de genre à la naissance, l’identité de genre et l’expression de genre physique et vocale du participant afin de mieux envisager les liens entre masculinité-féminité vocale, l’expression de genre générale du locuteur et son identité (Zimman, 2018).

5. Limites

Tout d’abord, le profil très particulier de notre participant a constitué une richesse pour certaines observations proprioceptives, mais il ne nous permet pas de faire des généralisations

à une population, chose qui était déjà impossible pour une étude de cas. Là où ce profil a pu avoir une influence, c'est également dans la mesure des fréquences de résonance. Déjà, le participant est queer, or des recherches assez anciennes montrent que les hommes gays présenteraient une f_{R1} plus élevée que les hommes hétéros (Munson et al., 2006). Le « formant du chanteur » (Henrich Bernardoni, 2020) est un autre élément de réponse qui nous semble pertinent pour expliquer le peu de différences observées entre les f_R du CMV masculin et du CMV féminin. Les résultats de cette étude indiquent la pertinence de la prise en compte de la f_{R4} . Cependant, dans la littérature, nous ne trouvons pas d'étude corroborant cette suggestion. Les recherches concernant ces f_R sont souvent en contradiction les unes avec les autres et cela soulève, selon nous, la nécessité de réfléchir aux méthodes de mesures des f_R . Une piste pourrait être de réfléchir aux différentes mesures possibles concernant les formants (Kent & Vorperian, 2018). Par exemple, observer les *bandwidths* ou utiliser les balances spectrales pour comparer deux bandes fréquentielles ou une bande fréquentielle à l'énergie spectral totale (Lamesch, 2010; Schultz-Coulon et al., 1979; Ternström et al., 2006). Nous pourrions également réfléchir aux liens entre les formants et considérer la f_0 en termes d'intervalles plutôt qu'en valeurs absolues déconnectées les unes des autres.

Le risque de biais a largement été discuté (De Bodt et al., 2008; Denzin & Lincoln, 2005; Ellis et al., 2021; Goy et al., 2013; Madill et al., 2020; Mezzedimi et al., 2017; Schuck & Russell, 2005; Van Stan et al., 2021a) et nous avons tenté de le minimiser au maximum, mais cette réflexion doit être continuée et débattue afin d'assurer la fiabilité de ces résultats exploratoires.

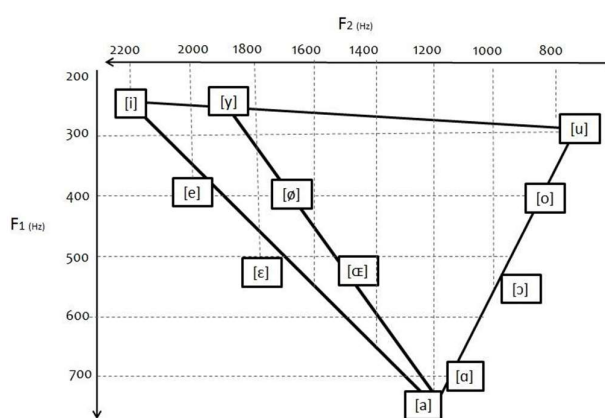
Un autre point qui nous semble intéressant à investiguer est d'approcher l'EVE en séparant le mécanisme 1 du mécanisme 2 (Lamesch, 2010; Roubeau et al., 2004). En effet, si la différence entre les mesures n'est ici pas flagrante, faute d'un nombre plus élevé d'observations, j'ai éprouvé plus de facilité à accéder à mon mécanisme 2 et à atteindre des notes aigues en mécanisme 1. Cette analyse de l'EVE pourrait se coupler à une étude avec une électroglottographie qui nous montrerait le nombre de passages en mécanisme 2 à conseiller lors de la parole continue pour atteindre une FFP plus haute sans y ajouter un caractère artificiel.

Concernant les mesures, nous nous interrogeons sur la fiabilité des valeurs de NPS qui semblent élevées. Répliquer ces résultats avec un autre matériel nous permettrait de vérifier l'existence et l'importance de l'erreur de mesure. Aussi, nous n'avons pas converti les sd_{f_0} en demi-tons ou repris les fréquences montantes ou descendantes. Les demi-tons sont plus

représentatifs de notre façon de percevoir les sons grâce à leur échelle logarithmique qui neutralise l'influence de la hauteur tonale de la production. Ces scores ne changeraient pas les résultats des hypothèses 2, 3 et 4, mais cela pourrait avoir une influence sur l'hypothèse 1 en diminuant la différence entre les CMV (Dahl & Mahler, 2020). Il serait donc intéressant de travailler à standardiser la mesure de la variation de la hauteur tonale.

Concernant les valeurs de f_{R1} , bien que nous n'ayons pas fait de comparaison mathématique avec des valeurs de référence, nous précisons que ces valeurs semblent très basses quand nous les comparons à Gelfer et Bennett (2013) et au triangle vocalique de la figure 6 proposé par Durant et al. (2002a, 2002b). Nos valeurs n'atteignent jamais 600Hz alors que les valeurs précédemment citées dépassent toujours 700Hz, voir 800-1000Hz pour Gelfer & Bennett (2013). Cette observation fait écho aux commentaires de la professeure de chant du participant, Véronique Solhosse, présidente de l'option chant du Conservatoire Royal de Liège. Celle-ci travaille les différentes voyelles lors du travail technique des cours de chant et elle remarque que le /a/ du participant n'est pas pur. Elle met cette « impureté » sur le compte d'une base de langue trop haute qui rapproche la voyelle produite d'un /ɛ/. Cela est cohérent avec les valeurs proposées par la figure 6 en suivant la théorie de la phonétique chantée (Hallard, 2020). Pour cette raison, nous suggérons l'utilisation du /i/ dont la production est plus stable.

Figure 6 : Triangle vocalique du français proposé par Durant et al. (2002a, 2002b)



Enfin, il nous semble nécessaire de soumettre ces échantillons sonores au jugement perceptif d'un jury d'écoute. De tels jugements pourraient nous permettre de mettre en évidence le lien entre la perception de la masculinité-féminité vocale, la perception du genre du locuteur et le changement des paramètres acoustiques évalués par cette étude. Un ajout possible serait de présenter une image liant la voix avec une expression de genre physique plus masculine ou

féminine afin d'observer l'influence de la communication physique sur la perception vocale (Arnold & Candea, 2015; T. L. D. Hardy et al., 2021).

6. Conclusion

Nous avons étudié les CMV masculins et féminins lorsqu'ils étaient utilisés en alternance. Nos hypothèses étaient :

- Un comportement moteur vocal féminin peut-il être acquis par un autre genre que le genre féminin ?
- Les paramètres acoustiques de la voix masculine, utilisée après la féminisation vocale, sont-ils différents de ceux de la voix masculine utilisée pré-intervention ?
- Le comportement moteur vocal féminin se maintient-il après des interruptions de son utilisation ?
- Quelles descriptions proprioceptives, nourries par des connaissances en logopédie et en chant, pouvons-nous faire lors de l'utilisation d'un comportement moteur vocal féminin sur un larynx mâle ?

Nous avons bien observé 2 CMV distincts qui pouvaient être qualifiés de masculin et de féminin lorsque nous les comparions avec la littérature scientifique. La voix masculine est restée constante entre la période pré et post intervention. Le CMV féminin a continué d'évoluer dans le temps, mais cela semble aller dans le sens d'une augmentation du caractère féminin. Nous avons pu décrire les ressentis, les gestes séparés en CMV masculin et féminin et justifier qualitativement certains résultats quantitatifs grâce à la méthode de la *self-study*. Nous pouvons donc conclure que chez cet individu en particulier, l'alternance des CMV n'a pas été un blocage à l'acquisition et à l'évolution du CMV féminin. Cela nous indique donc qu'il existe un intérêt à poursuivre les recherches dans ce sens.

Bibliographie

- Adams, J. A. (1971). A Closed-Loop Theory of Motor Learning. *Journal of Motor Behavior*, 3(2), 111-150. <https://doi.org/10.1080/00222895.1971.10734898>
- Alessandrin, A. (2018). *Sociologie des transidentités*. Le Cavalier Bleu.
- Andrews, M. L., & Schmidt, C. P. (1997). Gender presentation : Perceptual and acoustical analyses of voice. *Journal of Voice*, 11(3), 307-313. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(97\)80009-4](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(97)80009-4)
- Araújo, D., Davids, K., Bennett, S., Button, C., & Chapman, G. (2004). Emergence of sport skills under constraints. In *Skill Acquisition in Sport : Research, Theory and Practice* (p. 409-458). Routledge; Scopus.
- Arnold, A. (2015). Voix et transidentité : Changer de voix pour changer de genre ? *Langage et société*, 151(1), 87-105. <https://doi.org/10.3917/l.s.151.0087>
- Arnold, A., & Candea, M. (2015). Comment étudier l'influence des stéréotypes de genre et de race sur la perception de la parole ? *Langage et société*, 152(2), 75-96. <https://doi.org/10.3917/l.s.152.0075>
- Arnold, A., & Candea, M. (2021). Voix. *Langage et société*, HS1, 345-348. <https://doi.org/10.3917/l.s.hs01.0346>
- ASHA Staff. (2022). Showing Pride in SLPs' Gender Inclusivity. *Leader Live*. <https://leader.pubs.asha.org/doi/10.1044/2021-0623-pride-month-collection/full/>
- Association Genres Pluriels. (2019). *Transgenres/Identités plurielles Accueil, droits, santé, jeunesse, emploi... Tous.tes bien informé.e.s*. <https://www.genrespluriels.be/Brochure-d-information-Trans-de-GPs>
- Astudillo Ramírez, M. (2019). *La féminisation de la voix : Introduction à la Méthode Astudillo*. Círculo Rojo.
- Azul, D., Arnold, A., & Neuschaefer-Rube, C. (2018). Do Transmasculine Speakers Present With Gender-Related Voice Problems? Insights From a Participant-Centered Mixed-Methods

- Study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(1), 25-39.
https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-16-0410
- Bartholomew, W. T. (1934). A Physical Definition of "Good Voice-Quality" in the Male Voice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 6(1), 25-33. <https://doi.org/10.1121/1.1915685>
- Beek, P. J. (2000). Toward a theory of implicit learning in the perceptual-motor domain. *International Journal of Sport Psychology*, 31(4), 547-554. Scopus.
- Bellandese, M. H. (2009). Fundamental frequency and gender identification in standard esophageal and tracheoesophageal speakers. *Journal of Communication Disorders*, 42(2), 89-99.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2008.08.005>
- Boersma, P., & Weenink, D. (2020). *Praat : Doing phonetics by computer* (6.1.13).
<http://www.praat.org/>
- Borragán, A., Lucchini, E., Agudo, M., González, M. J., & Maccarini, A. R. (2008). Il Metodo Propriocettivo Elastico (PROEL) nella terapia vocale. *Da Acta Phoniatria Latina*, 30(1), 18-50.
- Bottalico, P., Piper, R. N., & Legner, B. (2022). Lombard effect, intelligibility, ambient noise, and willingness to spend time and money in a restaurant amongst older adults. *Scientific Reports*, 12(1), 6549. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10414-6>
- Busby, P. A., & Plant, G. L. (1995). Formant frequency values of vowels produced by preadolescent boys and girls. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97(4), 2603-2606.
<https://doi.org/10.1121/1.412975>
- Buszard, T., & Masters, R. S. W. (2017). Chapter 16 - A culture of striving augments use of working memory? Implications for attention control. In V. Walsh, M. Wilson, & B. Parkin (Éds.), *Progress in Brain Research* (Vol. 232, p. 197-200). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.02.006>
- Byrne, L. A., Dacakis, G., & Douglas, J. M. (2003). Self-perceptions of pragmatic communication abilities in male-to-female transsexuals. *Advances in Speech Language Pathology*, 5(1), 15-25. <https://doi.org/10.1080/14417040510001669011>

- Carew, L., Dacakis, G., & Oates, J. (2007). The Effectiveness of Oral Resonance Therapy on the Perception of Femininity of Voice in Male-to-Female Transsexuals. *Journal of Voice*, 21(5), 591-603. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.05.005>
- Caron, B. (2015). Tone and intonation. In A. Mettouchi, M. Vanhove, & D. Caubet (Éds.), *Corpus-based Studies of Lesser-described Languages : The CorpAfroAs corpus of spoken AfroAsiatc languages* (p. 43-60). John Benjamins Publishing Company.
- Chhetri, D. K., & Neubauer, J. (2015). Differential roles for the thyroarytenoid and lateral cricoarytenoid muscles in phonation : Differential Roles for the TA and LCA Muscles. *The Laryngoscope*, 125(12), 2772-2777. <https://doi.org/10.1002/lary.25480>
- Chhetri, D. K., & Park, S. J. (2016). Interactions of subglottal pressure and neuromuscular activation on fundamental frequency and intensity : Subglottal Pressure Interactions. *The Laryngoscope*, 126(5), 1123-1130. <https://doi.org/10.1002/lary.25550>
- Chiba, T., & Kajiyama, M. (1941). *The vowel : Its nature and structure*. TokyoKaiseikan.
- Crenshaw, K. (1989). Demarginalizing the Intersection of Race and Sex : A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics. *University of Chicago Legal Forum*, 1989(8). <https://chicagounbound.uchicago.edu/uclf/vol1989/iss1/8>
- Dacakis, G., Davies, S., Oates, J. M., Douglas, J. M., & Johnston, J. R. (2013). Development and Preliminary Evaluation of the Transsexual Voice Questionnaire for Male-to-Female Transsexuals. *Journal of Voice*, 27(3), 312-320. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.11.005>
- Dahl, K. L., & Mahler, L. A. (2020). Acoustic Features of Transfeminine Voices and Perceptions of Voice Femininity. *Journal of Voice*, 34(6), 961.e19-961.e26. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.05.012>
- Dannenberg, R. B., & Mazzoni, D. (2020). *Audacity* (4.2.1) [Computer program]. <https://audacity.fr/>
- Davids, K. (2010). The constraints- based approach to motor learning : Implications for a non- linear pedagogy in sport and physical education. In *Motor Learning in Practice*. Routledge.

- Davies, S. (2017). The Evidence Behind the Practice : A Review of WPATH Suggested Guidelines in Transgender Voice and Communication. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 2(10), 64-73. <https://doi.org/10.1044/persp2.SIG10.64>
- Davies, S., & Goldberg, J. M. (2006). Clinical Aspects of Transgender Speech Feminization and Masculinization. *International Journal of Transgenderism*, 9(3-4), 167-196. https://doi.org/10.1300/J485v09n03_08
- Davies, S., Papp, V. G., & Antoni, C. (2015). Voice and Communication Change for Gender Nonconforming Individuals : Giving Voice to the Person Inside. *International Journal of Transgenderism*, 16(3), 117-159. <https://doi.org/10.1080/15532739.2015.1075931>
- De Bodt, M., Heylen, L., Mertens, F., Vanderwegen, J., & Van De Heyning, P. (2008). *Stemstoornissen : Handleiding voor de klinische praktijk*. Garant.
- De Witte, M. (2020). Psychological research has a racism problem, Stanford scholar says. *Stanford News*.
- Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., Van De Heyning, P., Remacle, M., & Woisard, V. (2001). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 258(2), 77-82. <https://doi.org/10.1007/s004050000299>
- Delattre, P. (1966). Les Dix Intonations de base du français. *The French Review*, 40(1), 1-14.
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (2005). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (3^e éd.). SAGE.
- Di Cristo, A. (2004). La prosodie au carrefour de la phonétique, de la phonologie et de l'articulation formes-fonctions. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 23, 67-211.
- Di Cristo, A. (2013). *La prosodie de la parole*. De Boeck Solal.

- Diamant, N., & Amir, O. (2021). Examining the voice of Israeli transgender women : Acoustic measures, voice femininity and voice-related quality-of-life. *International Journal of Transgender Health*, 22(3), 281-293. <https://doi.org/10.1080/26895269.2020.1798838>
- Dromey, C., Jang, G.-O., & Hollis, K. (2013). Assessing correlations between lingual movements and formants. *Speech Communication*, 55(2), 315-328. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2012.09.001>
- Dubru, D. (2010). *Voix et transsexualité : Existe-t-il un consensus quant à la féminité perçue des voix transsexuelles ?* [Mémoire non publié]. Université Libre de Bruxelles.
- Durant, J., Laks, B., & Lyche, C. (2002a). La phonologie du français contemporain : Usages, variétés et structure. In C. D. Pusch (Éd.), *Romance corpus linguistics : Corpora and spoken language* (p. 93-106). Gunter Narr Verlag.
- Durant, J., Laks, B., & Lyche, C. (2002b). *Protocole, conventions et directions d'analyse*. 1, 74. http://www.projetpfc.net/bulletins-et-colloques/cat_view/918-bulletins-pfc.html
- Eastwood, C., Madill, C., & McCabe, P. (2015). The behavioural treatment of muscle tension voice disorders : A systematic review. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 17(3), 287-303. <https://doi.org/10.3109/17549507.2015.1024169>
- Ellis, C., Hardy, R. Y., Lindrooth, R. C., & Peach, R. K. (2018). Rate of aphasia among stroke patients discharged from hospitals in the United States. *Aphasiology*, 32(9), 1075-1086. <https://doi.org/10.1080/02687038.2017.1385052>
- Ellis, C., Jacobs, M., & Kendall, D. (2021). The Impact of Racism, Power, Privilege, and Positionality on Communication Sciences and Disorders Research : Time to Reconceptualize and Seek a Pathway to Equity. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(9), 2032-2039. https://doi.org/10.1044/2021_AJSLP-20-00346
- Fant, G. (1999). *Acoustic theory of speech production* (2^e éd.). Walter de Gruyter. https://books.google.be/books?hl=fr&lr=&id=qa-AUPdWg6sC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Acoustic+theory+of+speech+production&ots=rdpW_OI4A

0&sig=G2B6BFhrIS1_t88yxxO5iMGKvPY&redir_esc=y#v=onepage&q=Acoustic%20theory%20of%20speech%20production&f=false

