



Genre et voix en arabe libanais: Le cas des femmes avec un oedème de Reinke

Nayla Matar

► **To cite this version:**

Nayla Matar. Genre et voix en arabe libanais: Le cas des femmes avec un oedème de Reinke. Linguistique. Aix-Marseille Université; Université Saint-Joseph de Beyrouth, 2015. Français. <tel-01374755>

HAL Id: tel-01374755

<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01374755>

Submitted on 1 Oct 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

**UNIVERSITE SAINT-JOSEPH – FACULTE DE MEDECINE
AIX-MARSEILLE UNIVERSITE – FACULTE DES ARTS,
LETTRES, LANGUES ET SCIENCES HUMAINES**

**THESE DE DOCTORAT
OPTION : Sciences du langage
SPECIALITE : Phonétique et Phonologie**

Sujet de la thèse :
**Genre et voix en arabe libanais
Le cas des femmes avec un œdème de Reinke**

Présentée par :
MATAR ZEIN Nayla

Pour obtenir le grade de
**DOCTEUR DE L'UNIVERSITE SAINT-JOSEPH
ET D'AIX-MARSEILLE UNIVERSITE**

Soutenue le 19 Novembre 2015
Devant le jury composé de :

Pr. Jarjoura HARDANE
Pr. Fabienne BAIDER
Pr. Benjamin MUNSON
Pr. Lise CREVIER-BUCHMAN
Pr. Carla SERHAN
Dr. Joana REVIS
Pr. Amine HADDAD
Dr. Cristel PORTES

Président
Rapporteur
Rapporteur
Examinateur
Examinateur
Examinateur
Directeur de thèse
Directeur de thèse

Pour Andréa, Emile, Cyril, Marc,
Pour Raphaël, Sarah, Michaël,

Remerciements

Ma reconnaissance va d'abord aux membres du jury. Je remercie vivement Fabienne Baider et Benjamin Munson d'avoir accepté de rapporter ce travail, ainsi que Jarjoura Hardane, Lise Crevier-Buchman, Carla Serhan et Joana Revis d'avoir bien voulu lire et évaluer ma thèse. C'est un grand honneur pour moi que vous ayez pris sur votre temps si précieux pour juger mon étude.

Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans le soutien, la disponibilité, la curiosité et la confiance de Cristel Portes. Je n'oublierai jamais les premiers cours d'Analyse du discours en M2 qui m'ont intriguée et passionnée au point de me pousser vers des sujets qui m'étaient inconnus jusque-là. Je n'oublierai jamais nos échanges pendant mes séjours au LPL, mais surtout pendant nos conversations sur Skype qui ont ponctué les étapes de cette thèse. Vous m'avez fait prendre conscience à quel point l'interdisciplinarité, malgré les difficultés qu'elle entraîne, est une richesse immense.

Je tiens aussi à remercier Amine Haddad pour m'avoir encouragée à faire de l'ORL, puis à me spécialiser en laryngologie, discipline qui est devenue une vraie passion pour moi. Vous m'avez poussée à entreprendre cette thèse à une époque où le nombre d'années que j'avais passées à étudier était devenu bien grand. Merci pour vos conseils, votre ouverture d'esprit, votre disponibilité et votre façon de pousser les gens qui vous entourent à aller de l'avant et à donner le meilleur d'eux-mêmes. Je

me sens très privilégiée de vous avoir rencontré et de faire mon chemin professionnel à vos côtés.

Merci à Leonardo Lancia pour toutes les discussions que nous avons eues et les choix que vous m'avez aidée à faire à des étapes cruciales du travail. Un énorme merci pour votre aide dans l'étude statistique.

Merci à Thierry Legou pour son soutien dans les différentes étapes de cette thèse, notamment dans l'élaboration des manipulations.

Je tiens à remercier Marc Remacle pour l'opportunité qu'il m'a donnée en m'introduisant au Laboratoire Parole et Langage. Vous m'avez fait découvrir la voix sous ces différents visages et m'avez poussée dans le chemin de la recherche scientifique sans fin.

Je n'oublie pas Antoine Giovanni qui m'a fortement inspirée lors de la direction de mon mémoire de Master 2. En m'ouvrant les portes du LPL, vous m'avez permis de poursuivre la route pour comprendre les mystères de la voix.

J'exprime ma sincère reconnaissance à toutes les personnes qui, au début de mon travail, ont accepté de partager avec moi leur expérience et leur expertise du terrain libanais : Camille Moitel Messarra, Serge Gelalian, Hayssam Kotob, Moufid Kahwaji et Mona Krayem.

Je souhaite aussi remercier tous les membres du LPL avec qui j'ai eu, dans un cadre chaleureux et stimulant, des discussions ponctuelles qui ont contribué à la progression du travail. Mon seul regret est de ne pas avoir eu l'opportunité de passer plus de temps parmi vous au sein du laboratoire.

J'exprime ma profonde gratitude à tous les locuteurs et toutes les locutrices qui ont accepté de participer à cette thèse. Sans vous, ce travail n'aurait pas pu être réalisé. Grâce à vous, de nombreuses études sur le libanais pourront être faites dans le futur.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui se sont investies dans ce travail à un moment ou à un autre afin de le faire progresser dans les différentes directions : Joséphine Sakr, Leslie Akl, Valery-Joe Haddad et Stéphanie Matar ainsi que tous les membres du jury d'écoute.

Merci à Joëlle Lavaud et Claudia Pichon-Starke pour leur patience, leur gentillesse, leur disponibilité et leur efficacité. Merci d'avoir trouvé les articles dont j'avais besoin et d'avoir pris le temps de me les envoyer par courrier et courriel, élargissant ainsi les activités de la bibliothèque du LPL sur l'autre rive de la Méditerranée!

Merci à Marguerite Moussa d'avoir contribué au volet sociolinguistique de l'étude.

Je voudrais exprimer toute ma gratitude aux personnes qui, à un moment ou à un autre, m'ont inspirée, soutenue ou éclairée en répondant à mes questionnements

directement (Aude Lagier, Ingrid Verduyck, Zoukaa Sargi, Georges Lawson) ou indirectement à travers la revue des articles issus de ce travail de recherche.

Sur le plan personnel, je remercie Emile, Antoinette, Marwan, Ghassan, Rania, Hala, Michèle, Virginie, Randa, Chantal et Sophia pour leur soutien continu et inestimable pendant cette période.

Merci enfin à Ramy, pour ce qu'il est, en présence et en esprit.

Résumé en français et Mots-clés

Objectif : Les femmes avec œdème de Reinke (FR) sont souvent prises pour des hommes au téléphone. Ainsi, leurs voix masculines sont intéressantes pour l'étude des stéréotypes de genre dans la voix. L'objectif de cette étude est de vérifier leur plainte dans un cadre expérimental et de rechercher les paramètres acoustiques utilisés dans l'identification du genre en se basant sur leurs voix.

Matériel et Méthode : Une étude d'auto-évaluation met en évidence la perception qu'ont les FR de leurs voix. Une étude de production compare les paramètres acoustiques de voyelles et de phrases produites par 10 FR avec ceux des productions de 10 femmes et de 10 hommes aux voix normales (FN et HN). Deux jurys naïfs évaluent le genre vocal des FR, FN et HN.

Résultats : Les FR s'auto-évaluent comme ayant une voix masculine et une personnalité féminine. Les paramètres acoustiques qui permettent de distinguer les voix des FR sont liés à la fréquence fondamentale, à la pente spectrale, au ratio des harmoniques par rapport au bruit et à la complexité de l'enveloppe spectrale. Le jury naïf, surtout les femmes, jugent les voix des FR comme « *sûrement masculines* » plus souvent qu'elles ne jugent les voix des FN quelle que soit la production vocale.

Conclusions : Les auditeurs et surtout les auditrices évaluent les FR comme ayant une voix « *sûrement masculine* » par rapport aux FN. Ce classement est corrélé à la F0 ainsi qu'à des paramètres acoustiques liés à la qualité vocale : CPP, H1H2, HNR05, HNR15 et HNR25. Ces nouvelles informations contribuent à la compréhension de la perception du genre dans la voix et pourraient guider la réhabilitation des personnes se plaignant d'ambiguïté du genre vocal.

Mots Clés : Arabe libanais, Voix, Dysphonie, Paramètres acoustiques, Perception, Sociophonétique, Phonétique clinique, Genre, Femmes, Œdème de Reinke.

Titre en anglais

**Gender and Voice in Lebanese Arabic
A study on women with Reinke's edema**

Résumé en anglais et Mots-clés

Purpose: Women with Reinke's edema (RW) are often identified as men over the phone. For this reason, their masculine sounding voice is interesting for the study of gender stereotypes. The study's objective is to verify their complaint and to understand the cues used in gender identification based on their voices.

Methods: We verified, through a self-evaluation study, the perception of their own voice by RW. We compared the acoustic parameters of vowels and sentences produced by 10 RW to those produced by 10 men (NM) and 10 women (NW) with normal voices in Lebanese Arabic. We conducted two perception studies for the evaluation of RW, NM and NW voices by naïve listeners.

Results: RW self-evaluated their voice as being masculine and their personality as being feminine. The acoustic parameters distinguishing RW voices concern pitch, spectral slope, harmonicity of the voicing signal and complexity of the spectral envelop. Naïve listeners (especially women) rate RW voices as "*surely masculine*" more often than they rate NW voices even in sentences.

Conclusions: Listeners (especially women) rate RW's gender as "*surely masculine*" more often than NW. These incorrect gender ratings are correlated with acoustic measures of voice quality. The most contributing parameters to gender perception are: F0, CPP, H1H2, HNR05, HNR15, and HNR25. This new data contributes to the understanding of the perception of gender in voice and will guide the rehabilitation plan of patients complaining of an ambiguous voice.

Key Words: Lebanese Arabic, Voice, Hoarseness, Acoustic parameters, Perception, Sociophonetics, Clinical Phonetics, Gender, Women, Reinke's edema

Table des matières

Remerciements.....	
Résumé en français et Mots-clés	
Titre en anglais.....	
Résumé en anglais et Mots-clés	
Index des figures	
Index des tableaux	
Index des documents sonores et vidéos	
Normes des références bibliographiques	
Conventions de transcription de l'arabe	
Liste des abréviations.....	
1.Introduction générale	1
1.1. LA VOIX ENTRE DÉTERMINISME ANATOMIQUE ET INFLUENCES SOCIALES	2
1.2. THÉORIES DU GENRE	3
1.3. DÉFINITIONS RETENUES POUR LE SEXE ET LE GENRE.....	6
1.4. GENRE ET SOCIOPHONÉTIQUE	8
1.5. PROBLÉMATIQUE DE LA THÈSE.....	10
1.6. QUESTIONS DE RECHERCHE	11
1.7. PLAN DE LA THÈSE	13
2.Cadre théorique	16
2.1. CHAPITRE 1 : ARABE LIBANAIS.....	16
2.1.1. <i>Origine de l'arabe</i>	16
2.1.2. <i>Structure de l'arabe</i>	18
2.1.3. <i>Particularités de l'arabe libanais</i>	19
2.1.4. <i>Voyelles du libanais</i>	19
2.1.5. <i>Consonnes du libanais</i>	20
2.2. CHAPITRE 2 : CŒDÈME DE REINKE	21
2.2.1. <i>Tabagisme chez les femmes</i>	21
2.2.2. <i>Epidémiologie de l'œdème de Reinke</i>	22
2.2.3. <i>Physiopathologie de l'œdème de Reinke</i>	23
2.2.4. <i>Modifications histologiques dans l'œdème de Reinke</i>	24
2.2.5. <i>Caractéristiques acoustiques liées à l'œdème de Reinke</i>	27
2.3. CHAPITRE 3 : GENRE ET VOIX NORMALE	30
2.3.1. <i>Perception vocale et genre</i>	30
2.3.1.1. <i>Stéréotypes du genre vocal</i>	30
2.3.1.2. <i>Influences historiques et culturelles sur les stéréotypes du genre dans la voix</i>	31
2.3.1.3. <i>Adjectifs discriminants dans la qualification du genre vocal</i>	32
2.3.1.4. <i>Les différents types de perception du genre vocal</i>	34