- Feng-Chuan, L., Hsin-Yu, C., Sheng Hwa, C., Yi-Chia, K., Po-Wen, C., & Chi-Te, W. (2020). Voice Therapy for Benign Voice Disorders in the Elderly : A Randomized Controlled Trial Comparing Telepractice and Conventional Face-to-Face Therapy. *Journal of Speech, Language & Hearing Research, 63*(7), 2132-2140. https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-00364
- Ferrand, C. T., & Bloom, R. L. (1996). Gender differences in children's intonational patterns. *Journal of Voice, 10*(3), 284-291. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(96\)80009-9](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(96)80009-9)
- Fitch, W. T., & Giedd, J. (1999). Morphology and development of the human vocal tract : A study using magnetic resonance imaging. *The Journal of the Acoustical Society of America, 106*(3), 1511-1522. <https://doi.org/10.1121/1.427148>
- Fitzsimons, M., Sheahan, N., & Staunton, H. (2001). Gender and the Integration of Acoustic Dimensions of Prosody : Implications for Clinical Studies. *Brain and Language, 78*(1), 94-108. <https://doi.org/10.1006/brln.2000.2448>
- Flipsen, P., Shriberg, L., Weismer, G., Karlsson, H., & McSweeny, J. (1999). Acoustic Characteristics of /s/ in Adolescents. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 42*(3), 663-677. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4203.663>
- Fu, S., Theodoros, D. G., & Ward, E. C. (2015). Delivery of Intensive Voice Therapy for Vocal Fold Nodules Via Telepractice : A Pilot Feasibility and Efficacy Study. *Journal of Voice, 29*(6), 696-706. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.12.003>
- Gallena, S. J. K., Stickels, B., & Stickels, E. (2018). Gender Perception After Raising Vowel Fundamental and Formant Frequencies : Considerations for Oral Resonance Research. *Journal of Voice, 32*(5), 592-601. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.06.023>
- Gelfer, M. P., & Bennett, Q. E. (2013). Speaking Fundamental Frequency and Vowel Formant Frequencies : Effects on Perception of Gender. *Journal of Voice, 27*(5), 556-566. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.11.008>

- Gelfer, M. P., & Schofield, K. J. (2000). Comparison of acoustic and perceptual measures of voice in male-to-female transsexuals perceived as female versus those perceived as male. *Journal of Voice*, 14(1), 22-33. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)80092-2](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(00)80092-2)
- Glasser, G. J., & Winter, R. F. (1961). Critical Values of the Coefficient of Rank Correlation for Testing the Hypothesis of Independence. *Biometrika*, 48(3/4), 444-448. <https://doi.org/10.2307/2332767>
- Gordon, M., Barthmaier, P., & Sands, K. (2002). A cross-linguistic acoustic study of voiceless fricatives. *Journal of the International Phonetic Association*, 32(2), 141-174. <https://doi.org/10.1017/S0025100302001020>
- Goy, H., Fernandes, D. N., Pichora-Fuller, M. K., & van Lieshout, P. (2013). Normative Voice Data for Younger and Older Adults. *Journal of Voice*, 27(5), 545-555. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.03.002>
- Gramming, P., Sundberg, J., Ternström, S., Leanderson, R., & Perkins, W. H. (1988). Relationship between changes in voice pitch and loudness. *Journal of Voice*, 2(2), 118-126. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(88\)80067-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(88)80067-5)
- Granados, C., & Wulf, G. (2007). Enhancing motor learning through dyad practice : Contributions of observation and dialogue. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(3), 197-203. Scopus. <https://doi.org/10.1080/02701367.2007.10599417>
- Gray, M. L., & Courey, M. S. (2019). Transgender Voice and Communication. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 52(4), 713-722. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2019.03.007>
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004). Challenge Point : A Framework for Conceptualizing the Effects of Various Practice Conditions in Motor Learning. *Journal of Motor Behavior*, 36(2), 212-224. <https://doi.org/10.3200/JMBR.36.2.212-224>
- Gupta, T. D. (2003). Teaching Anti-Racist Research in the Academy. *Teaching Sociology*, 31(4), 456. <https://doi.org/10.2307/3211369>

- Hallard, M.-P. (2020). *Le Français chanté : Phonétique et aspects de la langue en chant classique*. Symétrie. <https://www.fr.fnac.be/a14698779/Marie-Paule-Hallard-Le-Francais-chante>
- Hallin, A. E., Fröst, K., Holmberg, E. B., & Södersten, M. (2012). Voice and speech range profiles and Voice Handicap Index for males—Methodological issues and data. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 37(2), 47-61. <https://doi.org/10.3109/14015439.2011.607469>
- Hamdan, A.-L., Khalifee, E., Ziade, G., & Semaan, S. (2020). Sexual Dimorphism in Laryngeal Volumetric Measurements Using Magnetic Resonance Imaging. *Ear, Nose & Throat Journal*, 99(2), 132-136. <https://doi.org/10.1177/0145561319840568>
- Hamilton, M. L. (2004). Professional knowledge, teacher education and self-study. In J. J. Loughran, M. L. Hamilton, V. K. LaBoskey, & T. Russell (Éds.), *International handbook of self-study of teaching and teacher education practices* (Vol. 1, p. 375-419). Kluwer.
- Hancock, A. B., & Garabedian, L. M. (2013). Transgender voice and communication treatment : A retrospective chart review of 25 cases: Transgender chart review. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(1), 54-65. <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2012.00185.x>
- Hancock, A., Colton, L., & Douglas, F. (2014). Intonation and Gender Perception : Applications for Transgender Speakers. *Journal of Voice*, 28(2), 203-209. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.08.009>
- Hardy, R. Y., Lindrooth, R. C., Peach, R. K., & Ellis, C. (2019). Urban-Rural Differences in Service Utilization and Costs of Care for Racial-Ethnic Groups Hospitalized With Poststroke Aphasia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(2), 254-260. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.06.033>
- Hardy, T. L. D., Boliek, C. A., Wells, K., Dearden, C., Zalmanowitz, C., & Rieger, J. M. (2016). Pretreatment Acoustic Predictors of Gender, Femininity, and Naturalness Ratings in Individuals With Male-to-Female Gender Identity. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 25(2), 125-137. https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-14-0098

- Hardy, T. L. D., Rieger, J. M., Wells, K., & Boliek, C. A. (2020). Acoustic Predictors of Gender Attribution, Masculinity–Femininity, and Vocal Naturalness Ratings Amongst Transgender and Cisgender Speakers. *Journal of Voice*, 34(2), 300.e11-300.e26.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.10.002>
- Hardy, T. L. D., Rieger, J. M., Wells, K., & Boliek, C. A. (2021). Associations Between Voice and Gestural Characteristics of Transgender Women and Self-Rated Femininity, Satisfaction, and Quality of Life. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30, 663-672.
https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-20-00118
- Harmegnies, B., & Landercy, A. (1988). Intra-speaker variability of the long term speech spectrum. *Speech Communication*, 7(1), 81-86. [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(88\)90023-4](https://doi.org/10.1016/0167-6393(88)90023-4)
- Hart, T., Dijkers, M. P., Whyte, J., Turkstra, L. S., Zanca, J. M., Packel, A., Van Stan, J. H., Ferraro, M., & Chen, C. (2019). A Theory-Driven System for the Specification of Rehabilitation Treatments. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(1), 172-180.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.09.109>
- Hasek, C. S., Singh, S., & Murry, T. (1980). Acoustic attributes of preadolescent voices. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 68(5), 1262-1265. <https://doi.org/10.1121/1.385118>
- Haviland, J. M. (1977). Sex-Related Pragmatics in Infants Nonverbal Communication. *Journal of Communication*, 27(2), 80-84. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1977.tb01830.x>
- Hawley, J. L., & Hancock, A. B. (2021). Incorporating Mobile App Technology in Voice Modification Protocol for Transgender Women. *Journal of Voice*.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.09.001>
- Hazenbergh, E. (2016). Walking the straight and narrow : Linguistic choice and gendered presentation. *Gender and Language*, 10(2), 270-294. <https://doi.org/10.1558/genl.v10i2.19812>
- Henrich Bernardoni, N. (2020). La voix timbrée dans les chansons : Considérations physiologiques et acoustiques. *Volume !. La revue des musiques populaires*, 16 : 2 / 17 : 1, 49-61.
<https://doi.org/10.4000/volume.8063>

- Henrich-Bernardoni, N. (2014). *La voix chantée : Entre sciences et pratiques*. De Boeck-Solal.
- Henton, C. G. (1986). Creak as a sociophonetic marker. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 80(S1), S50-S50. <https://doi.org/10.1121/1.2023837>
- Henton, C. G. (1987). Fact and fiction in the description of female and male pitch. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 82(S1), S91-S91. <https://doi.org/10.1121/1.2025050>
- Hillenbrand, J. M., & Clark, M. J. (2009). The role of f 0 and formant frequencies in distinguishing the voices of men and women. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71(5), 1150-1166. <https://doi.org/10.3758/APP.71.5.1150>
- Hirano, M. (1988). Vocal mechanisms in singing : Laryngological and phoniatic aspects. *J Voice*, 2, 51-69.
- Hirano, M., & McCormick, K. R. (1986). *Clinical Examination of Voice* by Minoru Hirano. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 80(4), 1273-1273. <https://doi.org/10.1121/1.393788>
- Hodges, N. J., & Franks, I. M. (2002). Modelling coaching practice : The role of instruction and demonstration. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 793-811. Scopus. <https://doi.org/10.1080/026404102320675648>
- Holmberg, E. B., Oates, J., Dacakis, G., & Grant, C. (2010). Phonetograms, Aerodynamic Measurements, Self-Evaluations, and Auditory Perceptual Ratings of Male-to-Female Transsexual Voice. *Journal of Voice*, 24(5), 511-522. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.02.002>
- Honda, K., Hirai, H., Masaki, S., & Shimada, Y. (1999). Role of Vertical Larynx Movement and Cervical Lordosis in F0 Control. *Language and Speech*, 42(4), 401-411. <https://doi.org/10.1177/00238309990420040301>
- Houle, N., & Levi, S. V. (2021). Effect of Phonation on Perception of Femininity/Masculinity in Transgender and Cisgender Speakers. *Journal of Voice*, 35(3), 497.e23-497.e37. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.10.011>
- Iantaffi, A., & Barker, M.-J. (2021). *Vous n'êtes pas binaire (personne ne l'est!)*. Amethyste-Jatb Eds.

- Ingrisano, D., Weismer, G., & Schuckers, G. H. (1980). Sex Identification of Preschool Children's Voices. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 32(1), 61-69. <https://doi.org/10.1159/000264325>
- Isshiki, N., Tairat, T., & Tannabe, M. (1983). Surgical alteration of pitch. *Journal of Otolaryngology*, 12(5), 135-140.
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., Benninger, M. S., & Newman, C. W. (1997). The Voice Handicap Index (VHI). *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66-70. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0603.66>
- Johnson, K. (2006). Resonance in an exemplar-based lexicon : The emergence of social identity and phonology. *Journal of Phonetics*, 34(4), 485-499. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2005.08.004>
- Jotz, G. P., Stefani, M. A., Pereira da Costa Filho, O., Malysz, T., Soster, P. R., & Leão, H. Z. (2014). A Morphometric Study of the Larynx. *Journal of Voice*, 28(6), 668-672. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.03.008>
- Kawitzky, D., & McAllister, T. (2020). The Effect of Formant Biofeedback on the Feminization of Voice in Transgender Women. *Journal of Voice*, 34(1), 53-67. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.07.017>
- Kelly, V., Hertegård, S., Eriksson, J., Nygren, U., & Södersten, M. (2019). Effects of Gender-confirming Pitch-raising Surgery in Transgender Women a Long-term Follow-up Study of Acoustic and Patient-reported Data. *Journal of Voice*, 33(5), 781-791. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.03.005>
- Kennedy, E., & Thibeault, S. L. (2020). Voice–Gender Incongruence and Voice Health Information–Seeking Behaviors in the Transgender Community. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 29(3), 1563-1573. https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-19-00188
- Kent, R. D., & Vorperian, H. K. (2018). Static measurements of vowel formant frequencies and bandwidths : A review. *Journal of Communication Disorders*, 74, 74-97. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2018.05.004>

- Kessler, S. J., & McKenna, W. (1985). *Gender : An Ethnomethodological Approach*. University of Chicago Press.
- Kim, H.-T. (2020). Vocal Feminization for Transgender Women : Current Strategies and Patient Perspectives. *International Journal of General Medicine, Volume 13*, 43-52.
<https://doi.org/10.2147/IJGM.S205102>
- Kimble, C. E., & Seidel, S. D. (1991). Vocal signs of confidence. *Journal of Nonverbal Behavior, 15*(2), 99-105. <https://doi.org/10.1007/BF00998265>
- King, R. S., Brown, G. R., & McCrea, C. R. (2012). Voice Parameters That Result in Identification or Misidentification of Biological Gender in Male-to-Female Transgender Veterans. *International Journal of Transgenderism, 13*(3), 117-130. <https://doi.org/10.1080/15532739.2011.664464>
- Kisler, T., Reichel, U., & Schiel, F. (2017). Multilingual processing of speech via web services. *Computer Speech & Language, 45*, 326-347. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2017.01.005>
- Kitamura, T., Takemoto, H., Adachi, S., Mokhtari, P., & Honda, K. (2006). Cyclicity of laryngeal cavity resonance due to vocal fold vibration. *The Journal of the Acoustical Society of America, 120*(4), 2239-2249. <https://doi.org/10.1121/1.2335428>
- Kowal, S., O'Connell, D. C., & Sabin, E. J. (1975). Development of temporal patterning and vocal hesitations in spontaneous narratives. *Journal of Psycholinguistic Research, 4*(3), 195-207.
<https://doi.org/10.1007/BF01066926>
- Kreiman, J., & Sidtis, D. (2013). *Foundations of Voice Studies : An Interdisciplinary Approach to Voice Production and Perception* (1^{re} éd.). Wiley-Blackwell.
- Kuzmic, J. J. (2002). Research as a way of knowing and seeing : Advocacy for the other. In J. J. Loughran & T. Russell (Éds.), *Improving Teacher Education Practices Through Self-study* (p. 222-235). Routledge.
- LaBoskey, V. K. (2004). The Methodology of Self-Study and Its Theoretical Underpinnings. In J. J. Loughran, M. L. Hamilton, V. K. LaBoskey, & T. Russell (Éds.), *International Handbook of Self-*

- Study of Teaching and Teacher Education Practices* (p. 817-869). Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6545-3_21
- Ladefoged, P., Harshman, R., Goldstein, L., & Rice, L. (1978). Generating vocal tract shapes from formant frequencies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64(4), 1027-1035.
<https://doi.org/10.1121/1.382086>
- Lamesch, S. (2010). *Mécanismes laryngés et voyelles en voix chantée. Dynamique vocale, phonétogrammes de paramètres glottiques et spectraux, transitions de mécanismes*. [Phdthesis, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00488701>
- Le Breton, D. (2011). Eclats de voix. In [Http://journals.openedition.org/lectures](http://journals.openedition.org/lectures). Métaillé.
<https://journals.openedition.org/lectures/5895>
- Lee, J., Shaiman, S., & Weismer, G. (2016). Relationship between tongue positions and formant frequencies in female speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(1), 426-440. <https://doi.org/10.1121/1.4939894>
- Lee, S., Potamianos, A., & Narayanan, S. (1999). Acoustics of children's speech : Developmental changes of temporal and spectral parameters. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105(3), 1455-1468. <https://doi.org/10.1121/1.426686>
- Lee, T. D., Swinnen, S. P., & Serrien, D. J. (1994). Cognitive Effort and Motor Learning. *Quest*, 46(3), 328-344. <https://doi.org/10.1080/00336297.1994.10484130>
- Leung, Y., Oates, J., & Chan, S. P. (2018). Voice, Articulation, and Prosody Contribute to Listener Perceptions of Speaker Gender : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(2), 266-297. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-17-0067
- Leung, Y., Oates, J., Chan, S.-P., & Papp, V. (2021). Associations Between Speaking Fundamental Frequency, Vowel Formant Frequencies, and Listener Perceptions of Speaker Gender and

- Vocal Femininity–Masculinity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(7), 2600-2622. https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-20-00747
- Leyns, C., Papeleu, T., Tomassen, P., T'Sjoen, G., & D'haeseleer, E. (2021). Effects of speech therapy for transgender women : A systematic review. *International Journal of Transgender Health*, 22(4), 360-380. <https://doi.org/10.1080/26895269.2021.1915224>
- Lindblom, B. E. F., & Sundberg, J. E. F. (1971). Acoustical Consequences of Lip, Tongue, Jaw, and Larynx Movement. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 50(4B), 1166-1179. <https://doi.org/10.1121/1.1912750>
- Liu, H., Hao, G., Chen, S., Ouyoung, L., Liu, Y., Li, J., Duan, H., Li, Z., Liu, Y., Zhong, J., Liu, B., & Jiang, J. (2021). Effectiveness and Feasibility of Telepractice on Voice Therapy for Female Teachers in Elementary Schools with Self-Reported Voice Disorders. *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.07.015>
- Loveday, L. (1981). Pitch, Politeness and Sexual Role : An Exploratory Investigation into the Pitch Correlates of English and Japanese Politeness Formulae. *Language and Speech*, 24(1), 71-89. <https://doi.org/10.1177/002383098102400105>
- Lutz, K. C., & Mallard, A. R. (1986). Disfluencies and rate of speech in young adult nonstutterers. *Journal of Fluency Disorders*, 11(4), 307-316. [https://doi.org/10.1016/0094-730X\(86\)90018-5](https://doi.org/10.1016/0094-730X(86)90018-5)
- Maas, E., Robin, D. A., Hula, S. N. A., Freedman, S. E., Wulf, G., Ballard, K. J., & Schmidt, R. A. (2008). Principles of Motor Learning in Treatment of Motor Speech Disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 17(3), 277-298. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2008/025\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2008/025))
- Madill, C., McIlwaine, A., Russell, R., Hodges, N. J., & McCabe, P. (2020). Classifying and Identifying Motor Learning Behaviors in Voice-Therapy Clinician-Client Interactions : A Proposed Motor Learning Classification Framework. *Journal of Voice*, 34(5), 806.e19-806.e31. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.03.014>
- Maillart, C., & Durieux, N. (2014). Evidence-based practice : Fondements et réflexions sur l'apport en clinique. *Langage et Pratiques*, 53. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/167662>

- Maryn, Y. (2017a). Intensity level calibration report (v.01.01). *Phonanium*.
<https://www.phonanium.com/product/intensity-level-calibration-report/>
- Maryn, Y. (2017b). *Why Phonanium*. <https://www.phonanium.com/why-phonanium/>
- Maryn, Y. (2017c). Practical Acoustics in Clinical Voice Assessment : A Praat Primer. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 2(3), 14-32. <https://doi.org/10.1044/persp2.SIG3.14>
- Maryn, Y., Corthals, P., Van Cauwenberge, P., Roy, N., & De Bodt, M. (2010). Toward Improved Ecological Validity in the Acoustic Measurement of Overall Voice Quality : Combining Continuous Speech and Sustained Vowels. *Journal of Voice*, 24(5), 540-555.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.12.014>
- Maryn, Y., De Bodt, M., Barsties, B., & Roy, N. (2014). The value of the Acoustic Voice Quality Index as a measure of dysphonia severity in subjects speaking different languages. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 271(6), 1609-1619. <https://doi.org/10.1007/s00405-013-2730-7>
- Maryn, Y., & Zarowski, A. (2015). Calibration of Clinical Audio Recording and Analysis Systems for Sound Intensity Measurement. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 24(4), 608-618. https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-14-0082
- Masters, R. S. W. (1992). Knowledge, knerves and know-how : The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83(3), 343-358. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1992.tb02446.x>
- Matar, N., Remacle, M., & Klein-Dallant, C. (2016). Aspect chirurgical de la féminisation vocale. In *De la voix parlée au chant : Bilans, rééducations, pathologie de la voix parlée et chantée* (p. 326-343). Ortho Edition.
- Mathieson, L. (2013). *Greene and Mathieson's the Voice and its Disorders*. John Wiley & Sons.
- Mattingly, I. G. (1966). Speaker Variation and Vocal-Tract Size. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 39(6), 1219-1219. <https://doi.org/10.1121/1.1942689>
- McNeil, M. R. (2009). *Clinical management of sensorimotor speech disorders* (Thieme).