2.3.2. Production vocale et genre	38
2.3.2.1. Anatomie et Physiologie : Différences entre hommes et femmes.....	38
2.3.2.2. Voix et âge.....	40
2.3.2.3. Paramètres acoustiques associés au genre vocal.....	44
2.3.2.3.1. F0 et ses paramètres	45
2.3.2.3.2. Formants.....	48
2.3.2.3.3. Tempo.....	50
2.3.2.3.4. Intonations.....	51
2.3.2.3.5. Qualité vocale.....	52
2.3.2.4. Particularité des conversations téléphoniques	57
2.3.2.5. Paramètres acoustiques associés au sexe en arabe libanais.....	58
2.4. CHAPITRE 4 : INADÉQUATION DU GENRE SOCIAL ET DU GENRE VOCAL.....	60
2.4.1. Cas des personnes transgenres	61
2.4.2. Auto-évaluation du genre vocal non conforme au genre social.....	61
3. Cadre Expérimental	65
3.1. CHAPITRE 5 : CORPUS ET LOCUTEURS	65
3.1.1. Caractéristiques démographiques des locuteurs et des locutrices	65
3.1.2. Corpus enregistré.....	71
3.1.3. Conditions d'enregistrement	73
3.1.4. Réduction du corpus enregistré	74
3.2. CHAPITRE 6 : ETUDE D'AUTO-ÉVALUATION.....	74
3.2.1. Introduction.....	74
3.2.2. Hypothèses	75
3.2.3. Matériel et Méthode	75
3.2.3.1. Auto-évaluation de la voix et de la personnalité par une échelle visuelle analogique	75
3.2.3.3. Méthodes statistiques.....	79
3.2.4. Résultats.....	81
3.2.4.1. Auto-évaluation de la voix et de la personnalité par l'échelle visuelle analogique.....	81
3.2.4.2. Auto-évaluation de la voix par le questionnaire	84
3.2.5. Discussion	85
3.2.6. Conclusion.....	87
3.3. CHAPITRE 7 : ETUDE DE PERCEPTION.....	87
3.3.1. Introduction.....	87
3.3.2. Hypothèses.....	88
3.3.3. Matériel et méthode	88
3.3.3.1. Corpus pour la manipulation de perception	88
3.3.3.2. Caractéristiques du jury d'écoute	88
3.3.3.3. Echelles utilisées	89
3.3.3.4. Déroulement de la manipulation de perception	90
3.3.3.5. Méthodes statistiques utilisées.....	92
3.3.4. Résultats.....	95
3.3.4.1. Manipulation de perception 1	95
3.3.4.2. Manipulation de perception 2	100
3.3.5. Discussion.....	102
3.3.6. Conclusion	104
3.4. CHAPITRE 8 : ETUDE DE PRODUCTION	105
3.4.1. Introduction.....	105
3.4.2. Hypothèses.....	105
3.4.3. Matériel et méthode	105

3.4.3.1. Corpus	105
3.4.3.2. Paramètres acoustiques étudiés	106
3.4.3.3. Méthodes statistiques utilisées.....	107
3.4.4. <i>Résultats</i>	109
3.4.4.1. Présentation descriptive des paramètres acoustiques en fonction des 3 groupes	109
3.4.4.2. Paramètres acoustiques distinguant le groupe de FR par rapport aux autres groupes	119
3.4.5. <i>Discussion</i>	127
3.4.6. <i>Conclusion</i>	129
3.5. CHAPITRE 9: CROISEMENT DES ÉTUDES.....	130
3.5.1. <i>Introduction</i>	130
3.5.2. <i>Hypothèses</i>	130
3.5.3. <i>Matériel et méthode</i>	130
3.5.4. <i>Résultats</i>	131
3.5.5. <i>Discussion générale</i>	136
4. Conclusions, limitations et perspectives	138
Références	146
Annexes	159
Annexe 1: Accord du comité d'éthique.....	159
Annexe 2: Consentement éclairé en arabe et en français.....	160
Annexe 3: Recueil des données démographiques locuteurs/locutrices.....	162
Annexe 4: Caractéristiques démographiques des locuteurs et locutrices des groupes restreints	164
Annexe 5: Mots du corpus: Images et transcriptions phonétiques.	165
Annexe 6: Phrases et Proverbes du corpus ainsi que leurs transcriptions phonétiques	166
Annexe 7: Questionnaire: QGenreReinke	167
Annexe 8: Détails des réponses de chacune des participantes au groupe FN au VHI-10	168
Annexe 9: Détails des réponses de chacune des participantes au groupe FR au VHI-10	169
Annexe 10: Détails des questions montrant la plainte des FR.....	170
Annexe 11: Corpus de voyelles et mots présenté dans la manipulation de perception.....	171
Annexe 12 : Corpus de phrases présenté dans la manipulation de perception	191

Annexe 13: Formulaire des données démographiques des membres du jury de la manipulation de perception. A noter qu'il est anonyme.....192

Annexe 14: Caractéristiques démographiques des membres du jury de la manipulation de perception.....193

Annexe 15: Script de Praat ayant permis la détection semi-automatique des formants des voyelles194

Annexe 16: Tests pour la normalité de la distribution de la surface du triangle vocalique en fonction des 3 groupes.....205

Liste des publications et participations à des congrès en relation avec le sujet de la thèse206

Financements obtenus pour la thèse208

Index des figures

Figure 1: Classification des langues afro-asiatiques

Figure 2 : Classification généalogique des langues sémitiques

Figure 3 : Représentation schématique de l'évolution de la F0 moyenne selon l'âge chez les femmes et chez les hommes. (D'après les chiffres dans Kreiman & Sidtis, 2013)

Figure 4 : Triangle vocalique des valeurs fréquentielles de F1 en ordonné et F2 en abscisse (D'après Pépiot, 2013)

Figure 5 : Différence des formants moyennée entre les voyelles produites par les femmes et les voyelles produites par les hommes en Bark pour 17 langues (Johnson, 2005).

Figure 6 : Répartition des participants en fonction de l'âge

Figure 7 : Répartition des participants en fonction de l'âge dans les groupes restreints

Figure 8 : Répartition des participants en fonction des catégories professionnelles dans les groupes restreints

Figure 9 : La répartition des participants en fonction du nombre de langues parlées dans les groupes restreints

Figure 10 : Echelle visuelle analogique pour l'auto-évaluation de la voix

Figure 11 : Echelle visuelle analogique pour l'auto-évaluation de la personnalité

Figure 12 : Auto-évaluation de la voix et de la personnalité dans chacun des groupes FN, HN, FR

Figure 13 : Boîte à boutons (1^{ère} configuration possible)

Figure 14: Boîte à boutons (2^{ème} configuration possible)

Figure 15 : Répartition des réponses en fonction du groupe de locuteurs, du type de stimulus (voyelles/mots) et du sexe de l'auditeur. Sur l'axe des abscisses, 1= Sûrement féminine et 5= Sûrement masculine

Figure 16 : Triangle vocalique des 3 groupes. Les fréquences des formants sont en Hz

Figure 17 : Histogrammes des surfaces des triangles vocaliques

Index des tableaux

Tableau 1 : Approche multidimensionnelle du genre vocal inspirée du cadre théorique de Scherer

Tableau 2 : Trois types d'œdème de Reinke selon Yonekawa

Tableau 3 : Exactitude de la reconnaissance du sexe de locuteurs adultes par des auditeurs soumis à des stimuli variés d'après les données issues de Kreiman & Sidtis, (2013)

Tableau 4 : Longueurs moyennes des plis vocaux et du tractus vocal chez l'homme et la femme

Tableau 5 : Changements des paramètres acoustiques de la voix avec l'âge d'après les données issues de Kreiman & Sidtis, (2013)

Tableau 6 : Paramètres acoustiques liés aux qualités vocales (Biemans, 2000)

Tableau 7 : Moyenne, Médiane et Mode des affirmations du TVQ^{MIF} que nous avons utilisées dans notre questionnaire

Tableau 8 : Moyenne du poids et de la taille des 3 groupes restreints

Tableau 9 : Auto-évaluation de la voix

Tableau 10 : Auto-évaluation de la personnalité

Tableau 11 : Score du VHI-10 des groupes FN et FR

Tableau 12 : Pourcentage de reconnaissance exacte du genre des locuteurs/locutrices en fonction du groupe et de la voyelle produite.

Tableau 13 : Pourcentage de reconnaissance exacte du genre des locuteurs/locutrices en fonction du groupe et du mot produit.

Tableau 14 : Résultats de la régression logistique de la manipulation de perception 1 pour les voyelles et les mots

Tableau 15 : Pourcentage de reconnaissance exacte du genre des locuteurs/locutrices en fonction du groupe pour les phrases

Tableau 16 : Résultats de la régression logistique de la manipulation de perception 2 pour les phrases.

Tableau 17 : F0 moyenne pour chaque groupe de locuteurs en fonction de la voyelle

Tableau 18 : F1 et F2 pour chaque groupe de locuteurs en fonction de la voyelle

Tableau 19 : Différence d'intensité entre le premier et le deuxième harmonique H1H2 en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Tableau 20 : Différence d'intensité entre le deuxième harmonique et le quatrième harmonique H2H4 en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs

Tableau 21 : Ratio des harmoniques/bruit dans 4 différentes bandes de fréquence (0-500 Hz (HNR05), 0-1.5 kHz (HNR15), 0-2.5 kHz (HNR25), 0-3.5 kHz (HNR35) en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Tableau 22 : Distribution des SHR

Tableau 23 : Fréquence de distribution des SHR

Tableau 24 : Pics de proéminence cepstrale en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Tableau 25 : Energie acoustique en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Tableau 26 : F0s et l'étendue fréquentielle pour chaque groupe de locuteurs/locutrices pour les phrases

Tableau 27 : Résultats des modèles linéaires mixtes de la manipulation de production pour les voyelles tenues et les voyelles accentuées dans les mots. Les valeurs significatives sont surlignées en gris.

Tableau 28 : Résultats des modèles linéaires mixtes de la manipulation de production pour les phrases.

Tableau 29 : Résultats de la régression logistique de la combinaison entre la manipulation de perception et la manipulation de production. Les valeurs significatives sont surlignées en gris.

Index des documents sonores et vidéos

Vidéo 1 : Œdème de Reinke de type I de Yonekawa (+Photo 1)

Vidéo 2 : Œdème de Reinke de type II de Yonekawa (+Photo 2)

Vidéo 3 : Œdème de Reinke de type III de Yonekawa (+Photo 3)

Son 1 : Voix typique d'une FR produisant des voyelles, des mots et des phrases

Les documents sonores et vidéos peuvent être obtenus par demande envoyée à l'adresse électronique : nmatar.ori@gmail.com

Normes des références bibliographiques

La bibliographie a été créée en utilisant le programme Zotero, conformément au Style de Vancouver qui a été suggéré comme style de mise en forme des références par l'Ecole Doctorale Sciences et Santé de l'Université Saint-Joseph au Liban.

Conventions de transcription de l'arabe

Le Tableau des consonnes

Forme isolée	Autres formes	Nom	Transcription
ء	ء	hamza	/ʔ/
ب	باب	ba :ʔ	/b/
ت	تنت	ta :ʔ ʔawi :la	/t/
ة	ة	ta :ʔ marbu :ʔa	
ث	ثنت	ʔa :ʔ	/t̪/
ج	ججج	ʒi :m	/ʒ/
ح	ححح	ħa :ʔ	/ħ/
خ	خخخ	ħa :ʔ	/ħ/
د	د	da :l	/d/
ذ	ذ	da :l	/d̪/
ر	ر	ra :ʔ	/r/
ز	ز	za :j	/z/
س	سسس	si :n	/s/
ش	ششش	ši :n	/š/
ص	صصص	ša :d	/ʃ/
ض	ضضض	ða :d	/ð/
ط	ط	ʔa :ʔ	/t̪/
ظ	ظ	za :ʔ	/z̪/
ع	ععع	ʕajn	/ʕ/
غ	غغغ	Gajn	/g̃/
ف	ففف	fa :ʔ	/f/
ق	ققق	qa :f	/q/
ك	ككك	ka :f	/k/
ل	للل	la :m	/l/
م	ممم	mi :m	/m/
ن	ننن	nu :n	/n/
ه	ههه	ha :ʔ	/h/
و	و	wa :w	/w/
ي	ييي	ja :ʔ	/j/

Le tableau des voyelles longues

Forme isolée	Autres formes	Nom	Transcription
ا	آ	?alif ṭawi:la	/a:/
ى	ي	?alif maqṣu:ra	
و	و	wa :w	/u:/
ي	يبي	ja :?	/i:/