- Medin, D., Ojalehto, B., Marin, A., & Bang, M. (2017). Systems of (non-)diversity. *Nature Human Behaviour*, 1(5), 0088. <https://doi.org/10.1038/s41562-017-0088>
- Mefferd, A. S. (2016). Associations between tongue movement pattern consistency and formant movement pattern consistency in response to speech behavioral modifications. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140(5), 3728-3737. <https://doi.org/10.1121/1.4967446>
- Mehta, D. D., & Hillman, R. E. (2008). Voice assessment : Updates on perceptual, acoustic, aerodynamic, and endoscopic imaging methods. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, 16(3), 211-215. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e3282fe96ce>
- Mendes, A. P., Rothman, H. B., Sapienza, C., & Brown, W. S. (2003). Effects of vocal training on the acoustic parameters of the singing voice. *Journal of Voice*, 17(4), 529-543. [https://doi.org/10.1067/S0892-1997\(03\)00083-3](https://doi.org/10.1067/S0892-1997(03)00083-3)
- Merrick, G., Figol, A., Anderson, J., & Jun Lin, R. (2022). Outcomes of Gender Affirming Voice Training : A Comparison of Hybrid and Individual Training Modules. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 65(2), 501-507. https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-21-00056
- Mertens, P. (2019). *Phonétique, phonologie et prosodie du français*. Acco.
- Mezzedimi, C., Di Francesco, M., Livi, W., Spinosi, M. C., & De Felice, C. (2017). Objective Evaluation of Presbyphonia : Spectroacoustic Study on 142 Patients with Praat. *Journal of Voice*, 31(2), 257.e25-257.e32. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.05.022>
- Morsomme, D., Leclercq, A.-L., Wagener, A., & Willems, S. (2021). *Téléorthophonie # Vidéoconférence (VC) [Webinaire]*. La télépratique comme outil clinique en psychologie et en orthophonie. <https://hdl.handle.net/2268/260110>
- Morsomme, D., & Remacle, A. (2016). Féminiser la voix. In C. Klein-Dallant (Éd.), *De la voix parlée au chant : Bilans, rééducations, pathologie de la voix parlée et chantée* (p. 344-359). Ortho Edition.

- Morsomme, D., & Remacle, A. (2021). Can ambulatory biofeedback help a transgender woman speak at a higher pitch? *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 4.
<https://doi.org/10.1080/14015439.2021.1881158>
- Morsomme, D., Revis, J., & Thomas, E. (2019). Translation, Adaptation, and Preliminary Validation of Dacakis and Davies' "Transsexual Voice Questionnaire (Male to Female)" in French. *Journal of Voice*, 33(5), 807.e13-807.e24. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.03.001>
- Munson, B., McDonald, E. C., DeBoe, N. L., & White, A. R. (2006). The acoustic and perceptual bases of judgments of women and men's sexual orientation from read speech. *Journal of Phonetics*, 34(2), 202-240. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2005.05.003>
- Nawka, T., Anders, L. C., Cebulla, M., & Zurakowski, D. (1997). The speaker's formant in male voices. *Journal of Voice*, 11(4), 422-428. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(97\)80038-0](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(97)80038-0)
- Nielsen, M. W., Bloch, C. W., & Schiebinger, L. (2018). Making gender diversity work for scientific discovery and innovation. *Nature Human Behaviour*, 2(10), 726-734.
<https://doi.org/10.1038/s41562-018-0433-1>
- Nolan, I. T., Morrison, S. D., Arowojolu, O., Crowe, C. S., Massie, J. P., Adler, R. K., Chalet, S. R., & Francis, D. O. (2019). The Role of Voice Therapy and Phonosurgery in Transgender Vocal Feminization: *Journal of Craniofacial Surgery*, 30(5), 1368-1375.
<https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000005132>
- Novais Valente Junior, C., & Mesquita de Medeiros, A. (2020). Voice And Gender Incongruence : Relationship Between Vocal Self-Perception And Mental Health Of Trans Women. *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.10.002>
- Oates, J. M. (2019). Evidence-based practice in voice training for trans women. In R. K. Adler, S. Hirsch, & J. Pickering (Éds.), *Voice and Communication Therapy for the Transgender/Gender Diverse Client : A Comprehensive Clinical Guide, Third Edition* (3^e éd., p. 87-103). Plural Publishing.

- Oates, J. M., & Dacakis, G. (1983). Speech Pathology Considerations in the Management of Transsexualism—A Review. *British Journal of Disorders of Communication*, 18(3), 139-151.
<https://doi.org/10.3109/13682828309012237>
- Omori, K., Kacker, A., Carroll, L. M., Riley, W. D., & Blaugrund, S. M. (1996). Singing power ratio : Quantitative evaluation of singing voice quality. *Journal of Voice*, 10(3), 228-235.
[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(96\)80003-8](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(96)80003-8)
- Oppici, L., Dix, A., & Narciss, S. (2021). When is knowledge of performance (KP) superior to knowledge of results (KR) in promoting motor skill learning? A systematic review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 0(0), 1-25.
<https://doi.org/10.1080/1750984X.2021.1986849>
- Pépiot, E. (2013). *Voix de femmes, voix d'hommes : Différences acoustiques, identification du genre par la voix et implications psycholinguistiques chez les locuteurs anglophones et francophones* [Phdthesis, Université Paris VIII Vincennes-Saint Denis]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00821462>
- Pépiot, E., & Arnold, A. (2021). Cross-Gender Differences in English/French Bilingual Speakers : A Multiparametric Study. *Perceptual and Motor Skills*, 128(1), 153-177.
<https://doi.org/10.1177/0031512520973514>
- Perry, T. L., Ohde, R. N., & Ashmead, D. H. (2001). The acoustic bases for gender identification from children's voices. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(6), 2988-2998.
<https://doi.org/10.1121/1.1370525>
- Pharao, N., Maegaard, M., Møller, J. S., & Kristiansen, T. (2014). Indexical meanings of [s+] among Copenhagen youth : Social perception of a phonetic variant in different prosodic contexts. *Language in Society*, 43(1), 1-31. <https://doi.org/10.1017/S0047404513000857>
- Phonanium (Réalisateur). (2017, novembre 14). *Calibration*.
https://www.youtube.com/watch?v=4ugaz_PtTZs

- Pinnegar, S., & Hamilton, M. L. (2009). *Self-study of practice as a genre of qualitative research : Theory, Methodology, and Practice* (Vol. 8). Springer Netherland. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9512-2>
- Pithouse-Morgan, K., & Samaras, A. P. (Éds.). (2015). *Polyvocal Professional Learning through Self-Study Research*. SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-220-2>
- Podesva, R. J., Van Hofwegen, J., Levon, E., & Mendes, R. B. (2016). /s/exuality in small-town California : Gender normativity and the acoustic realization of/s/. *Language, sexuality, and power: Studies in intersectional linguistics*, 16-88.
- Pommée, T. (2018). *L'AVQI 03.01 appliqué à la langue française : Validité et précision diagnostique dans la population adulte. Cette évaluation objective corrèle-t-elle avec la plainte du patient ?* [Mémoire, Uliège]. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/4565>
- Poolton, J. M., Zhu, F. F., Malhotra, N., Leung, G. K. K., Fan, J. K. M., & Masters, R. S. W. (2016). Multitask training promotes automaticity of a fundamental laparoscopic skill without compromising the rate of skill learning. *Surgical Endoscopy*, 30(9), 4011-4018. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4713-9>
- Potrac, P., Jones, R., & Cushion, C. (2007). Understanding Power and the Coach's Role in Professional English Soccer : A Preliminary Investigation of Coach Behaviour. *Soccer & Society*, 8(1), 33-49. <https://doi.org/10.1080/14660970600989509>
- Pouchoulin, G. (2008). *Approche Statistique pour l'Analyse Objective et la Caractérisation de la Voix Dysphonique* [Theses, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse]. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01472450>
- Quinn, S., Oates, J., & Dacakis, G. (2021). The Experiences of Trans and Gender Diverse Clients in an Intensive Voice Training Program : A Mixed-Methodological Study. *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.12.033>

- Quinn, S., Oates, J., & Dacakis, G. (2022). The Effectiveness of Gender Affirming Voice Training for Transfeminine Clients : A Comparison of Traditional Versus Intensive Delivery Schedules. *Journal of Voice*, S0892199722000674. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.03.001>
- Ram, N., Riggs, S. M., Skaling, S., Landers, D. M., & McCullagh, P. (2007). A comparison of modelling and imagery in the acquisition and retention of motor skills. *Journal of Sports Sciences*, 25(5), 587-597. <https://doi.org/10.1080/02640410600947132>
- Rangarathnam, B., McCullough, G. H., Pickett, H., Zraick, R. I., Tulunay-Ugur, O., & McCullough, K. C. (2015). Telepractice Versus In-Person Delivery of Voice Therapy for Primary Muscle Tension Dysphonia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 24(3), 386-399. https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-14-0017
- Remacle, M., Matar, N., Morsomme, D., Veduyck, I., & Lawson, G. (2011). Glottoplasty for Male-to-Female Transsexualism : Voice Results. *Journal of Voice*, 25(1), 120-123. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.07.004>
- Révis, J. (2021). Le bilan de la patiente transgenre dans le cadre d'une féminisation vocale. In A. Giovanni, *La voix : Anatomie, physiologie et explorations* (p. 198-204). DeBoeck Supérieur.
- Robb, M. P., Maclagan, M. A., & Chen, Y. (2004). Speaking rates of American and New Zealand varieties of English. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/0269920031000105336>
- Roubeau, B., Castellengo, M., Bodin, P., & Ragot, M. (2004). Phonétogramme par registre laryngé. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 56(5), 321-333. <https://doi.org/10.1159/000080068>
- Roy, N. (2012). Optimal dose–response relationships in voice therapy. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 14(5), 419-423. <https://doi.org/10.3109/17549507.2012.686119>
- Samaras, A. P., & Freese, A. R. (2009). *Looking Back and Looking Forward : An Historical Overview of the Self-Study School* (p. 1-19). Brill. https://doi.org/10.1163/9789087906900_002

- Schiel, F., & Ohala, J. J. (1999). *Automatic Phonetic Transcription of Non-Prompted Speech* (J. J. Ohala, Éd.; p. 607-610). <https://doi.org/10.5282/ubm/epub.13682>
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). *Motor Control and Learning : A Behavioral Emphasis*. Human Kinetics.
- Schuck, S., & Russell, T. (2005). Self-Study, Critical Friendship, and the Complexities of Teacher Education. *Studying Teacher Education*, 1(2), 107-121.
<https://doi.org/10.1080/17425960500288291>
- Schultz-Coulon, H., Battmer, R., & Riechers, H. (1979). Der 3-kHz-Formant – ein Mass für die Tragfähigkeit der Stimme? *Folia Phoniat*, 31, 291-313. <https://doi.org/10.1159/000264177>
- Scotto Di Carlo, N. (1981). Perturbing Effects of Overarticulation in Singing. *Sprachtypologie Und Universalienforschung : STUF*, 34(1), 197-210. <https://doi.org/10.1524/stuf.1981.34.16.197>
- Scotto Di Carlo, N., & Autesserre, D. (1992). L'organisation temporelle de la syllabe dans la parole et dans le chant, étude préliminaire. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 14, 189-204.
- Seavey, C. A., Katz, P. A., & Zalk, S. R. (1975). The Effect of Gender Labels on Adult Responses to Infants. *Sex Roles*, 1(2), 103-109.
- Seidner, W., Schutte, H. K., Nawka, T., & Eichhorst, P. (1995). Zur praktischen Bedeutung der Messung hoher Formantpegel bei der phoniatischen Stimmbeurteilung. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 74(4), 254-258. <https://doi.org/10.1055/s-2007-997733>
- Simpson, A. P. (2009). Phonetic differences between male and female speech. *Language and Linguistics Compass*, 3(2), 621-640. <https://doi.org/10.1111/j.1749-818X.2009.00125.x>
- Steinhauer, K., & Grayhack, J. P. (2000). The role of knowledge of results in performance and learning of a voice motor task. *Journal of Voice*, 14(2), 137-145. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)80020-X](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(00)80020-X)

- Stuart-Smith, J. (2007). Empirical evidence for gendered speech production : /S/ in Glaswegian. In J. Cole & J. I. Hualde (Éds.), *Laboratory phonology* (Vol. 9, p. 65-86). Mouton de Gruyter.
<https://eprints.gla.ac.uk/8985/>
- Sundberg, J. (1974). Articulatory interpretation of the “singing formant”. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55(4), 838-844. <https://doi.org/10.1121/1.1914609>
- Sundberg, J. (1987). *The science of the singing voice*. Northern Illinois University Press.
- Taylor, M., & Coia, L. (Éds.). (2014). *Gender, Feminism, and Queer Theory in the Self-Study of Teacher Education Practices*. SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-686-8>
- Ternström, S., Bohman, M., & Södersten, M. (2006). Loud speech over noise : Some spectral attributes, with gender differences. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119(3), 1648-1665. <https://doi.org/10.1121/1.2161435>
- Thornton, J. (2008). Working with the transgender voice : The role of the speech and language therapist. *Sexologies*, 17(4), 271-276. <https://doi.org/10.1016/j.sexol.2008.08.003>
- Titze, I. R. (1989). Physiologic and acoustic differences between male and female voices. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 85(4), 1699-1707. <https://doi.org/10.1121/1.397959>
- Titze, I. R. (2015). *La voix humaine*. De Boeck-Solal.
- Titze, I. R., Baken, R. J., Bozeman, K. W., Granqvist, S., Henrich, N., Herbst, C. T., Howard, D. M., Hunter, E. J., Kaelin, D., Kent, R. D., Kreiman, J., Kob, M., Löfqvist, A., McCoy, S., Miller, D. G., Noé, H., Scherer, R. C., Smith, J. R., Story, B. H., ... Wolfe, J. (2015). Toward a consensus on symbolic notation of harmonics, resonances, and formants in vocalization. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(5), 3005-3007. <https://doi.org/10.1121/1.4919349>
- Titze, I. R., Luschei, E. S., & Hirano, M. (1989). Role of the thyroarytenoid muscle in regulation of fundamental frequency. *Journal of Voice*, 3(3), 213-224. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(89\)80003-7](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(89)80003-7)
- Titze, I. R., & Martin, D. W. (1998). *Principles of Voice Production*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(3), 1148-1148. <https://doi.org/10.1121/1.424266>

- Towey, M. P. (2012). Speech Telepractice : Installing a Speech Therapy Upgrade for the 21st Century. *International Journal of Telerehabilitation*. <https://doi.org/10.5195/ijt.2012.6112>
- Traunmüller, H., & Eriksson, A. (1995). *The frequency range of the voice fundamental in the speech of male and female adults*. University of Stockholm.
- Tschan, S., Honegger, F., & Storck, C. (2016). Cricothyroid joint anatomy as a predicting factor for success of cricoid-thyroid approximation in transwomen : Predicting Success of Cricoid-Thyroid Approximation. *The Laryngoscope*, 126(6), 1380-1384. <https://doi.org/10.1002/lary.25518>
- Uloza, V., Petrauskas, T., Padervinskis, E., Ulozaitė, N., Barsties, B., & Maryn, Y. (2017). Validation of the Acoustic Voice Quality Index in the Lithuanian Language. *Journal of Voice*, 31(2), 257.e1-257.e11. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.06.002>
- Unteregger, F., Honegger, F., Potthast, S., Zwicky, S., Schiwowa, J., & Storck, C. (2017). 3D analysis of the movements of the laryngeal cartilages during singing. *The Laryngoscope*, 127(7), 1639-1643. <https://doi.org/10.1002/lary.26430>
- Vaissière, J. (2011). *On the acoustic and perceptual characterization of reference vowels in a cross-language perspective*. 52. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00677973>
- Van Borsel, J., & De Maesschalck, D. (2008). Speech rate in males, females, and male-to-female transsexuals. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(9), 679-685. <https://doi.org/10.1080/02699200801976695>
- Van Borsel, J., Janssens, J., & De Bodt, M. (2009). Breathiness as a Feminine Voice Characteristic : A Perceptual Approach. *Journal of Voice*, 23(3), 291-294. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.08.002>
- Van Damme, S., Cosyns, M., Deman, S., Van den Eede, Z., & Van Borsel, J. (2017). The Effectiveness of Pitch-raising Surgery in Male-to-Female Transsexuals : A Systematic Review. *Journal of Voice*, 31(2), 244.e1-244.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.04.002>