Le tableau des voyelles courtes

Forme	Nom	Transcription
ا	fatha	/a/
و	ḍamma	/u/
ي	kasra	/i/

Liste des abréviations les plus souvent utilisées

CPP: Pics de proéminence cepstrale

CSLP : Couche superficielle de la lamina propria

ET : Ecart-type

F0 : Fréquence fondamentale

F0s : Fréquence fondamentale dans les phrases

F1: Fréquence du premier formant

F2 : Fréquence du deuxième formant

FN : Femmes avec voix normale

FR : Femmes avec œdème de Reinke

H1H2 : Différence entre l'amplitude de la première et la deuxième harmonique

H2H4 : Différence entre l'amplitude de la deuxième et la quatrième harmonique

HN : Hommes avec voix normale

HNR: Ratio des harmoniques par rapport au bruit

MEC : Matrice extracellulaire

NEA : Niveau d'énergie acoustique

OMS : Organisation mondiale de la santé

OR : Œdème de Reinke

SHR : Ratio des subharmoniques par rapport aux harmoniques

TVQ^{MtF} : Transsexual Voice Questionnaire for Male to Female transsexuals

1. Introduction générale

Bien que d'après la théorie myoélastique - aérodynamique de la phonation, la voix ne soit qu'une colonne d'air battue (1), *'cette matière sonore est à la fois sociale, culturelle, sexuée, affective, singulière, marquée par des ritualités et des émotions propres à une communauté linguistique à un moment de son histoire'* (2). En plus du message linguistique qu'elle transmet, la voix véhicule des informations paralinguistiques concernant les caractéristiques personnelles du locuteur comme son âge, son sexe, son appartenance sociale, son orientation sexuelle et son statut émotionnel (3). Même si elle est constituée par des ondes sonores produites par l'interaction du flux d'air expiré avec la résistance des plis vocaux et modifiées par les cavités résonatrices et articulatoires, la voix est modulée par des influences socio-culturelles et fait l'objet de stéréotypes, notamment de stéréotypes de genre.

La complexité de la voix et ses multiples facettes font d'elle un objet d'étude dans des disciplines diverses comme l'acoustique, la biologie, l'informatique, la linguistique, la médecine, la musicologie, la psychologie, la sociologie, l'orthophonie, les arts théâtraux. Elle constitue un terrain privilégié pour les études transdisciplinaires (4). Ces différentes dimensions de la voix m'ont interpellée en tant que femme, chirurgienne-phoniatre, vivant dans une société orientale, en quête d'une meilleure connaissance des aspects non médicaux de la voix -notamment les aspects phonétiques, linguistiques et culturels- dans le but de mieux cerner les problèmes vocaux que mon métier me conduit à soigner mais que la formation médicale seule ne permet pas d'appréhender dans toute leur complexité.

Dans les paragraphes suivants, nous aborderons la voix entre le déterminisme anatomique et les influences sociales, en soulignant l'impact de ces facteurs sur la dimension du genre vocal ; puis nous résumerons les théories du genre avant d'établir les définitions du « genre » et du « sexe » telles qu'elles seront employées dans cette thèse. Dans une phase ultérieure, nous introduirons le concept de genre en

sociophonétique, pour annoncer la problématique de la thèse, puis les questions de recherche, et nous terminerons par une présentation du plan qui sera suivi tout au long de ce manuscrit.

1.1. La voix entre déterminisme anatomique et influences sociales

La voix est le reflet de la personne qui la produit, reflet que nous sommes capables de mémoriser et de reconnaître. *‘Dès que l’on entend une voix, on fait beaucoup plus que comprendre le message qu’elle transmet. On émet des jugements sur l’âge du locuteur, ou sur son origine géographique. On essaye aussi de vérifier si on est en face d’un homme ou d’une femme. Souvent, on ne prend conscience de ces inférences que quand on fait un mauvais jugement ou qu’on est confronté à une voix ambiguë’* (5). Belin qualifie la voix de *‘visage auditif’* (6). Abitbol parle d’une *‘empreinte vocale révélatrice de la pensée, de la personnalité et de la sexualité’* en faisant un parallélisme avec *‘l’empreinte digitale’* (7). Même si elle est déterminée par les paramètres anatomo-physiologiques du locuteur, la voix est aussi modulée par de nombreux facteurs socioculturels. D’après Bertau, *‘la voix est un évènement vocal-auditif qui appartient à une façon de s’exprimer construite socio-culturellement. La voix est absolument individuelle, provenant d’un corps unique, mais ce corps appartient à un contexte socio-culturel spécifique et à une histoire d’actions, de mouvements, d’étiquettes...’* (8) Comme chaque forme d’expression humaine, la voix est individuelle et sociale, ces deux aspects étant les deux facettes d’une même entité. L’une des principales caractéristiques perçues à travers la voix est le genre du locuteur (3)(9). Il arrive, cependant, que le genre de la personne qui parle soit difficile à déterminer si on ne dispose que de la voix de celle-ci pour en décider, ce qui est le cas lors des conversations téléphoniques. Une explication figure dans la théorie de « *Talker normalisation* » de Johnson et al., qui stipule que le caractère abstrait de la perception du genre peut être influencé par des indices au-delà des critères

acoustiques, comme la familiarité avec le locuteur, les attentes globales socioculturelles ou l'attitude interactionnelle (9). De plus, pour les récepteurs, la partition sociale et culturelle très forte imposée par le paramètre du genre implique la maîtrise d'une identification immédiate du genre des interlocuteurs. Une erreur suscite le plus souvent un grand embarras. Ainsi, le lien entre genre de l'individu et genre vocal n'est pas simple. Les caractéristiques vocales attribuées à un genre particulier sont variables selon le lieu et le temps (10). Nous avons choisi d'étudier, dans cette thèse, la relation entre le genre et la voix en raison de l'impact de la reconnaissance du genre sur les interactions sociales et de nous intéresser à un échantillon homogène de femmes souffrant d'un œdème de Reinke qui se plaignent d'un brouillage du genre vocal.

1.2. Théories du genre

Le « genre » étant primordial dans ce travail, nous commençons par définir le concept de « genre » par rapport à celui de « sexe » en apportant une perspective historique puis en clarifiant le sens adopté pour les termes « genre » et « sexe » tout au long de cette étude. En effet, si le « sexe » est une catégorisation utilisée depuis des millénaires pour désigner une distinction binaire entre hommes et femmes en fonction de leur anatomie, identité, rôle social et leur désir sexuel pour le sexe opposé (11), le concept de « genre » a été introduit beaucoup plus récemment pour désigner une distinction non binaire entre masculin et féminin selon le comportement social. Depuis, la distinction sexe/genre ne cesse de porter à controverses. Sont-ils des entités complètement séparées ? Est-ce le sexe qui détermine le genre ? Est-ce le genre qui détermine le sexe ? Pour comprendre cette polémique et définir le cadre dans lequel nous allons inscrire notre étude, nous avons choisi une approche historique afin de revoir les principales étapes qui ont façonné le développement du concept de « genre ». Il faut souligner que les approches du genre sont nombreuses

(linguistique, anthropologique, sociologique, psychologique....). Parfois complémentaires et parfois contradictoires, ces théories sont loin d'être homogènes.

D'après Lowy et Rouch, l'émergence du concept de genre passe par trois grandes étapes historiques : la première entre 1860 et 1940, la deuxième entre 1940 et 1960 et la dernière à partir des années 1970 (12) . Résumons ces trois étapes : entre 1860 et 1940, on observe une dissociation graduelle entre les structures anatomiques, les fonctions physiologiques, l'identité sexuée, le désir sexuel et le rôle social. Alors que les structures anatomiques étaient depuis longtemps considérées comme les bases des fonctions physiologiques, de l'identité sexuée, du désir social et du rôle social, des doutes concernant cette relation directe ont émergé devant l'observation des individus intersexués, les études sur les hormones sexuelles et les débuts des mouvements homosexuels. La sexologie a démontré que la richesse et la complexité des différences entre les comportements sexuels des hommes et des femmes étaient difficilement réductibles à une simple dichotomie entre « masculin » et « féminin ». Les études sur les hormones ont complexifié la vision simpliste de la « masculinisation » et de la « féminisation » par les gonades, en montrant que les structures anatomiques ne suffisaient pas à elles seules à déterminer les qualités masculines et féminines. Le sexe biologique s'est révélé progressivement comme composé de multiples caractéristiques pouvant se définir à plusieurs niveaux : anatomique, physiologique, hormonal, cellulaire, chromosomique. Cette complexification de la notion de sexe biologique a ouvert la voie à la possibilité d'un questionnement plus large de la définition des rôles sexués considérés jusqu'alors comme ancrés dans la biologie. Entre 1940 et 1960 naît la définition « scientifique » du genre comme une « identité profonde » de l'individu. Le concept de « genre » est utilisé en 1955 en psychiatrie par John Money puis par Robert Stoller en 1963 dans la description de la transsexualité et de l'intersexualité (13). Stoller utilise la notion d'« identité de genre » pour désigner le sentiment qu'a une personne d'appartenir au

sexe masculin ou au sexe féminin, distinguant ainsi la biologie de la culture. Le sexe biologique est en relation avec l'anatomie, la morphologie, les nerfs ; quant au genre culturel, il est en relation avec le psychisme ou le système de pensées (13). Pendant cette même époque, les hormones sexuelles sont produites industriellement et sont utilisées en tant que médicaments dans le traitement des anomalies du sexe de naissance, des dysfonctionnements des organes reproductifs, des défaillances du désir sexuel, des stérilités mais aussi chez les personnes transgenres souhaitant remédier au profond désaccord entre l'identité sexuée inscrite dans leur corps et celle inscrite dans leur psychisme. Les corps sexués sont dès lors perçus comme plus flexibles que les identités psychiques. En 1949, Simone de Beauvoir, dans *Le Deuxième sexe*, insiste sur la différence entre sexe et genre, en soulignant la distinction entre un sexe biologique inné et un sexe social imposé aux femmes : '*On ne naît pas femme, on le devient*' (14). En interprétant certaines données biologiques comme relevant d'une construction socioculturelle et en insistant sur la perception et l'expérience qu'ont les femmes de leur corps sexué et de leur sexualité, dans un entre-deux biologique et social, elle fait du corps le pivot et l'enjeu de la réflexion sur la différence des sexes, et partant, de la réflexion sur la distinction entre sexe et genre. Dans les années 1970-1980, les mouvements féministes anglo-saxons définissent le genre dans le cadre des relations de domination des hommes par rapport aux femmes et ouvrent la voie à de multiples élaborations théoriques socioculturelles. La sociologue Ann Oakley (1972), dans son livre *Sex, Gender and Society* définit le '*sexe comme un mot référant à des différences biologiques entre mâle et femelle : la différence visible dans les organes génitaux, et dans les fonctions de reproduction. Le genre est en relation avec la culture : il renvoie à la classification sociale en masculin/féminin*' (15). Les recherches féministes mettent alors en évidence les multiples modifications des rôles et des identités masculines et féminines dans des périodes, des cultures et des lieux différents (16). En 1990, Butler élabore une critique radicale des catégories identitaires, elle analyse le genre, le sexe, la sexualité

et le corps comme des produits culturels. Elle remet en cause la distinction du sexe biologique par rapport au genre culturel en disant que le sexe est une construction culturelle au même titre que le genre ; en réalité, peut-être le sexe est-il déjà du genre et, par conséquent, il n'y aurait plus vraiment de distinction entre les deux. Pour expliquer cela, elle formule la théorie de la performativité : *'Le genre constitue l'identité qu'il est censé être. Le genre est toujours un faire, mais non le fait d'un sujet qui précéderait ce faire. [...] il n'y a pas d'identité de genre cachée derrière l'expression du genre ; cette identité est constituée sur un mode performatif par ses expressions, celles-là mêmes qui sont censées résulter de cette identité'* (17). Pour Butler, le genre n'a pas de réalité naturelle ou biologique ; il n'existe pas en dehors du discours. Elle le conçoit comme un effet produit performativement par des pratiques sociales. D'après Maccoby, le concept de genre est plus un continuum de masculinité/féminité qu'une dichotomie entre masculinité et féminité (18). Pour assimiler un individu à l'un ou l'autre groupe, il faut que les critères d'appartenance soient clairement distingués ; ces caractéristiques n'étant pas bien définies pour les catégories du genre, le concept de continuum de masculinité et féminité est plus approprié que celui de dichotomie de genre. Face à cette réalité complexe, la féminité et la masculinité seraient ainsi des concepts composés de plusieurs traits qui ne sont pas en mesure de définir de façon exacte le comportement d'une femme ou d'un homme mais plutôt comment ils sont « supposés » se comporter. Les performances genrées sont disponibles pour tout le monde, mais elles sont accompagnées de contraintes sur qui peut faire une performance donnée avec impunité. La société favorise les comportements attendus et conformes au sexe biologique (19).