- Van Stan, J. H., Dijkers, M. P., Whyte, J., Hart, T., Turkstra, L. S., Zanca, J. M., & Chen, C. (2019). The Rehabilitation Treatment Specification System : Implications for Improvements in Research Design, Reporting, Replication, and Synthesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(1), 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.09.112>
- Van Stan, J. H., Whyte, J., Duffy, J. R., Barkmeier-Kraemer, J., Doyle, P., Gherson, S., Kelchner, L., Muise, J., Petty, B., Roy, N., Stemple, J., Thibeault, S., & Tolejano, C. J. (2021a). Voice Therapy According to the Rehabilitation Treatment Specification System : Expert Consensus Ingredients and Targets. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(9), 2169-2201. https://doi.org/10.1044/2021_AJSLP-21-00076
- Van Stan, J. H., Whyte, J., Duffy, J. R., Barkmeier-Kraemer, J. M., Doyle, P. B., Gherson, S., Kelchner, L., Muise, J., Petty, B., Roy, N., Stemple, J., Thibeault, S., & Tolejano, C. J. (2021b). Rehabilitation Treatment Specification System : Methodology to Identify and Describe Unique Targets and Ingredients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102(3), 521-531. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.09.383>
- Védrine, P.-O. (2019). Le bilan phoniatrique. In C. Klein-Dallant (Éd.), *Voix et transidentités : La prise en charge vocale des personnes transgenres* (p. 56-61). Ortho Edition.
- Verdolini-Marston, K., & Balota, D. A. (1994). Role of Elaborative and Perceptual Integrative Processes in Perceptual-Motor Performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(3), 739-749. Scopus. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.20.3.739>
- Verhoeven, J., De Pauw, G., & Kloots, H. (2004). Speech Rate in a Pluricentric Language : A Comparison Between Dutch in Belgium and the Netherlands. *Language and Speech*, 47(3), 297-308. <https://doi.org/10.1177/00238309040470030401>
- Vorperian, H. K., Wang, S., Chung, M. K., Schimek, E. M., Durtschi, R. B., Kent, R. D., Ziegert, A. J., & Gentry, L. R. (2009). Anatomic development of the oral and pharyngeal portions of the vocal

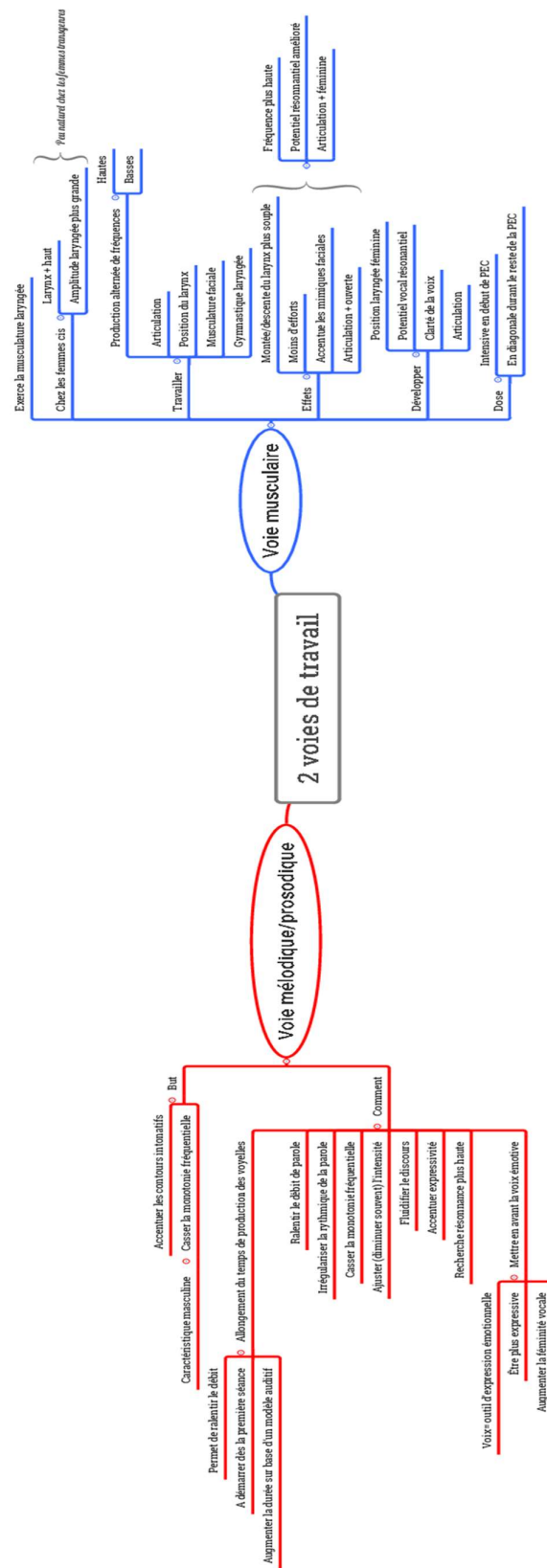
- tract : An imaging study. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(3), 1666-1678.
<https://doi.org/10.1121/1.3075589>
- Watts, C., Barnes-Burroughs, K., Estis, J., & Blanton, D. (2006). The Singing Power Ratio as an Objective Measure of Singing Voice Quality in Untrained Talented and Nontalented Singers. *Journal of Voice*, 20(1), 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.12.003>
- Webster-Wright, A. (2009). Reframing Professional Development Through Understanding Authentic Professional Learning. *Review of Educational Research*, 79(2), 702-739.
<https://doi.org/10.3102/0034654308330970>
- Wendler, J. (1990). *Vocal pitch elevation after transsexualism male to female*. Proceedings of the XVI Union of the European Phoniaticians Congress, Salsomaggiore, Italy.
- Wenke, R. J., Stabler, P., Walton, C., Coman, L., Lawrie, M., O'Neill, J., Theodoros, D., & Cardell, E. (2014). Is More Intensive Better? Client and Service Provider Outcomes for Intensive Versus Standard Therapy Schedules for Functional Voice Disorders. *Journal of Voice*, 28(5), 652.e31-652.e43. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.02.005>
- Whyte, J., Dijkers, M. P., Hart, T., Van Stan, J. H., Packel, A., Turkstra, L. S., Zanca, J. M., Chen, C., & Ferraro, M. (2019). The Importance of Voluntary Behavior in Rehabilitation Treatment and Outcomes. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(1), 156-163.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.09.111>
- Williams, A. M., & Hodges, N. J. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer : Challenging tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 637-650.
<https://doi.org/10.1080/02640410400021328>
- Winckel, F. (1973). Comment mesurer l'efficacité de la voix chantée professionnelle. *Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale*, 67.
- Witten, N. A. K., & Maskarinec, G. G. (2015). Privilege as a Social Determinant of Health in Medical Education : A Single Class Session Can Change Privilege Perspective. *Hawai'i Journal of Medicine & Public Health*, 74(9), 297-301.

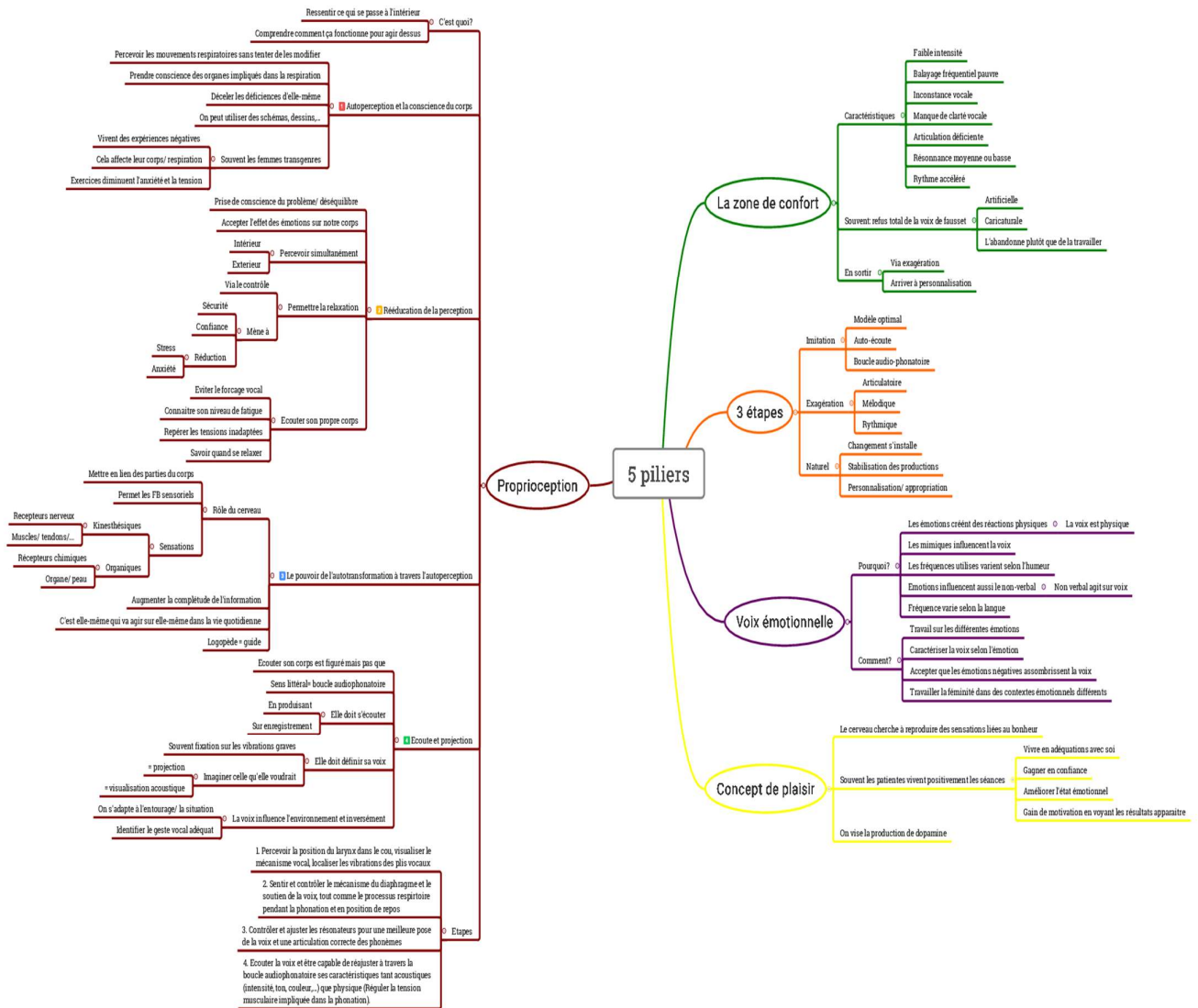
- Wittenbrink, B., & Schwarz, N. (2007). *Implicit Measures of Attitudes*. Guilford Press.
- Wolcott, H. (2008). Criteria for an Ethnographic Approach to Research in Schools. *Human Organization*, 34(2), 111-127. <https://doi.org/10.17730/humo.34.2.648qq060003v6866>
- Wolfe, V. I., Ratusnik, D. L., Smith, F. H., & Northrop, G. (1990). Intonation and Fundamental Frequency in Male-to-Female Transsexuals. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55(1), 43-50. <https://doi.org/10.1044/jshd.5501.43>
- World Health Organization. (2001). *ICF : International Classification of Functioning, Disability and Health*. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mis-33532>
- Wulf, G., & Shea, C. H. (2002). Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9(2), 185-211. Scopus. <https://doi.org/10.3758/BF03196276>
- Wylie, K., Barrett, J., Besser, M., Bouman, W. P., Bridgman, M., Clayton, A., Green, R., Hamilton, M., Hines, M., Ivbijaro, G., Khoosal, D., Lawrence, A., Lenihan, P., Loewenthal, D., Ralph, D., Reed, T., Stevens, J., Terry, T., Thom, B., ... Rathbone, M. (2014). Good Practice Guidelines for the Assessment and Treatment of Adults with Gender Dysphoria. *Sexual and Relationship Therapy*, 29(2), 154-214. <https://doi.org/10.1080/14681994.2014.883353>
- Xue, S. A., Cheng, R. W. C., & Ng, L. M. (2010). Vocal tract dimensional development of adolescents : An acoustic reflection study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(8), 907-912. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.05.010>
- Yuasa, I. P. (2008). *Culture and gender of voice pitch : A sociophonetic comparison of the Japanese and Americans*. Equinox Publishing.
- Zedda, P. (1995). Langues chantées : Le système allophonique de la diction lyrique italienne. *La revue du conservatoire*, 7. <https://larevue.conservatoiredeparis.fr/index.php?id=583>
- Zimman, L. (2018). Transgender voices : Insights on identity, embodiment, and the gender of the voice. *Language and Linguistics Compass*, 12(8), e12284. <https://doi.org/10.1111/lnc3.12284>

Annexes

| | |
|--|-----|
| Annexe 1 : Mind maps méthode Astudillo..... | 107 |
| Annexe 2 : Calendrier..... | 110 |
| Annexe 3 : Application du RTSS selon Van Stan et al. (2021a) pour les cibles et les ingrédients..... | 111 |
| Annexe 4 : Illustration de l'application VoiceTools | 115 |
| Annexe 5 : Texte « Quand René périt » (Harmegnies & Landercy, 1988) | 116 |
| Annexe 6 : Dialogue « Scénette de Delattre » (Delattre, 1966) | 117 |
| Annexe 7 : Les six images de Hallin et al. (2012)..... | 118 |
| Annexe 8 : Description des méthodes de prise de données | 119 |
| Annexe 9 : Tableau des scores bruts. | 123 |
| Annexe 10 : Analyse de la normalité des distributions : | 128 |
| Annexe 11 : Résultats EVE: | 130 |
| Annexe 12 : Comparaison des indices AVQI v.02.04 et v.03.01..... | 131 |
| Annexe 13 : Scores-Z de comparaison aux études..... | 132 |
| Annexe 14 : Comparaison TWVQ 120/100 | 135 |
| Annexe 15 : Tableau de pronostic d'évolution vocale..... | 137 |

Annexe 1 : Mind maps méthode Astudillo





Annexe 2 : Calendrier

Calendrier des séances de féminisation avec Mariella Astudillo :

1. Lundi 7 février 2022 de 7h30 à 8h
2. Jeudi 17 février 2022 de 9h à 9h30
3. Mardi 22 février 2022 de 9h à 9h30
4. Mardi 1 mars 2022 de 8h30 à 9h00
5. Lundi 14 mars 2022 de 9h à 9h30
6. Lundi 21 mars 2022 de 9h à 9h30
7. Lundi 28 mars 2022 de 9h à 9h30
8. Lundi 4 avril 2022 de 9h à 9h30
9. Mardi 5 avril 2022 de 16h à 16h30
10. Lundi 11 avril 2022 de 9h à 9h30 : clôture et prise de mes impressions.

Calendrier des prises de mesures :

M1 : 1^{er} février 2022

F1 : 11 avril 2022

F2 : 25 avril 2022

M2 : 9 mai 2022

F3 : 23 mai 2022

M3 : 6 juin 2022

F4 : 20 juin 2022

M4 : 4 juillet 2022

Annexe 3 : Application du RTSS selon Van Stan et al. (2021a) pour les cibles et les ingrédients

Tableau 26 : Cibles selon le RTSS.

Notes : niveau de pression sonore/puissance=loudness, hauteur tonale =pitch, résonances =resonance.

| Objectif : augmenter la féminité perçue de la voix | | | |
|--|---|---|---|
| Cibles de la fonction vocale | | | |
| Cibles (type de cible) | Type | Quel changement ? | Mesure |
| Niveau de pression sonore (Compétences et habitudes) | conversationnel (usual) | Diminuer | NPS sur le Vocal Intensity Level v 02. 04. du plug-in Phonanium |
| Hauteur tonale (Compétences et habitudes) | conversationnelle (usual) | Augmenter | f_0 sur /a/ tenus et parole continue |
| | amplitude (range) | | Voice Range Estimation |
| | modulation. | | Variation de f_0 sur de la parole continue |
| Cible de la fonction somato-sensorielle (proprioception+kinesthésie) | | | |
| Résonance (Compétences et habitudes) | Anatomie : Orale | Augmenter les valeurs de résonance et la fréquence de leur usage. | Mesure des f_R . |
| | Direction : vers l'avant | | Appréciation par le clinicien et le participant. |
| | Timbre : clair | | |
| Cibles pédagogiques et conseils | | | |
| Impliquer le sujet dans sa pratique vocale journalière de féminisation | Cibles pédagogiques (Représentations) | Cibles conseils (Représentations) | Cibles de création d'habitudes (Compétences et habitudes) |
| Quel changement ? | Augmenter les connaissances sur la féminisation vocale. | Changer les croyances et représentations de la féminité en invitant à observer la communication des femmes de l'entourage du sujet. | Augmenter la motivation et les opportunités d'utilisation de la voix féminine en créant l'habitude d'envoyer des extraits audios journalièrement. |

| | | | |
|----------------|--|--|---|
| Mesures | Rappel oral des informations fournies. | S'informer des changements de représentation concernant la féminité et comment cela s'applique au sujet. | Le patient envoie des audios tous les jours. Le sujet rapporte moins d'effort cognitif pour automatiser la voix féminine. |
|----------------|--|--|---|

En gardant en tête toutes ces cibles, différents ingrédients actifs ont été mis en place pour les atteindre. Nous les décrivons ici.

Les ingrédients :

1. Donner des feedbacks : Il s'agit de fournir des informations au participant sur sa performance selon (1) qui délivre le feedback, (2) le type de feedback, (3) le moment auquel le feedback est donné, (4) la modalité de feedback, (5) et la dose. [traduction libre] (Appendix B. 10.) (Van Stan et al., 2021a, p. 2197)

- 1 Qui délivre le feedback :
 - a) La clinicienne, Mariella Astudillo
 - b) VoiceTools (application mobile indiquant la hauteur tonale de phonation en temps réel) (Voir annexe1) ;

Dans les items suivants, a) et b) font référence à a) clinicienne et b) VoiceTools.

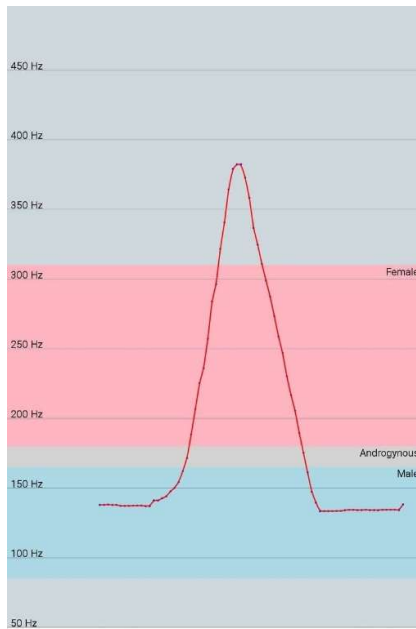
- 2 Type de feedback :
 - a) Feedbacks sur la connaissance de la performance (KP=CP) prescriptifs sous la forme d'instructions verbales ou en fournissant un modèle
 - b) Indication de la fréquence par un tracé dynamique en temps réel ;
- 3 Moment du feedback :
 - a) Pendant la performance en séance
 - b) Pendant les exercices à domicile et en séance ;
- 4 Modalité du feedback :
 - a) Orale
 - b) Visuelle ;
- 5 Dose du feedback :
 - a) Modérée
 - b) Continue.