1.3. Définitions retenues pour le sexe et le genre

Dans cette thèse, nous allons utiliser le mot « sexe » pour désigner la variable biologique : homme/femme ou mâle/femelle et le mot « genre » pour désigner une identité socioculturelle produite et reproduite par un acteur social au cours de ses

interactions avec les autres acteurs sociaux. Nous adoptons le point de vue de la théorie performative de Butler en considérant que le genre n'est pas donné, c'est un accomplissement, ce n'est pas une cause mais un effet (17). Les concepts de masculinité et féminité sont considérés par certains auteurs comme séparés : binaires ou avec des degrés différents dans chaque catégorie (10)(20), et par d'autres dans un continuum unidimensionnel bipolaire allant de la masculinité la plus extrême à la féminité la plus extrême en passant par un milieu neutre (18). Les prototypes extrêmes permettent d'avoir des repères qu'on retrouve rarement dans la vie réelle alors que les comportements quotidiens se retrouvent le plus souvent entre ces extrêmes. Biemans déclare que la masculinité/féminité correspond à une échelle coulissante et dépend des prototypes culturels qui forment un dénominateur commun auquel sont reliées toutes les variations de masculinité/féminité (21). Il faut se rappeler que malgré toutes les tentatives pour définir les concepts de féminité/masculinité, ils restent abstraits et vagues et les moyens utilisés pour les quantifier conduisent à simplifier des concepts très compliqués. Dans l'esprit des hommes et des femmes ordinaires, la masculinité/féminité relève d'un concept primitif de soi, global, empirique et bipolaire : les hommes se qualifiant comme plutôt masculins et les femmes comme plutôt féminines malgré leur incapacité d'expliquer clairement les raisons de leur choix. Les réponses trouvées dans la littérature sont du type : « *Je n'y ai jamais pensé* », « *Je n'ai pas de problème avec ma masculinité* », « *J'ai toujours vécu en tant que femme* », etc. (10) Ces réponses concordent avec ce que nous avons entendu dans notre expérience personnelle pendant l'élaboration de cette thèse. Nous considérerons donc globalement le sexe comme binaire et le genre comme un continuum avec l'idée que le concept de continuité dans le genre est loin d'être universel et que dans la vie quotidienne, il reste un concept bipolaire (20).

1.4. Genre et sociophonétique

Comme nous l'avons déjà signalé, chaque individu possède une empreinte vocale qui lui est spécifique. Laver utilise le terme de qualité vocale ou de couleur vocale et le définit comme « *l'ensemble des propriétés de la voix d'une personne qui permet à un auditeur de reconnaître plusieurs productions vocales comme appartenant à la même personne* » (22). En sociophonétique, la majorité des études se sont intéressées aux caractéristiques vocales en relation avec le sexe biologique, telles que la fréquence fondamentale ou la raucité, le caractère soufflé ou le tempo (23–26). Les publications sur les relations entre qualité vocale et genre social sont moins nombreuses (13,21,27). On observe cependant que les relations sociales et les rôles sociaux façonnent la voix même quand les différences anatomiques n'existent pas ; par exemple, les jeunes garçons imitent la voix de leur père bien avant que les attributs anatomiques de leur tractus vocal ne leur permettent d'avoir des caractéristiques vocales semblables à celles du parent de même sexe (11). Les jeunes garçons arrondissent et projettent leurs lèvres pour allonger leur tractus vocal et diminuer leur fréquence fondamentale (3,11). Il est ainsi possible pour un auditeur de reconnaître le genre de la voix d'un enfant avant que les différences anatomiques ne s'installent entre garçons et filles. '*L'idée d'une voix naturelle propre au féminin et au masculin est en partie un leurre*' (2). La socialisation amène une fille ou un garçon à se moduler en fonction des attentes de son groupe et à se corriger selon les jugements de valeur portés sur sa manière de parler (2,28,29). En outre, les rôles sociaux qui n'ont en principe pas de relation directe avec le genre, comme le métier ou le niveau social, ont un impact sur la qualité de la voix dont on peut montrer le lien avec une distribution genrée des activités sociales : ainsi, Tielen a pu observer que les femmes directrices (exerçant un métier masculin) avaient des différences

vocales majeures par rapport aux femmes infirmières ou agents d'information (métiers le plus souvent exercés par des femmes) (23).

D'une façon générale, pour évoquer les composantes de la voix, Titze définit trois déterminants de la configuration de la voyelle neutre : « *hard wired* » ou déterminisme génétique, « *firm wired* » ou déterminisme culturel et linguistique, « *soft wired* » ou contrôle instantané. La partie déterminée génétiquement correspond à ce qu'on a en commun dans la qualité vocale avec nos ascendants et nos descendants, elle échappe à notre contrôle. La partie déterminée culturellement est acquise au contact d'amis, de dialectes régionaux, de modèles de rôle et d'autres influences environnementales. Elle peut être modifiée, mais nécessite une reprogrammation importante des habitudes discursives. La partie modifiable par contrôle instantané est due à la possibilité de faire de petits changements rapides dans la forme du tractus vocal (30). La voix fait donc l'objet de déterminismes culturels et linguistiques, parmi lesquels les stéréotypes de genre sont les plus saillants (15). Ces stéréotypes favorisent certaines qualités pour certains rôles. Ces mêmes stéréotypes portent en eux la notion de différence, cette différence étant aussi liée à une notion d'inégalité : les gens ont des attitudes bien définies au sujet de quel sexe est supérieur (19).

Pour aller encore plus loin, le genre perçu dans la production vocale influence le traitement de la voix dans le cerveau humain. D'après Sokhi et al., les voix de femmes anglophones et les voix d'hommes anglophones, qu'elles soient ambiguës ou pas, n'activent pas de la même manière certaines régions du cerveau : les voix de femmes activeraient le gyrus temporal antéro-supérieur droit alors que les voix d'hommes activeraient la zone du prenucléus mésio-pariétal située dans le lobe occipital (31). Cette activation différenciée a été vérifiée quel que soit le sexe de l'auditeur par une étude faite par Lattner et al., en allemand (32).