2. **Donner des opportunités de pratique vocale :** Donner au patient des opportunités de pratiquer (1) à l'aide d'un modèle de production, (2) sur un continuum variant, par exemple, de facile à difficile, (3) pour une dose prescrite et (4) une progression continue. [traduction libre] (Appendix B. 15.) (Van Stan et al., 2021a, p. 2199)
 - 1 Modèle de production : La voix féminine (f_{FP} et f_R augmentées, NPS diminué, pauses et voyelles allongées, prosodie augmentée, débit ralenti) sur des voyelles tenues, des textes lus en exagérant le CMV féminin, et de la parole spontanée.
 - 2 Continuum :
 - a) Calendrier de pratique : Les semaines où la voix féminine était utilisée sont décrites dans la partie « Déroulement général de l'étude » sachant que j'ai commencé à l'utiliser spontanément après 3 séances.
 - b) Qu'est ce qui était pratiqué de façon variable : Tous les éléments précédemment cités (f_o et f_R augmentées, NPS diminué, pauses et voyelles allongées, prosodie augmentée, débit ralenti) était initialement exagérés jusqu'à atteindre un niveau plus naturel avec le temps et la pratique.
 - 3 Dose : 10 séances de prise en charge, 13 semaines en voix féminine. Cela signifie que j'ai changé mon paradigme de CMV à 6 reprises entre la modalité masculine et féminine. Durant les semaines féminines, le temps parlé était de minimum 30 minutes par jour lorsqu'il y avait suffisamment de sociabilisation. Par sociabilisation, nous parlons d'opportunités de discuter avec l'entourage. En effet, il y a des jours où je ne voyais personne et ne parlais à personne. Les trois premières semaines de PES, j'effectuais les exercices 15-30 minutes par jour sans utilisation dans la parole spontanée.
 - 4 Progression : Voyelle tenue → lecture de texte → parole spontanée. Variation régulière du niveau de bruit ambiant, de la charge cognitive et émotionnelle lors de la parole spontanée. Les composantes travaillées étaient les mêmes, mais l'automatisation et le temps m'aidaient progressivement à mieux les combiner. Lors de la neuvième séance, la clinicienne a introduit la « voix émotionnelle » et l'utilisation du CMV féminin dans des contextes émotionnellement chargés.
3. **Pouvoir des ingrédients volitionnels :** Le clinicien fournit (1) des éléments d'informations pour améliorer la capacité, l'opportunité et la motivation du patient à adopter le comportement souhaité (COM-B) à (2) une certaine dose [traduction libre] (Appendix B. 19.) (Van Stan et al., 2021a, p. 33).

- 1 Éléments d'information pour l'obtention d'un changement :
 - a) Connaissance : Donne des informations verbales sur sa vision de la féminité et les objectifs des exercices qu'elle donne.
 - b) Attitude : Rappelle régulièrement que les changements vocaux et l'automatisation ne peuvent avoir lieu qu'avec une pratique régulière et suffisamment intense.
 - c) Motivation/effort : Mise en place d'objectifs entre les séances (p. ex. « *pour la prochaine séance, tu dois être capable de lire ce texte sans descendre en dessous de 200 Hz en te contrôlant avec VoiceTools* »).
 - d) Opportunité de réussir un comportement souhaité : Ouverture d'une discussion WhatsApp pour permettre l'envoi d'audios qui reflètent le travail de féminisation. Pas de travail de type résolution de problème, elle ne demandait jamais si le participant avait ressenti des difficultés spécifiques durant la semaine sur lesquelles il aurait voulu travaillé.
- 2 Dose : La dose de cet ingrédient n'a pas été mesurée précisément. En termes de fréquence, de complexité des informations fournies et de conseils, ils variaient entre faibles et modérés.

Annexe 4 : Illustration de l'application VoiceTools

Figure 7 : Illustration d'un glissando ascendant puis descendant (sirène) sur l'application VoiceTools.



Le tracé est créé en temps réel. L'axe des abscisses (horizontal) correspond au temps et l'axe des ordonnées (vertical) correspond à la fréquence de phonation.

Annexe 5 : Texte « Quand René périt » (Harmegnies & Landercy, 1988)

Complet :

Quand René périt, un chat esseulé grogna fort. À cet instant, Vic sortit contempler le jour naissant. À midi, nerveux, il pensa aux blés mondés de son maître et à tous ceux du pur Roi David. Et puis, les larmes aux yeux, il lut tout Kafka.

Décomposé :

1. QRP(1-2)1 : Quand René périt, un chat esseulé grogna fort.
2. QRP(1-2)2 : À cet instant, Vic sortit contempler le jour naissant.
3. QRP(1-2)3 : À midi, nerveux, il pensa aux blés mondés de son maître et à tous ceux du pur Roi David.
4. QRP(1-2)4 : Et puis, les larmes aux yeux, il lut tout Kafka.

Annexe 6 : Dialogue « Scénette de Delattre » (Delattre, 1966)

Complet :

- Si ces œufs étaient frais, j'en prendrais
Qui les vend ? C'est bien toi, ma jolie ?
- Evidemment, Monsieur.
- Allons donc ! Prouve-le-moi.

Décomposé :

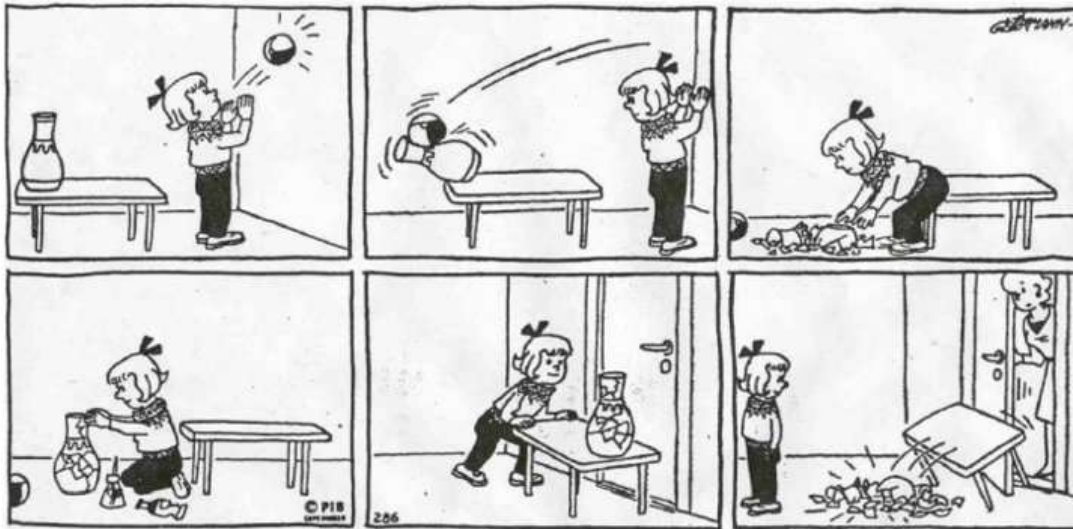
- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. DELATTRE1 : Si ces œufs | <i>Continuation mineure</i> |
| 2. DELATTRE2 : étaient frais, | <i>Continuation majeure</i> |
| 3. DELATTRE3 : j'en prendrais. | <i>Finalité</i> |
| 4. DELATTRE4 : Qui les vend ? | <i>Interrogation</i> |
| 5. DELATTRE5 : C'est bien toi, | <i>Question (oui ? non ?)</i> |
| 6. DELATTRE6 : ma jolie ? | <i>Echo</i> |
| 7. DELATTRE7 : Evidemment, | <i>Implication</i> |
| 8. DELATTRE8 : Monsieur. | <i>Parenthèse</i> |
| 9. DELATTRE9 : Allons donc ! | <i>Exclamation</i> |
| 10. DELATTRE10 : Prouve-le-moi. | <i>Commandement</i> |

Annexe 7 : Les six images de Hallin et al. (2012)

Figure 8 : Les 6 images de Hallin

Racontez-moi ce qui se passe sur ces images en commençant par ...

C'est l'histoire ...



Annexe 8 : Description des méthodes de prise de données

- Etendue vocale estimée (EVE) : Elle est obtenue grâce au script « Vocal range estimation VRE v.02.06 ». Pour ce faire, nous suivons les instructions de Maryn (2017), et son plug-in Phonanium. Le sujet émet donc 7 productions :

- Tenir un /a/ pendant 5 secondes à f_0 et NPS confortables.
- Produire un /a/ en faisant un glissando descendant.
- Produire un /a/ en faisant un glissando ascendant.
- Tenir un /a/ 5 secondes au NPS le plus faible possible sans chuchoter.
- Tenir un /a/ 5 secondes au NPS le plus fort possible sans crier.
- Produire un /a/ en faisant un glissando ascendant tout en maintenant un NPS le plus faible possible.
- Produire un /a/ en faisant un glissando descendant tout en maintenant un NPS le plus fort possible.

Avant de pouvoir prendre ces mesures, il est nécessaire de calibrer le son de Praat (Maryn & Zarowski, 2015). Pour cela, nous utilisons le script phonanium « Intensity Level Calibration v 01.01. ». Nous enregistrons minimum 5 productions de /a/ tenus à différents niveaux de pression sonore soit : minimum, faible, conversationnel, fort et maximum.

Alors que nous enregistrons ces productions, nous mesurons leur NPS avec le sonomètre Cirrus CR:162A. La valeur fournie par cet appareil est encodée avec sa correspondance estimée par le logiciel Praat. Nous obtenons les « slope » et « intercept » qui sont les mesures de calibration à indiquer avant de lancer une procédure Voice range Estimation ou de Sound Pressure Level (Maryn, 2017a; Phonanium, 2017).

- AVQI : Celui-ci est objectivé grâce à Phonanium, un plug-in sur Praat (Maryn, 2017c) et son script « Acoustic Voice Quality Index (v.03.01) ». Il est calculé grâce à deux productions :

- un /a/ tenu au minimum 3 secondes, épuré de l'attaque et de la fin de son. Ce découpage peut être problématique car l'initiation et la fin de la phonation sont souvent révélatrices du caractère pathologique d'une voix (Pouchoulin, 2008). Néanmoins, la voix du sujet n'étant pas pathologique à priori, cette réserve s'en voit modérée.
- Une production de parole continue sur le texte phonologiquement

équilibré « Quand René périt » utilisé par Pommée (2018).

○ Paramètres acoustiques :

- NPS et variation de celui-ci. Calculé en décibel (dB) sur Phonanium avec le 3 productions de /a/ tenus pendant 5 secondes à NPS et hauteur confortables (Dejonckere et al., 2001), ainsi que sur des production de parole continue (lecture, semi-spontanée). Application du script « *Vocal Intensity Level v 02.04.* ». Nous prenons donc la médiane et la déviation standard. La variation de NPS n'a pas été prise sur les /a/ tenus, car elle était censée être la plus stable possible. L'intégrer à nos comparaisons au même titre que la parole continue aurait créé une sous-évaluation de la variation du NPS lors de la parole continue.
- Hauteur tonale : Sous cette appellation, nous reprenons la fréquence fondamentale des /a/ tenus et la fréquence fondamentale parlée (FFP) de la parole continue. Pour ce paramètre, nous utilisons le plug-in Phonanium et sa fonction *Vocal fundamental frequency* pour trouver la médiane des fréquences de phonation. Pour la parole continue, avant d'utiliser ce script, nous découpons les phrases grâce au logiciel Audacity (version 4.2.1) (Dannenberg & Mazzoni, 2020). Ensuite nous épurons les extraits en éliminant les parties non-voisées et les fréquences aberrantes correspondant aux productions des consonnes fricatives voisées.
- Dynamique tonale : Nous prenons la dynamique tonale grâce au plug-in Phonanium et au paramètre *déviation standard* de sa fonction *Vocal fundamental frequency*. Celle-ci n'a pas été prise sur les /a/ tenus, car elle était censée être la plus stable possible. L'intégrer à nos comparaisons au même titre que la parole continue aurait créé une sous-évaluation de la variation de la hauteur tonale lors de la parole continue.
- Fréquence de résonance des quatre premiers formants : Les extraits de parole continue analysés sont épurés de tous les segments non-voisés afin d'éliminer les fréquences de résonance aberrantes. Nous utilisons ensuite les fonctions *Get F1, F2, F3, F4* pour obtenir les valeurs formantiques. Ces valeurs n'ont pas été prises en compte dans la parole semi-spontanée (les 6 images de Hallin) car la variabilité des voyelles employées rendait les différences observées ininterprétables. En revanche, celles-ci ont été

extraites dans les textes « Quand René périt » et « Scénette de Delattre » car les différences de fréquence de résonance sont fonctions du CMV masculin ou féminin. Ce sont les mêmes voyelles qui sont utilisées, la variation formantique ne vient donc pas du type de voyelle produit.

- Enfin, nous comparons la longueur des voyelles aux temps M1, M4, F1 et F4. Toutes les mesures n'ont pas été analysées à cause de la nature chronophage de la prise de données. Les mesures analysées ont été choisies car elles étaient les plus éloignées chronologiquement. Ces analyses ont été faites sur la lecture du texte « Quand René périt » afin d'avoir les mêmes voyelles, associées aux mêmes dynamiques prosodiques. Ce texte a été préféré à la scénette de Delattre pour 2 raisons : premièrement, pour analyser des phrases plus longues et avec une prosodie plus libre qui permettent de mettre en avant la variabilité entre les conditions CMV masculin et féminin. Deuxièmement, le texte « Quand René périt » a été lu deux fois lors de chaque mesure et cette double analyse améliore la représentativité des effets observés en neutralisant en partie la variabilité entre les productions (Codé : QRP[1^{ère} ou 2^{ème} lecture][Temps de production] → QRP2F1= La deuxième lecture du texte « Quand René périt » au temps F1). Pour effectuer cette mesure nous avons besoin de transformer notre dossier audio en fichier TextGrid dans l'optique de faire correspondre le dossier audio avec le texte lu. Nous avons donc utilisé le site internet WebMAUS Basic (Kisler et al., 2017; Schiel & Ohala, 1999) afin de lier notre dossier son (.wav) et notre dossier texte (.txt) et ainsi créer le dossier découpant la parole continue en mots, syllabes et phonèmes (.TextGrid). Nous avons ensuite pu ouvrir le dossier TextGrid nouvellement créé sur Praat afin de vérifier si le découpage phonémique s'était fait suffisamment précisément. Pour ce faire, et dans l'objectif de diminuer l'erreur de mesure ainsi que le risque de biais, nous avons procédé à cette étape avec l'aide de Madame Sabine Hasoppe, logopède. Notre procédure fut d'écouter chaque phonème séparément et d'en ajuster les limites fixées par le programme afin de préciser la mesure. Nous ne passions au phonème suivant qu'une fois que les deux évaluateurs avaient atteint un consensus concernant le découpage sonore. L'ajustement terminé, nous avons utilisé la commande *Query > Get selection length* du logiciel Praat pour rapporter la longueur de chaque voyelle au millième près.

L'analyse de tous ces paramètres a été faite sur l'ensemble de l'échantillon pour la tâche de récit sur images.

Pour les tâches de lecture, les mesures ont été effectuées phrase par phrase. Le texte « Quand René périt » est séparé en 4 phrases et le texte « Scénette de Delattre » est décomposé pour isoler les 10 intonations de base du français. Chaque extrait a donc été analysé isolément en plus des analyses faites sur les enregistrements complets. Découper ces extraits sonores en plusieurs parties a permis d'augmenter la puissance de nos statistiques.

Annexe 9 : Tableau des scores bruts.

Condition : 0= CMV masculin, 1= CMV féminin.

Time : 1, 2, 3 ou 4.

P. ex. si condition=0 et time=3, Temps= M3

Pour les « Quand René périt », notation « QRP(1^{er} ou 2^{ème} enregistrement)(1-4^{ème} phrase) ». Donc si « QRP23 », il s'agit de la 3^{ème} phrase du deuxième enregistrement du texte « Quand René périt ».

Scénette de Delattre noté « DELATTRE(1-10^{ème} intonation) ».

Tableau 27 : Score bruts

| Tâche | Condition | Time | F0 | sd_F0 | FR1 | FR2 | FR3 | FR4 | Frmoy | NPS | sd_NPS |
|--------|-----------|------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|--------|
| ATENU1 | 0 | 1 | 139,11 | . | 547,58 | 1119,28 | 2526,83 | 3276,08 | 1867,4425 | 79,17 | . |
| ATENU1 | 1 | 1 | 243,51 | . | 469,93 | 1470,9 | 2665,99 | 3546,56 | 1843,835 | 81,74 | . |
| ATENU1 | 1 | 2 | 227,6 | . | 452,12 | 1385,17 | 2466,32 | 3207,4 | 1877,7525 | 89,19 | . |
| ATENU1 | 0 | 2 | 175,24 | . | 488,88 | 1206,49 | 2497,32 | 3215,52 | 1852,0525 | 95,8 | . |
| ATENU1 | 1 | 3 | 204,44 | . | 523,89 | 1507,01 | 2703,44 | 3746,58 | 2120,23 | 79,25 | . |
| ATENU1 | 0 | 3 | 152,61 | . | 425,59 | 1194,36 | 2466,86 | 3235,41 | 1830,555 | 84,69 | . |
| ATENU1 | 1 | 4 | 243,77 | . | 448,85 | 1530,75 | 2730,95 | 3839,92 | 2137,6175 | 84,07 | . |
| ATENU1 | 0 | 4 | 131,62 | . | 576,41 | 1114,24 | 2650,54 | 3290,01 | 1907,8 | 93,52 | . |
| ATENU2 | 0 | 1 | 139,53 | . | 543,96 | 1081,45 | 2471,85 | 3278,08 | 1843,835 | 76,11 | . |
| ATENU2 | 1 | 1 | 243,47 | . | 479,93 | 1483,75 | 2700,75 | 3824,22 | 2122,1625 | 82,65 | . |
| ATENU2 | 1 | 2 | 230,15 | . | 452,74 | 1423,11 | 2605,5 | 3266,34 | 1936,9225 | 87,3 | . |
| ATENU2 | 0 | 2 | 175,74 | . | 500,03 | 1232,85 | 2553,55 | 3104,66 | 1847,7725 | 97,34 | . |
| ATENU2 | 1 | 3 | 206,27 | . | 536,64 | 1457,59 | 2756,7 | 3650,3 | 2100,3075 | 80,9 | . |
| ATENU2 | 0 | 3 | 152,2 | . | 431,36 | 1176,49 | 2461,59 | 3203,87 | 1818,3275 | 81,84 | . |
| ATENU2 | 1 | 4 | 242,99 | . | 451,55 | 1413,37 | 2725,05 | 3586,92 | 2044,2225 | 85,34 | . |
| ATENU2 | 0 | 4 | 132,84 | . | 547,25 | 1089,4 | 2573,47 | 3210,07 | 1855,0475 | 92,84 | . |
| ATENU3 | 0 | 1 | 140,25 | . | 553,16 | 1055,68 | 2515,78 | 3301,18 | 1856,45 | 76,07 | . |
| ATENU3 | 1 | 1 | 244,18 | . | 475,97 | 1501,72 | 2612,66 | 3440,01 | 2007,59 | 81,24 | . |
| ATENU3 | 1 | 2 | 229,89 | . | 459,13 | 1405,73 | 2442,48 | 3166,75 | 1868,5225 | 91,19 | . |
| ATENU3 | 0 | 2 | 175 | . | 515,2 | 1205,54 | 2557,57 | 3160,68 | 1859,7475 | 99,54 | . |
| ATENU3 | 1 | 3 | 204,51 | . | 533,63 | 1506,33 | 2669,8 | 3522,59 | 2058,0875 | 82,78 | . |
| ATENU3 | 0 | 3 | 152,37 | . | 477,8 | 1163,21 | 2582,19 | 3128,5 | 1837,925 | 85,06 | . |
| ATENU3 | 1 | 4 | 242,52 | . | 453,4 | 1382,13 | 2681,08 | 3510,63 | 2006,81 | 84,48 | . |
| ATENU3 | 0 | 4 | 133,74 | . | 556,03 | 1105,47 | 2585,05 | 3237,81 | 1871,09 | 89,75 | . |
| QRP1 | 0 | 1 | 122,95 | 17,89 | 341,73 | 1622,42 | 2656,49 | 3708,48 | 2082,28 | 76,79 | 8,66 |
| QRP1 | 1 | 1 | 224,23 | 54,28 | 332,3 | 1553 | 2616,15 | 3760,81 | 2065,565 | 60,91 | 8,61 |
| QRP1 | 1 | 2 | 218,49 | 70,45 | 340,48 | 1517,03 | 2569 | 3682,04 | 2027,1375 | 74,11 | 9,01 |
| QRP1 | 0 | 2 | 128,48 | 20,92 | 338,58 | 1594,45 | 2665,05 | 3663,62 | 2065,425 | 77 | 7,56 |
| QRP1 | 1 | 3 | 201,57 | 65,07 | 327,38 | 1554,67 | 2591,85 | 3788,65 | 2065,6375 | 75,1 | 8,86 |
| QRP1 | 0 | 3 | 106,04 | 21,8 | 368,97 | 1657,49 | 2687,89 | 3660,62 | 2093,7425 | 72,17 | 8,38 |
| QRP1 | 1 | 4 | 231,19 | 72,45 | 332,86 | 1513,45 | 2634,17 | 3740,1 | 2055,145 | 79,95 | 8,13 |
| QRP1 | 0 | 4 | 115,44 | 18,47 | 337,25 | 1586,67 | 2657,72 | 3655,33 | 2059,2425 | 77,84 | 8,01 |
| QRP2 | 0 | 1 | 119,76 | 15,64 | 324,22 | 1617,03 | 2631,56 | 3707,27 | 2070,02 | 76,22 | 8,86 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| QRP2 | 1 | 1 | 230,02 | 54,47 | 320,71 | 1563,71 | 2590,49 | 3760,86 | 2058,9425 | 60,25 | 7,95 |
| QRP2 | 1 | 2 | 229,67 | 68,73 | 338,4 | 1495,47 | 2587,5 | 3678,3 | 2024,9175 | 75,21 | 9,29 |
| QRP2 | 0 | 2 | 128,88 | 21,25 | 346,81 | 1629,62 | 2682,4 | 3674,65 | 2083,37 | 77,91 | 7,68 |
| QRP2 | 1 | 3 | 200,07 | 66,64 | 327,03 | 1531,4 | 2568,75 | 3736,46 | 2040,91 | 75,05 | 8,68 |
| QRP2 | 0 | 3 | 108,24 | 20,7 | 351,6 | 1610,82 | 2624,18 | 3652,5 | 2059,775 | 72,52 | 7,84 |
| QRP2 | 1 | 4 | 224,24 | 74,64 | 330,62 | 1552,9 | 2669,12 | 3791,95 | 2086,1475 | 78,91 | 8,1 |
| QRP2 | 0 | 4 | 114,66 | 19,7 | 346,87 | 1621,01 | 2719,08 | 3690,5 | 2094,365 | 79,04 | 8,56 |
| DELATTRE | 0 | 1 | 140,42 | 29,79 | 384,38 | 1609,71 | 2718,6 | 3653,01 | 2010,015 | 85,31 | 9,21 |
| DELATTRE | 1 | 1 | 249,61 | 69,03 | 376,48 | 1455,95 | 2514,04 | 3693,59 | 2010,015 | 70,68 | 8,68 |
| DELATTRE | 1 | 2 | 238,06 | 83,42 | 390,8 | 1388,38 | 2506,59 | 3628,08 | 1978,4625 | 80,54 | 9,03 |
| DELATTRE | 0 | 2 | 145,67 | 39,22 | 391,03 | 1583,91 | 2702,77 | 3653,78 | 2082,8725 | 82,67 | 7,44 |
| DELATTRE | 1 | 3 | 248,16 | 80,29 | 364,19 | 1442,27 | 2583,48 | 3765,77 | 2038,9275 | 83 | 9,53 |
| DELATTRE | 0 | 3 | 142,74 | 35,82 | 386,9 | 1583,53 | 2604,24 | 3590,42 | 2041,2725 | 83,22 | 8,42 |
| DELATTRE | 1 | 4 | 248,12 | 76,74 | 368,09 | 1470,63 | 2657,39 | 3765,2 | 2065,3275 | 83,41 | 8,22 |
| DELATTRE | 0 | 4 | 139,05 | 32,91 | 400,14 | 1613,82 | 2649,65 | 3583,78 | 2061,8475 | 86,37 | 7,18 |
| DELATTRE1 | 0 | 1 | 135,97 | 28,97 | 277,16 | 1711,17 | 2752,46 | 3830,09 | 2142,72 | 86,63 | 11,34 |
| DELATTRE1 | 1 | 1 | 210,85 | 80,09 | 283,64 | 1584,33 | 2637,01 | 3812,82 | 2079,45 | 76,85 | 12,72 |
| DELATTRE1 | 1 | 2 | 227,56 | 103,53 | 320,16 | 1453,07 | 2539,91 | 3529,14 | 1960,57 | 82,27 | 12,22 |
| DELATTRE1 | 0 | 2 | 129,46 | 25,47 | 274,79 | 1628,05 | 2683,95 | 3668,62 | 2063,8525 | 82,86 | 7,91 |
| DELATTRE1 | 1 | 3 | 231,09 | 85,87 | 273,78 | 1545,21 | 2543,41 | 3728,24 | 2022,66 | 84,13 | 9,82 |
| DELATTRE1 | 0 | 3 | 118,85 | 25,61 | 261 | 1710,76 | 2764,72 | 3877,05 | 2153,3825 | 78,74 | 9,04 |
| DELATTRE1 | 1 | 4 | 215,98 | 94,47 | 281,08 | 1466,07 | 2558,06 | 3780,25 | 2021,365 | 85,2 | 9,28 |
| DELATTRE1 | 0 | 4 | 130,95 | 19,23 | 470,57 | 1875,05 | 2951,45 | 3974,63 | 2317,925 | 83,36 | 11,33 |
| DELATTRE2 | 0 | 1 | 143,26 | 15,97 | 435,2 | 1641,24 | 2496,35 | 3559,18 | 2032,9925 | 89,09 | 4,13 |
| DELATTRE2 | 1 | 1 | 222,12 | 31,82 | 395,89 | 1505,81 | 2470,06 | 3567,06 | 1984,705 | 69,14 | 5,62 |
| DELATTRE2 | 1 | 2 | 238,24 | 30,18 | 413,21 | 1574,85 | 2518,23 | 3658,93 | 2041,305 | 80,79 | 3,21 |
| DELATTRE2 | 0 | 2 | 141,61 | 24,9 | 352,32 | 1593,5 | 2404,34 | 3580,06 | 1982,555 | 81,92 | 2,8 |
| DELATTRE2 | 1 | 3 | 220,02 | 53,5 | 386 | 1517,91 | 2456,91 | 3590,7 | 1987,88 | 77 | 3,67 |
| DELATTRE2 | 0 | 3 | 139,5 | 39,05 | 358,31 | 1654,6 | 2445,61 | 3473,61 | 1983,0325 | 75,37 | 2,58 |
| DELATTRE2 | 1 | 4 | 245,12 | 70,51 | 433,9 | 1729,05 | 2694,26 | 3816,23 | 2168,36 | 82,79 | 4,5 |
| DELATTRE2 | 0 | 4 | 141,41 | 19,12 | 345,91 | 1598,29 | 2449,61 | 3584,64 | 1994,6125 | 80,17 | 4,22 |
| DELATTRE3 | 0 | 1 | 128,66 | 12,15 | 400,23 | 1530,85 | 2630,3 | 3671,31 | 2058,1725 | 82,2 | 5,69 |
| DELATTRE3 | 1 | 1 | 271,09 | 68,73 | 341,34 | 1383,71 | 2495,83 | 3791,18 | 2003,015 | 72,25 | 5,11 |
| DELATTRE3 | 1 | 2 | 234,63 | 65,79 | 398,11 | 1304,58 | 2336,31 | 3838,03 | 1969,2575 | 75,99 | 7,88 |
| DELATTRE3 | 0 | 2 | 125,4 | 20,8 | 398,63 | 1395,64 | 2564,21 | 3694,3 | 2013,195 | 79,27 | 6,69 |
| DELATTRE3 | 1 | 3 | 206,9 | 57,73 | 389,82 | 1256,43 | 2693,59 | 3926,14 | 2066,495 | 77,23 | 4,4 |
| DELATTRE3 | 0 | 3 | 119,34 | 17,5 | 400,85 | 1459,74 | 2531,8 | 3779,64 | 2043,0075 | 78,42 | 5,52 |
| DELATTRE3 | 1 | 4 | 244,45 | 32,74 | 383,8 | 1290,04 | 2726,76 | 3758,61 | 2039,8025 | 80,26 | 4,85 |
| DELATTRE3 | 0 | 4 | 114,79 | 16,58 | 396,42 | 1421,06 | 2476,57 | 3808,47 | 2025,63 | 77,39 | 6,73 |
| DELATTRE4 | 0 | 1 | 143,16 | 29,74 | 336,4 | 1312,35 | 2809,52 | 3490,1 | 1987,0925 | 87,21 | 9,84 |
| DELATTRE4 | 1 | 1 | 283,88 | 65,78 | 429,81 | 1322,14 | 2443,61 | 3679,72 | 1968,82 | 82,67 | 9,72 |
| DELATTRE4 | 1 | 2 | 260,27 | 72,24 | 388,64 | 1225,66 | 2383,54 | 3584,89 | 1895,6825 | 85,53 | 6,44 |
| DELATTRE4 | 0 | 2 | 159,56 | 44,49 | 387,14 | 1325,23 | 2626,76 | 3443,48 | 1945,6525 | 87,66 | 7,01 |
| DELATTRE4 | 1 | 3 | 248,78 | 79,17 | 329,74 | 1215,98 | 2581,31 | 3702,33 | 1957,34 | 86,78 | 8,12 |
| DELATTRE4 | 0 | 3 | 141,72 | 39,97 | 396,16 | 1363,48 | 2718,01 | 3451,43 | 1982,27 | 83,25 | 6,14 |
| DELATTRE4 | 1 | 4 | 244,56 | 79,86 | 351,41 | 1293,69 | 2727,99 | 3683,88 | 2014,2425 | 85,43 | 7,97 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|---|---|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| DELATTRE4 | 0 | 4 | 138,76 | 26,54 | 367,71 | 1273,21 | 2594,74 | 3371,24 | 1901,725 | 90,36 | 5,05 |
| DELATTRE5 | 0 | 1 | 122,11 | 25,66 | 415,68 | 1356,61 | 2651,24 | 3535,11 | 1989,66 | 85,24 | 10,23 |
| DELATTRE5 | 1 | 1 | 204,43 | 51,2 | 393,84 | 1414,16 | 2371,78 | 3581,06 | 1940,21 | 79,59 | 7,51 |
| DELATTRE5 | 1 | 2 | 211,48 | 32,36 | 345,87 | 1483,01 | 2568,15 | 3871,62 | 2067,1625 | 76,6 | 6,76 |
| DELATTRE5 | 0 | 2 | 136,39 | 27,73 | 388,83 | 1599,38 | 2927,53 | 3652,06 | 2141,95 | 83,39 | 8,46 |
| DELATTRE5 | 1 | 3 | 200,93 | 82,17 | 385,16 | 1391,65 | 2473,23 | 3634,13 | 1971,0425 | 80,69 | 7,28 |
| DELATTRE5 | 0 | 3 | 114,7 | 18,67 | 368,92 | 1574,31 | 2502,6 | 3502,11 | 1986,985 | 83,39 | 8,56 |
| DELATTRE5 | 1 | 4 | 207,7 | 28,22 | 316,7 | 1559,53 | 2638,48 | 3703,07 | 2054,445 | 80,8 | 5,05 |
| DELATTRE5 | 0 | 4 | 130,85 | 12,84 | 318,22 | 1518,24 | 2459,09 | 3614,33 | 1977,47 | 87,12 | 5,47 |
| DELATTRE6 | 0 | 1 | 185,27 | 17 | 277,82 | 1585,34 | 2675,05 | 3438,07 | 1994,07 | 82,51 | 8,34 |
| DELATTRE6 | 1 | 1 | 355,48 | 24,99 | 377,53 | 1664,97 | 2715,56 | 3753,96 | 2128,005 | 82,53 | 8,17 |
| DELATTRE6 | 1 | 2 | 382,37 | 49,46 | 395,66 | 1494,71 | 2707,59 | 3678,58 | 2069,135 | 81,34 | 9,04 |
| DELATTRE6 | 0 | 2 | 210,47 | 17,72 | 299,75 | 1596,59 | 2662,39 | 3475,48 | 2008,5525 | 84,44 | 6,38 |
| DELATTRE6 | 1 | 3 | 342,93 | 48,43 | 376,35 | 1636,22 | 2779,8 | 3732,43 | 2131,2 | 82,72 | 10,88 |
| DELATTRE6 | 0 | 3 | 175,45 | 9,54 | 289,62 | 1590,8 | 2615,11 | 3587,9 | 2020,8575 | 79,87 | 8,1 |
| DELATTRE6 | 1 | 4 | 332,94 | 54,41 | 379,71 | 1834,25 | 2897,79 | 3972,89 | 2271,16 | 86,55 | 8,85 |
| DELATTRE6 | 0 | 4 | 186,33 | 18,89 | 424,44 | 1754,39 | 2783,58 | 3574,88 | 2134,3225 | 82,21 | 8,7 |
| DELATTRE7 | 0 | 1 | 123,26 | 17,62 | 375,63 | 1656,59 | 2646,83 | 3670,82 | 2087,4675 | 79,37 | 7,77 |
| DELATTRE7 | 1 | 1 | 216,68 | 43,64 | 371,79 | 1575,22 | 2452,84 | 3664,7 | 2016,1375 | 75,43 | 7,78 |
| DELATTRE7 | 1 | 2 | 198,83 | 29,1 | 376,58 | 1581,51 | 2583,08 | 3550,61 | 2022,945 | 78,99 | 10,06 |
| DELATTRE7 | 0 | 2 | 111,47 | 12,27 | 347,07 | 1512,32 | 2567,36 | 3616,5 | 2010,8125 | 79,99 | 7,76 |
| DELATTRE7 | 1 | 3 | 182,21 | 44,57 | 317,83 | 1599,01 | 2526,68 | 3731,83 | 2043,8375 | 83,28 | 12,19 |
| DELATTRE7 | 0 | 3 | 114,91 | 35,31 | 401,67 | 1567,55 | 2710,03 | 3550,53 | 2057,445 | 83,8 | 8,93 |
| DELATTRE7 | 1 | 4 | 193,52 | 39,49 | 356,09 | 1531,69 | 2722,71 | 3713,25 | 2080,935 | 82,26 | 9,25 |
| DELATTRE7 | 0 | 4 | 114,62 | 16,33 | 374,56 | 1619,97 | 2693,16 | 3548,14 | 2058,9575 | 85,53 | 4,74 |
| DELATTRE8 | 0 | 1 | 138,19 | 16,4 | 263,98 | 1715,2 | 2689,26 | 3783,79 | 2113,0575 | 84,01 | 2,68 |
| DELATTRE8 | 1 | 1 | 244,64 | 5,42 | 319,9 | 1598,18 | 2488,4 | 3494,59 | 1975,2675 | 73,41 | 2,09 |
| DELATTRE8 | 1 | 2 | 256,34 | 19,7 | 320,23 | 1525,37 | 2462,03 | 3400,67 | 1927,075 | 79,9 | 7,37 |
| DELATTRE8 | 0 | 2 | 129,7 | 16,17 | 331,35 | 1685,5 | 2924,73 | 3603,05 | 2136,1575 | 80,87 | 2,54 |
| DELATTRE8 | 1 | 3 | 275,86 | 38,09 | 320,46 | 1388,83 | 2247,41 | 3556,21 | 1878,2275 | 81,59 | 5,92 |
| DELATTRE8 | 0 | 3 | 171,31 | 13,43 | 314,25 | 1473,51 | 2483,13 | 3533,66 | 1951,1375 | 86,05 | 4,08 |
| DELATTRE8 | 1 | 4 | 254,31 | 18,9 | 313,33 | 1579,26 | 2526,68 | 3657,7 | 2019,2425 | 85,05 | 4,61 |
| DELATTRE8 | 0 | 4 | 144,98 | 11,05 | 314,48 | 1649,48 | 2641,78 | 3557,17 | 2040,7275 | 86,45 | 2,37 |
| DELATTRE9 | 0 | 1 | 140,55 | 4,62 | 434,11 | 1788,67 | 2883,05 | 3577,22 | 2170,7625 | 90,61 | 6,86 |
| DELATTRE9 | 1 | 1 | 243,48 | 38,3 | 454,35 | 1500,82 | 2541,8 | 3853,8 | 2087,6925 | 80,98 | 2,43 |
| DELATTRE9 | 1 | 2 | 212,82 | 6,78 | 434,74 | 1485,15 | 2559,3 | 3729,88 | 2052,2675 | 76,23 | 5,43 |
| DELATTRE9 | 0 | 2 | 140,1 | 19,48 | 391,99 | 1693,24 | 2717,12 | 3587,71 | 2097,515 | 85,97 | 6,53 |
| DELATTRE9 | 1 | 3 | 228,02 | 41,04 | 391,25 | 1389,63 | 2586,2 | 3802,44 | 2042,38 | 88,86 | 6,24 |
| DELATTRE9 | 0 | 3 | 159,59 | 31,32 | 437,05 | 1884,42 | 2579,72 | 3523,4 | 2106,1475 | 88,58 | 4,94 |
| DELATTRE9 | 1 | 4 | 221,37 | 49,17 | 389,4 | 1444,54 | 2690,3 | 3885,1 | 2102,335 | 83,54 | 6,06 |
| DELATTRE9 | 0 | 4 | 138,25 | 18,74 | 425,51 | 1900,4 | 2832,2 | 3543,55 | 2175,415 | 89,03 | 3,11 |
| DELATTRE10 | 0 | 1 | 146,4 | 43,32 | 414,18 | 1293,53 | 2578,84 | 3510,84 | 1949,3475 | 96,58 | 7,75 |
| DELATTRE10 | 1 | 1 | 242,71 | 55,62 | 404,33 | 1098,89 | 2411,08 | 3419,75 | 1833,5125 | 82,21 | 4,22 |
| DELATTRE10 | 1 | 2 | 231,57 | 93,17 | 437,12 | 1095,53 | 2405,88 | 3500 | 1859,6325 | 85,1 | 5,38 |
| DELATTRE10 | 0 | 2 | 155,64 | 43,64 | 487,62 | 1424,47 | 2737,48 | 3699,26 | 2087,2075 | 89,63 | 5,96 |
| DELATTRE10 | 1 | 3 | 223,58 | 98,65 | 441,91 | 1309,02 | 2608,72 | 3739,59 | 2024,81 | 90,64 | 5,84 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|---|---|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| DELATTRE10 | 0 | 3 | 142,22 | 45,27 | 445,24 | 1403,89 | 2514,4 | 3397,25 | 1940,195 | 90,29 | 3,26 |
| DELATTRE10 | 1 | 4 | 230,13 | 94,24 | 375,87 | 1161,4 | 2456,33 | 3537,65 | 1882,8125 | 87,46 | 8,25 |
| DELATTRE10 | 0 | 4 | 136,72 | 47,84 | 379,77 | 1415,32 | 2581,85 | 3499 | 1968,985 | 90,48 | 4,45 |
| QRP11 | 0 | 1 | 134,85 | 22,06 | 352,79 | 1597,71 | 2670,89 | 3666,73 | 2072,03 | 81,98 | 7,34 |
| QRP11 | 1 | 1 | 236,3 | 42,84 | 333,43 | 1593 | 2656,81 | 3790,02 | 2093,315 | 67,98 | 9,1 |
| QRP11 | 1 | 2 | 241 | 61,87 | 367,88 | 1545,41 | 2530,29 | 3643,78 | 2021,84 | 77,01 | 7,21 |
| QRP11 | 0 | 2 | 126,25 | 22 | 359,14 | 1569,89 | 2557,5 | 3662,97 | 2037,375 | 79,17 | 5 |
| QRP11 | 1 | 3 | 191,98 | 45,1 | 321,39 | 1559,01 | 2488,5 | 3687,25 | 2014,0375 | 77,09 | 7,87 |
| QRP11 | 0 | 3 | 111,02 | 22,59 | 349,74 | 1578,87 | 2568,29 | 3620,71 | 2029,4025 | 73,18 | 7,87 |
| QRP11 | 1 | 4 | 212,9 | 55,88 | 309,95 | 1518,04 | 2562,26 | 3666,71 | 2014,24 | 82,4 | 7,38 |
| QRP11 | 0 | 4 | 114,59 | 13,39 | 341,58 | 1527,72 | 2599,14 | 3599,93 | 2017,0925 | 79,34 | 6,91 |
| QRP12 | 0 | 1 | 121,2 | 14,04 | 373,91 | 1492,38 | 2733,28 | 3721,79 | 2080,34 | 75,17 | 6,56 |
| QRP12 | 1 | 1 | 216,06 | 39,36 | 300,72 | 1402,57 | 2423,01 | 3710,32 | 1959,155 | 70,5 | 5,95 |
| QRP12 | 1 | 2 | 204,51 | 28,44 | 334,36 | 1423,69 | 2541,91 | 3715,77 | 2003,9325 | 71,68 | 7,55 |
| QRP12 | 0 | 2 | 133,04 | 20,38 | 371,12 | 1479,29 | 2673,71 | 3701,73 | 2056,4625 | 77,39 | 6,51 |
| QRP12 | 1 | 3 | 217,36 | 58,3 | 329,48 | 1444,78 | 2612,81 | 3817,87 | 2051,235 | 75,08 | 8,05 |
| QRP12 | 0 | 3 | 112,15 | 23,72 | 346,49 | 1598,84 | 2681,5 | 3573,24 | 2050,0175 | 72,68 | 7 |
| QRP12 | 1 | 4 | 233,34 | 61,85 | 324,72 | 1392,72 | 2620,92 | 3720,23 | 2014,6475 | 80,27 | 5,77 |
| QRP12 | 0 | 4 | 82,46 | 2,42 | 353,5 | 1515,23 | 2703,02 | 3709,73 | 2070,37 | 77,43 | 6,53 |
| QRP13 | 0 | 1 | 122,02 | 14,66 | 320,24 | 1612,97 | 2577,44 | 3716,07 | 2056,68 | 75,75 | 9,29 |
| QRP13 | 1 | 1 | 232 | 53,9 | 315,77 | 1491,42 | 2579,14 | 3720,03 | 2026,59 | 66,35 | 8,41 |
| QRP13 | 1 | 2 | 226,26 | 67,23 | 323,14 | 1445,8 | 2538,13 | 3672,06 | 1994,7825 | 73,84 | 8,68 |
| QRP13 | 0 | 2 | 128,64 | 20,65 | 316,8 | 1584,73 | 2645,14 | 3671,83 | 2054,625 | 76,27 | 8,93 |
| QRP13 | 1 | 3 | 198,66 | 71,63 | 328,88 | 1562,94 | 2591,12 | 3847,91 | 2082,7125 | 74,71 | 10,86 |
| QRP13 | 0 | 3 | 102,7 | 19,79 | 380,67 | 1690,75 | 2721,88 | 3692,44 | 2121,435 | 72,22 | 9,39 |
| QRP13 | 1 | 4 | 243,46 | 77,5 | 344,31 | 1511,73 | 2636,12 | 3787,14 | 2069,825 | 78,68 | 9,2 |
| QRP13 | 0 | 4 | 117,67 | 19,06 | 335,27 | 1572,94 | 2579,49 | 3673,46 | 2040,29 | 78,33 | 8,76 |
| QRP14 | 0 | 1 | 113,99 | 19,05 | 311,45 | 1705,18 | 2675 | 3586,3 | 2069,4825 | 72,37 | 9 |
| QRP14 | 1 | 1 | 223,55 | 69,07 | 315,88 | 1707,45 | 2633,82 | 3666,55 | 2080,925 | 68,18 | 8,23 |
| QRP14 | 1 | 2 | 219,96 | 95,08 | 351,83 | 1658,19 | 2649,69 | 3689,79 | 2087,375 | 74,77 | 8,68 |
| QRP14 | 0 | 2 | 122,42 | 20,97 | 322,39 | 1763,62 | 2794,03 | 3614,27 | 2123,5775 | 76,83 | 7,42 |
| QRP14 | 1 | 3 | 180,92 | 74,81 | 315,16 | 1634,4 | 2641,36 | 3706,28 | 2074,3 | 73,44 | 9,06 |
| QRP14 | 0 | 3 | 93,2 | 19,55 | 381,03 | 1757,91 | 2741,57 | 3607,31 | 2121,955 | 70,62 | 6,9 |
| QRP14 | 1 | 4 | 236,97 | 86,93 | 323,43 | 1588,82 | 2733,75 | 3768,6 | 2103,65 | 79,36 | 7,4 |
| QRP14 | 0 | 4 | 107,78 | 21,24 | 305,02 | 1768,8 | 2768,75 | 3529,61 | 2093,045 | 77,68 | 6,1 |
| QRP21 | 0 | 1 | 123,85 | 16,71 | 339,07 | 1607,64 | 2682,72 | 3708,3 | 2084,4325 | 79,37 | 7,65 |
| QRP21 | 1 | 1 | 232,65 | 66,14 | 316,59 | 1565,88 | 2541,59 | 3801,45 | 2056,3775 | 65,98 | 7,75 |
| QRP21 | 1 | 2 | 220,55 | 53,42 | 360,78 | 1563,15 | 2573,97 | 3649,99 | 2036,9725 | 76,97 | 6,06 |
| QRP21 | 0 | 2 | 128,16 | 18,41 | 370,51 | 1625,55 | 2676,78 | 3575,64 | 2062,12 | 81,15 | 4,82 |
| QRP21 | 1 | 3 | 199,71 | 58,83 | 326,03 | 1523,12 | 2475,92 | 3714,25 | 2009,83 | 76,27 | 7,45 |
| QRP21 | 0 | 3 | 105,17 | 19,46 | 362,33 | 1571,45 | 2630,56 | 3615,83 | 2045,0425 | 73,74 | 8,18 |
| QRP21 | 1 | 4 | 225,42 | 58,12 | 325,44 | 1572,2 | 2665,63 | 3788,02 | 2087,8225 | 80,8 | 8,2 |
| QRP21 | 0 | 4 | 115,8 | 21,65 | 349,76 | 1474,52 | 2654,8 | 3692,98 | 2043,015 | 80,42 | 8,09 |
| QRP22 | 0 | 1 | 118,51 | 16,95 | 359,08 | 1503,31 | 2625,54 | 3734,39 | 2055,58 | 73,85 | 7,2 |
| QRP22 | 1 | 1 | 227,89 | 29,44 | 337,13 | 1413,42 | 2509,04 | 3702,78 | 1990,5925 | 66,33 | 7,09 |
| QRP22 | 1 | 2 | 250,47 | 49,77 | 352,79 | 1359,13 | 2649,12 | 3693,6 | 2013,66 | 74,84 | 8,54 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|---|---|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| QRP22 | 0 | 2 | 136,46 | 23,14 | 409,02 | 1528,35 | 2727,91 | 3704,99 | 2092,5675 | 78,43 | 7,31 |
| QRP22 | 1 | 3 | 230,49 | 60,66 | 349,19 | 1423,22 | 2578,4 | 3694,88 | 2011,4225 | 75,03 | 8,81 |
| QRP22 | 0 | 3 | 114,22 | 21,46 | 326,12 | 1450,85 | 2650,9 | 3648,68 | 2019,1375 | 73,61 | 5,88 |
| QRP22 | 1 | 4 | 242,88 | 73,59 | 353,08 | 1451,08 | 2715,96 | 3792,15 | 2078,0675 | 78,63 | 7 |
| QRP22 | 0 | 4 | 120,59 | 19,3 | 393,97 | 1582,89 | 2750,35 | 3705,67 | 2108,22 | 80,25 | 6 |
| QRP23 | 0 | 1 | 119,35 | 14,3 | 305,8 | 1630,23 | 2580,54 | 3714,65 | 2057,805 | 75,81 | 9,51 |
| QRP23 | 1 | 1 | 228,27 | 43,51 | 330,58 | 1602,42 | 2634,15 | 3753,43 | 2080,145 | 67,63 | 7,52 |
| QRP23 | 1 | 2 | 223,71 | 77,87 | 330,67 | 1486,54 | 2567,18 | 3672,33 | 2014,18 | 73,67 | 10,14 |
| QRP23 | 0 | 2 | 128,49 | 19,15 | 326,12 | 1602,66 | 2631,22 | 3662,35 | 2055,5875 | 76,1 | 8,29 |
| QRP23 | 1 | 3 | 190,96 | 65,85 | 324,48 | 1537,8 | 2572,12 | 3743 | 2044,35 | 73,37 | 9,55 |
| QRP23 | 0 | 3 | 108,44 | 19,25 | 352,61 | 1611,48 | 2581,86 | 3687,59 | 2058,385 | 72,8 | 8,44 |
| QRP23 | 1 | 4 | 202,66 | 73,23 | 334,83 | 1590,13 | 2664,44 | 3813,8 | 2100,8 | 77,12 | 8,71 |
| QRP23 | 0 | 4 | 115,66 | 19,09 | 323,51 | 1660,73 | 2690,96 | 3684,79 | 2089,9975 | 79,05 | 10,3 |
| QRP24 | 0 | 1 | 115,08 | 17,9 | 313,5 | 1723,7 | 2740,49 | 3637,49 | 2103,795 | 75,85 | 8,42 |
| QRP24 | 1 | 1 | 236,59 | 72,15 | 318,49 | 1685,21 | 2708,58 | 3833,83 | 2136,5275 | 66,52 | 8,03 |
| QRP24 | 1 | 2 | 231,48 | 71,92 | 341,68 | 1609,26 | 2650,34 | 3714,27 | 2078,8875 | 77,23 | 7,75 |
| QRP24 | 0 | 2 | 110,68 | 22,44 | 321,45 | 1729,39 | 2676,78 | 3617,92 | 2086,385 | 75,69 | 7,3 |
| QRP24 | 1 | 3 | 182,66 | 79,2 | 288,23 | 1612,46 | 2645,61 | 3779,03 | 2081,3325 | 75,99 | 8,73 |
| QRP24 | 0 | 3 | 99,68 | 21,87 | 346,34 | 1726,79 | 2617,96 | 3520,54 | 2052,9075 | 71,69 | 6,59 |
| QRP24 | 1 | 4 | 231,89 | 89,09 | 337,09 | 1625,62 | 2728,51 | 3812,22 | 2125,86 | 79,48 | 7,33 |
| QRP24 | 0 | 4 | 104,56 | 27,24 | 309,79 | 1731,82 | 2797,85 | 3569,02 | 2102,12 | 77,53 | 5,99 |
| HALLIN | 0 | 1 | 124,16 | 16,92 | . | . | . | . | . | 77,01 | 8,21 |
| HALLIN | 1 | 1 | 214,25 | 52,99 | . | . | . | . | . | 64,94 | 8,2 |
| HALLIN | 1 | 2 | 211,32 | 57,17 | . | . | . | . | . | 72,91 | 7,85 |
| HALLIN | 0 | 2 | 126,05 | 19,2 | . | . | . | . | . | 77,67 | 7,26 |
| HALLIN | 1 | 3 | 192,27 | 55,64 | . | . | . | . | . | 76,11 | 8,52 |
| HALLIN | 0 | 3 | 111,58 | 24,04 | . | . | . | . | . | 73,15 | 7,96 |
| HALLIN | 1 | 4 | 211,72 | 63,38 | . | . | . | . | . | 78,91 | 7 |
| HALLIN | 0 | 4 | 118,85 | 19,33 | . | . | . | . | . | 78,3 | 7,11 |

Annexe 10 : Analyse de la normalité des distributions :

Comparaison au test-Kolmogorov-Smirnov & Skewness et Kurtosis des paramètres vocaux où l'hypothèse de normalité n'est pas rejetée.

Parallèlement au test de Shapiro-Wilk, nous avons comparé les résultats obtenus à ceux du test de normalité Kolmogorov-Smirnov. Les tests étaient cohérents entre eux à deux exceptions près : f_{R1} en condition féminine ($D(95) = 0.09$, $p=.0827$) et le sd_NPS en condition masculine ($D(87) = 0.09$, $p=.0537$). Les valeurs de skewness (indice de symétrie) et de kurtosis (indice d'aplatissement) ont été observées quand l'hypothèse de normalité n'était pas rejetée. Ces valeurs n'étaient pas aberrantes, c'est-à-dire supérieures à 1 ou inférieures à -1.

Tableau 28 : Skewness et Kurtosis des paramètres vocaux où l'hypothèse de normalité n'est pas rejetée.

| Paramètre | Skewness | Kurtosis |
|------------------|----------|----------|
| Sd_F0 (F) | -0.32 | -0.19 |
| f_{R3} (total) | 0.02 | 0.65 |
| f_{R3} (M) | 0.33 | 0.43 |
| f_{R3} (F) | -0.3 | 0.49 |
| NPS (total) | 0.06 | 0.69 |

Les valeurs de Skewness entre -0.5 et 0.5 nous indiquent que les distributions de la fonction normale sont symétriques. Les valeurs de Kurtosis indiquées en oranges nous informent de la tendance de la distribution à être leptokurtique, c'est-à-dire à intégrer des valeurs extrêmes ce qui donne un effet « pic » à la distribution. Ces valeurs restent assez faibles et ne définissent pas la distribution comme invalide de fait. Ci-après, l'aspect d'une distribution leptokurtique comparée à une distribution mésokurtique, c'est-à-dire proche de la fonction Gaussienne.

Figure 9 : Distribution leptokurtique

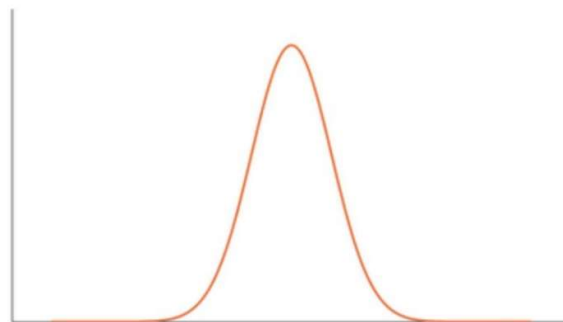
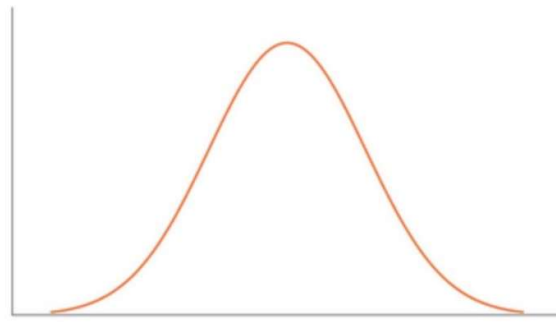


Figure 10 : Distribution mésokurtique



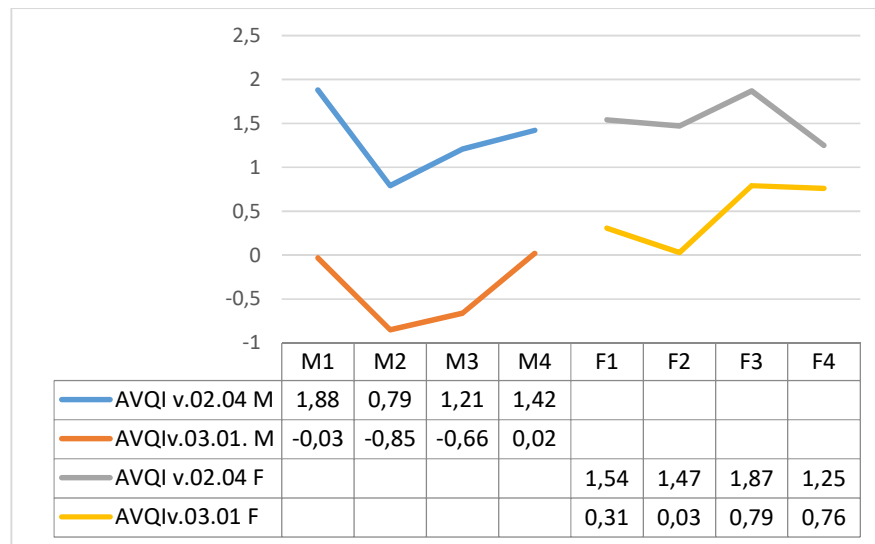
Annexe 11 : Résultats EVE:

Tableau 29 : Résultats EVE

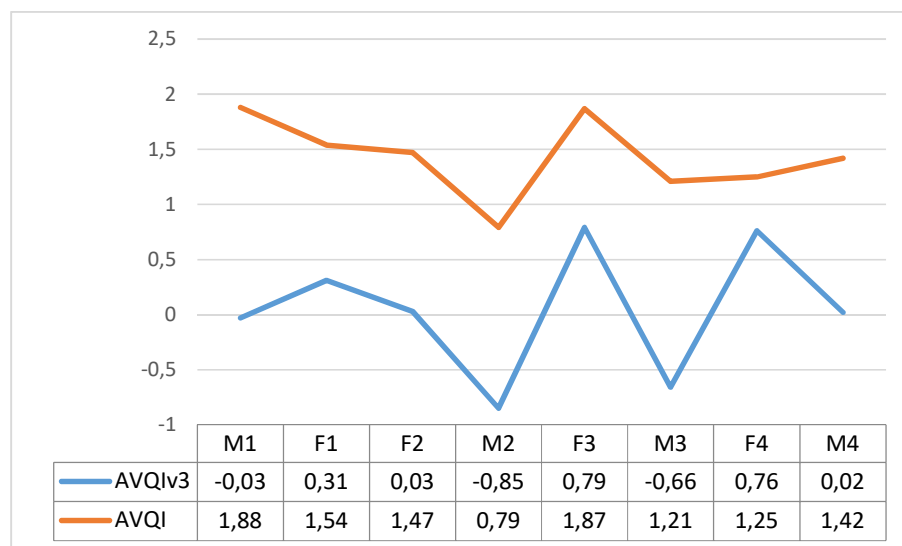
| Paramètres | M1 | F1 | F2 | M2 | F3 | M3 | F4 | M4 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Étendue NPS | 76,07 | 81,24 | 91,19 | 99,54 | 82,78 | 85,06 | 84,48 | 89,75 |
| f_{\min} | 97,713 | 96,833 | 98,532 | 91,366 | 86,642 | 82,517 | 92,289 | 86,005 |
| f_{\max} | 823,859 | 837,323 | 831,613 | 941,908 | 910,726 | 884,664 | 865,57 | 902,064 |
| Étendue f | 726,146 | 740,49 | 733,081 | 850,542 | 824,084 | 802,147 | 773,281 | 816,0258 |
| NPS min | 54,526 | 35,843 | 44,631 | 48,9 | 43,408 | 43,426 | 41,405 | 51,678 |
| NPS max | 117,115 | 110,528 | 110,782 | 110,186 | 112,568 | 110,947 | 110,826 | 111,091 |

Annexe 12 : Comparaison des indices AVQI v.02.04 et v.03.01.

Graphique 4 : AVQI en CMV masculin/féminin



Graphique 5 : AVQI chronologique



Annexe 13 : Scores-Z de comparaison aux études

Tableau 30 : Scores-Z des comparaisons à Mezzedini et al. (2017) et Goy et al. (2013).

| Tâche et mesure | Normes des études | | Nos valeurs | / |
|-----------------|-------------------|------------|-------------|----------|
| | Moyenne | Ecart-type | Score brut | Score-Z |
| A1M1 | 141.64 | 23.38 | 139.11 | -0.10821 |
| | 67.78 | 6.52 | 79.17 | 1.746933 |
| A2M1 | 141.64 | 23.38 | 139.53 | -0.09025 |
| | 67.78 | 6.52 | 76.11 | 1.277607 |
| A3M1 | 141.64 | 23.38 | 140.25 | -0.05945 |
| | 67.78 | 6.52 | 76.07 | 1.271472 |
| A1M2 | 141.64 | 23.38 | 175.24 | 1.437126 |
| | 67.78 | 6.52 | 95.8 | 4.297546 |
| A2M2 | 141.64 | 23.38 | 175.74 | 1.458512 |
| | 67.78 | 6.52 | 97.34 | 4.533742 |
| A3M2 | 141.64 | 23.38 | 175 | 1.426861 |
| | 67.78 | 6.52 | 99.54 | 4.871166 |
| A1M3 | 141.64 | 23.38 | 152.61 | 0.469204 |
| | 67.78 | 6.52 | 84.69 | 2.593558 |
| A2M3 | 141.64 | 23.38 | 152.2 | 0.451668 |
| | 67.78 | 6.52 | 81.84 | 2.156442 |
| A3M3 | 141.64 | 23.38 | 152.37 | 0.458939 |
| | 67.78 | 6.52 | 85.06 | 2.650307 |
| A1M4 | 141.64 | 23.38 | 131.62 | -0.42857 |
| | 67.78 | 6.52 | 93.52 | 3.947853 |
| A2M4 | 141.64 | 23.38 | 132.84 | -0.37639 |
| | 67.78 | 6.52 | 92.84 | 3.843558 |
| A3M4 | 141.64 | 23.38 | 133.74 | -0.3379 |
| | 67.78 | 6.52 | 89.75 | 3.369632 |
| A1F1 | 217.54 | 28.97 | 243.51 | 0.896445 |
| | 67.68 | 6.95 | 81.74 | 2.023022 |
| A2F1 | 217.54 | 28.97 | 243.47 | 0.895064 |
| | 67.68 | 6.95 | 82.65 | 2.153957 |
| A3F1 | 217.54 | 28.97 | 244.18 | 0.919572 |
| | 67.68 | 6.95 | 81.24 | 1.951079 |
| A1F2 | 217.54 | 28.97 | 227.6 | 0.347256 |
| | 67.68 | 6.95 | 89.19 | 3.094964 |
| A2F2 | 217.54 | 28.97 | 230.15 | 0.435278 |
| | 67.68 | 6.95 | 87.3 | 2.823022 |
| A3F2 | 217.54 | 28.97 | 229.89 | 0.426303 |
| | 67.68 | 6.95 | 91.19 | 3.382734 |
| A1F3 | 217.54 | 28.97 | 204.44 | -0.45219 |
| | 67.68 | 6.95 | 79.25 | 1.664748 |
| A2F3 | 217.54 | 28.97 | 206.27 | -0.38902 |
| | 67.68 | 6.95 | 80.9 | 1.902158 |

| | | | | |
|---------------|--------|-------|--------|----------|
| A3F3 | 217.54 | 28.97 | 204.51 | -0.44978 |
| | 67.68 | 6.95 | 82.78 | 2.172662 |
| A1F4 | 217.54 | 28.97 | 243.77 | 0.905419 |
| | 67.68 | 6.95 | 84.07 | 2.358273 |
| A2F4 | 217.54 | 28.97 | 242.99 | 0.878495 |
| | 67.68 | 6.95 | 85.34 | 2.541007 |
| A3F4 | 217.54 | 28.97 | 242.52 | 0.862271 |
| | 67.68 | 6.95 | 84.48 | 2.417266 |
| QRP1M1 | 118 | 17 | 122.95 | 0.291176 |
| | 26 | 8 | 17.89 | -1.01375 |
| | 69.7 | 3.4 | 76.79 | 2.085294 |
| QRP2M1 | 118 | 17 | 119.76 | 0.103529 |
| | 26 | 8 | 15.64 | -1.295 |
| | 69.7 | 3.4 | 76.22 | 1.917647 |
| QRP1M2 | 118 | 17 | 128.48 | 0.616471 |
| | 26 | 8 | 20.92 | -0.635 |
| | 69.7 | 3.4 | 77 | 2.147059 |
| QRP2M2 | 118 | 17 | 128.88 | 0.64 |
| | 26 | 8 | 21.25 | -0.59375 |
| | 69.7 | 3.4 | 77.91 | 2.414706 |
| QRP1M3 | 118 | 17 | 106.04 | -0.70353 |
| | 26 | 8 | 21.8 | -0.525 |
| | 69.7 | 3.4 | 72.17 | 0.726471 |
| QRP2M3 | 118 | 17 | 108.24 | -0.57412 |
| | 26 | 8 | 20.7 | -0.6625 |
| | 69.7 | 3.4 | 72.52 | 0.829412 |
| QRP1M4 | 118 | 17 | 115.44 | -0.15059 |
| | 26 | 8 | 18.47 | -0.94125 |
| | 69.7 | 3.4 | 77.84 | 2.394118 |
| QRP2M4 | 118 | 17 | 114.66 | -0.19647 |
| | 26 | 8 | 19.7 | -0.7875 |
| | 69.7 | 3.4 | 79.04 | 2.747059 |
| QRP1F1 | 208 | 19 | 224.23 | 0.854211 |
| | 45 | 9 | 54.28 | 1.031111 |
| | 67.8 | 4.3 | 60.91 | -1.60233 |
| QRP2F1 | 208 | 19 | 230.02 | 1.158947 |
| | 45 | 9 | 54.47 | 1.052222 |
| | 67.8 | 4.3 | 60.25 | -1.75581 |
| QRP1F2 | 208 | 19 | 218.49 | 0.552105 |
| | 45 | 9 | 70.45 | 2.827778 |
| | 67.8 | 4.3 | 74.11 | 1.467442 |
| QRP2F2 | 208 | 19 | 229.67 | 1.140526 |
| | 45 | 9 | 68.73 | 2.636667 |
| | 67.8 | 4.3 | 75.21 | 1.723256 |
| QRP1F3 | 208 | 19 | 201.57 | -0.33842 |

| | | | | |
|--------|------|-----|--------|----------|
| | 45 | 9 | 65.07 | 2.23 |
| | 67.8 | 4.3 | 75.1 | 1.697674 |
| | 208 | 19 | 200.07 | -0.41737 |
| QRP2F3 | 45 | 9 | 66.64 | 2.404444 |
| | 67.8 | 4.3 | 75.05 | 1.686047 |
| | 208 | 19 | 231.19 | 1.220526 |
| QRP1F4 | 45 | 9 | 72.45 | 3.05 |
| | 67.8 | 4.3 | 79.95 | 2.825581 |
| | 208 | 19 | 224.24 | 0.854737 |
| QRP2F4 | 45 | 9 | 74.64 | 3.293333 |
| | 67.8 | 4.3 | 78.91 | 2.583721 |
| | | | | |

Légende du tableau 30 : Dans l'axe horizontal : Moyenne fournie par l'étude appropriée ; Ecart-type correspondant ; Score-brut du sujet de ce mémoire ; Score-Z calculé à partir des valeurs précédentes.

Dans l'axe vertical :

- Les premiers, deuxièmes et troisièmes /a/ tenus notés A1, A2 ou A3 associés à leur temps de mesure. La première ligne calcule le score-Z de la fréquence, la deuxième celui du NPS.
- La première ou deuxième lecture du texte « Quand René périt » notés QRP1 ou QRP2 liés à leur temps de mesure. La première ligne calcule le score-Z de la fréquence fondamentale parlée, la deuxième celui du sd_{f_0} et la troisième celui du NPS (dans les QRP).

Sont indiqués en **rouge** les scores-Z supérieurs à +2 écarts-types ou inférieurs à -2 écarts-types et en **orange** les scores-Z situés entre -1 et -2 écarts-types ou +1 et +2 écarts-types.

Annexe 14 : Comparaison TWVQ 120/100

Protocoles du TWVQ complétés aux temps F1 et F4 (Figure 12 et 13). Les croix à côté de la grille correspondent aux items qui ont été neutralisés pour le TWVQ100.

Figure 11 : TWVQ F1

| N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---|---|---|---|---|
| 1 | On m'entend difficilement dans un milieu bruyant. | | | × | |
| 2 | Je suis nerveuse quand je sais que je dois utiliser ma voix. | | × | | |
| 3 | Je me sens moins féminine à cause de ma voix. | × | | | × |
| 4 | Le ton de ma voix parlée est trop grave. | × | | | |
| 5 | La hauteur de ma voix est imprévisible. | | × | | |
| 6 | Ma voix m'empêche de vivre comme une femme. | × | | | × |
| 7 | J'évite de téléphoner à cause de ma voix. | | × | | |
| 8 | Je suis tendue que je parle avec les autres à cause de ma voix. | | | × | |
| 9 | Ma voix devient rauque, enrouée ou voilée lorsque j'essaie de parler avec une voix féminine. | | × | | |
| 10 | Je suis difficilement identifiée comme femme à cause de ma voix. | × | | | × |
| 11 | La hauteur de ma voix ne varie pas quand je parle. | × | | | |
| 12 | Je me sens mal à l'aise quand je parle avec des amis, des voisins ou ma famille à cause de ma voix. | | × | | |
| 13 | J'évite de parler en public à cause de ma voix. | | | × | |
| 14 | Le son de ma voix est artificiel. | | | × | |
| 15 | Je dois me concentrer pour que ma voix soit comme je veux. | | × | | |
| 16 | Cela me frustre de devoir essayer de modifier ma voix. | × | | | |
| 17 | Mes difficultés de voix limitent ma vie sociale. | | × | | |
| 18 | Quand je n'y prête pas attention, la hauteur de ma voix devient plus grave. | × | | | |
| 19 | Mon rire sonne comme celui d'un homme. | × | | | |
| 20 | Ma voix ne reflète pas mon apparence physique. | | | | × |
| 21 | Je fais beaucoup d'effort pour parler. | × | | | |
| 22 | Ma voix se fatigue rapidement. | | | × | |
| 23 | Ma voix me limite dans les types de métier que je peux exercer. | × | | | |
| 24 | J'ai l'impression que ma voix ne reflète pas qui je suis vraiment. | | | × | |
| 25 | J'ai moins envie d'aller vers les autres à cause de ma voix. | | × | | |
| 26 | Je suis fortement embarrassée par la manière dont les autres perçoivent ma voix. | | × | | |
| 27 | Ma voix me lâche en cours de conversation. | × | | | |
| 28 | Cela m'affecte profondément d'être perçue comme un homme à cause de ma voix. | × | | | × |
| 29 | L'étendue de ma voix parlée est limitée. | × | | | |
| 30 | Je souffre de discrimination à cause de ma voix. | × | | | |

Figure 12 : TWWQ F4

| N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---|---|---|---|-----|
| 1 | On m'entend difficilement dans un milieu bruyant. | | X | | |
| 2 | Je suis nerveuse quand je sais que je dois utiliser ma voix. | X | | | |
| 3 | Je me sens moins féminine à cause de ma voix. | X | | | X |
| 4 | Le ton de ma voix parlée est trop grave. | X | | | |
| 5 | La hauteur de ma voix est imprévisible. | X | | | |
| 6 | Ma voix m'empêche de vivre comme une femme. | X | | | X |
| 7 | J'évite de téléphoner à cause de ma voix. | | X | | |
| 8 | Je suis tendue que je parle avec les autres à cause de ma voix. | | X | | |
| 9 | Ma voix devient rauque, enrouée ou voilée lorsque j'essaie de parler avec une voix féminine. | X | | | |
| 10 | Je suis difficilement identifiée comme femme à cause de ma voix. | | X | | X |
| 11 | La hauteur de ma voix ne varie pas quand je parle. | X | | | |
| 12 | Je me sens mal à l'aise quand je parle avec des amis, des voisins ou ma famille à cause de ma voix. | X | | | |
| 13 | J'évite de parler en public à cause de ma voix. | | X | | |
| 14 | Le son de ma voix est artificiel. | X | | | |
| 15 | Je dois me concentrer pour que ma voix soit comme je veux. | | | X | |
| 16 | Cela me frustre de devoir essayer de modifier ma voix. | | X | | |
| 17 | Mes difficultés de voix limitent ma vie sociale. | X | | | |
| 18 | Quand je n'y prête pas attention, la hauteur de ma voix devient plus grave. | | | X | |
| 19 | Mon rire sonne comme celui d'un homme. | X | | | |
| 20 | Ma voix ne reflète pas mon apparence physique. | | | | X X |
| 21 | Je fais beaucoup d'effort pour parler. | X | | | |
| 22 | Ma voix se fatigue rapidement. | X | | | |
| 23 | Ma voix me limite dans les types de métier que je peux exercer. | X | | | |
| 24 | J'ai l'impression que ma voix ne reflète pas qui je suis vraiment. | X | | | |
| 25 | J'ai moins envie d'aller vers les autres à cause de ma voix. | | X | | |
| 26 | Je suis fortement embarrassée par la manière dont les autres perçoivent ma voix. | X | | | |
| 27 | Ma voix me lâche en cours de conversation. | X | | | |
| 28 | Cela m'affecte profondément d'être perçue comme un homme à cause de ma voix. | X | | | X |
| 29 | L'étendue de ma voix parlée est limitée. | X | | | |
| 30 | Je souffre de discrimination à cause de ma voix. | X | | | |

Annexe 15 : Tableau de pronostic d'évolution vocale.

Tableau 31 : Tableau pronostic de l'évolution vocale selon Révis (2021, p.202)

| | Fu < 120 Hz | 120 Hz < Fu < 140 Hz | Fu > 140 Hz |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Capacités vocales limitées ⁽¹⁾ | Faibles perspectives | Évolution possible mais limitées | Bonnes perspectives |
| Capacités vocales correctes ⁽²⁾ | Évolution possible mais limitées | Bonnes perspectives | Excellentes perspectives |
| Capacités vocales excellentes ⁽³⁾ | Bonnes perspectives | Excellentes perspectives | Excellentes perspectives |

(1) Capacités vocales limitées : timbre altéré et/ou difficultés d'accès à l'aigu et/ou dysodie et/ou inhibition au jeu vocal.

(2) Capacités vocales correctes : voix saine, présence des 3 mécanismes mais chant médiocre et/ou inhibition au jeu vocal.

(3) Capacités vocales excellentes : voix saine, présence des 3 mécanismes, chant de bonne qualité et appétence au jeu vocal.