1.5. Problématique de la thèse

Une voix est d'emblée associée à un genre. Malgré la grande variabilité interindividuelle qui existe à l'intérieur des groupes des hommes et des femmes et la grande variabilité intra-individuelle de la voix d'une personne, quand les stéréotypes de genre de la voix ne sont pas respectés, on constate une gêne chez le locuteur (3). Les incertitudes à ce propos sont souvent déstabilisantes dans les interactions au téléphone ou à la radio, quand la correction d'un visage ne joue plus (2). Des incertitudes sur le genre vocal ont été observées historiquement chez les castrats qui, en raison de l'absence de testostérone avant la puberté, gardaient une voix de fréquence féminine avec une étendue vocale de 3-4 octaves et de puissance masculine due à la grande réserve pulmonaire et à la plus grande force musculo-squelettique que les hommes peuvent mobiliser (7). Aujourd'hui, la gêne occasionnée par le trouble du genre vocal est très fréquemment rapportée dans la littérature orthophonique traitant de la rééducation vocale chez les transsexuels (33,34) ou chez les adolescents ayant un trouble de la mue de la voix ou encore chez les hommes âgés souffrant de presbyphonie et qui consultent pour rendre leur voix plus masculine (3). Un autre cas de figure, bien moins exploré, existe chez les femmes qui fument et dont la voix est altérée par la présence d'un œdème de Reinke au niveau des plis vocaux. Ces femmes se plaignent souvent d'être prises pour des hommes au téléphone (35–38) ; pourtant elles n'ont pas fait l'objet d'études poussées concernant les paramètres responsables de la masculinité de leur voix. Les paramètres qui distingueraient ces voix sont une fréquence fondamentale basse et une raucité (36,39). Cependant ces paramètres ne devraient pas être suffisants pour entraîner ce trouble car les indices de genre dans la voix sont nombreux, et même quand certains indices manquent, la reconnaissance du genre peut se faire, en général, sans encombre (3). D'après Benjamin Munson, les études concernant la féminité dans la voix des femmes restent du type anecdotique (27). Est-ce parce que

la majorité des études sur la voix concerne la voix des hommes ? Est-ce parce que les voix des femmes sont plus difficiles à étudier (40) ? Est-ce en raison de la non-gravité de la plainte ? Est-ce parce que ces femmes retirent des bénéfices secondaires de cette situation, la masculinité étant plus valorisée que la féminité (19) ? Ou bien encore parce que cette plainte n'est pas fréquemment rapportée en raison de la volonté de continuer de fumer ?

Pour étudier la relation entre la voix et le genre, il est nécessaire d'envisager la problématique sous différentes perspectives : sociolinguistique, phonétique clinique, « gender studies » et psychologie sociale. La sociophonétique et la phonétique clinique forment la matrice principale de cette thèse puisqu'il s'agit d'établir des relations entre des variables sociales et des variables liées à la voix à partir de l'observation d'une plainte rencontrée chez un groupe de patientes. En consultant les publications sur le genre et la voix, nous avons trouvé de nombreuses études qui se sont intéressées, de façon isolée ou combinée, aux paramètres acoustiques responsables de la reconnaissance du genre dans la voix en menant des expérimentations sur la production vocale. D'autres se sont intéressées à la perception du genre, et un nombre plus restreint d'études s'est intéressé à l'impact du brouillage de genre sur le vécu des patients (13,27,34,40–55).

Notre objectif est d'étudier les paramètres acoustiques responsables de la perception du genre dans la voix d'adultes parlant l'arabe libanais, en prenant comme échantillon cible les patientes qui se plaignent d'une voix masculine en raison d'une pathologie des plis vocaux liée au tabagisme : l'œdème de Reinke.

1.6. Questions de recherche

Afin d'avoir une vision globale de l'impact du trouble du genre vocal sur le locuteur et l'auditeur, nous avons choisi d'adopter une approche multidimensionnelle inspirée du cadre théorique de Scherer, repris par

Biemans, dont le but est d'étudier les inférences faites sur la personnalité à partir de la voix (21). Ce modèle est basé sur les principes ci-dessous :

- Un locuteur présente des caractéristiques spécifiques de son genre. Il s'agit de traits genrés.
- Ces traits sont extériorisés dans la communication verbale de façon volontaire ou involontaire et peuvent être mesurés à travers les paramètres acoustiques contenus dans le signal sonore.
- Le contenu du signal sonore est perçu par l'oreille de l'auditeur naïf et entraîne un jugement subjectif du signal.
- Le jugement subjectif du signal entraîne une représentation de la personnalité du locuteur.
- Une association entre une caractéristique vocale et un trait de personnalité se fait et s'ancre chez l'auditeur.
- Le trait de personnalité est déduit à partir des caractéristiques vocales perçues en raison de l'ancrage qui se fait avec le temps dans l'esprit de l'auditeur.

Dans notre travail, les traits genrés du locuteur seront établis grâce au sexe biologique ainsi qu'aux jugements du locuteur sur son identité et sur sa voix à l'aide d'une échelle visuelle analogique. La description de la qualité vocale se fera par le biais des paramètres acoustiques. La perception du genre dans la voix se fera à travers une étude de perception par un jury naïf. Les répercussions du genre social attribué au locuteur à travers sa voix seront évaluées par un questionnaire sur le vécu du trouble du genre vocal. Notre approche est schématisée dans le tableau ci-dessous :

I	II	III	IV	V
IDENTITE	REPRESENTATION		IMPRESSION	
SEXE ET GENRE	QUALITE VOCALE			
Locuteur	Instruments	Jury naïf	Locuteur	
Auto-évaluation	Etude de production	Etude de perception	Vécu social	

Tableau 1 : Approche multidimensionnelle du genre vocal inspirée du cadre théorique de Scherer

Les questions de recherche auxquelles cette approche nous permettra de répondre sont les suivantes :

- Les femmes avec œdème de Reinke s'auto-évaluent-elles comme ayant une voix plus masculine par rapport aux femmes à la voix normale ?
- Les femmes avec œdème de Reinke sont-elles perçues comme ayant une voix plus masculine que les femmes à la voix normale et cela par un jury naïf ?
- Quelle est la relation entre l'auto-évaluation de la voix et l'auto-évaluation de la personnalité chez les femmes avec œdème de Reinke ?
- Quelles sont les répercussions sociales de l'altération du genre vocal chez les patientes avec œdème de Reinke ?
- Quels sont les paramètres acoustiques qui distinguent les voix des patientes avec œdème de Reinke par rapport aux voix d'hommes et de femmes sans pathologie vocale ?
- Y a-t-il une corrélation entre les paramètres acoustiques des voix des femmes avec œdème de Reinke et le genre de leur voix perçu par un jury naïf ?
- Les femmes avec œdème de Reinke constituent-elles un groupe permettant d'étudier les paramètres acoustiques associés au trouble du genre vocal ?

1.7. Plan de la thèse

La thèse est divisée en deux grandes parties : une partie théorique et une partie expérimentale. Dans la **partie théorique**, nous exposerons dans un premier temps les caractéristiques de l'arabe libanais (Chapitre 1), notamment ses origines, sa structure, ses particularités, son système de voyelles et de consonnes. Dans un deuxième temps, nous discuterons de l'œdème de Reinke (Chapitre 2), en commençant par le tabagisme chez les femmes, puis en présentant l'épidémiologie de l'œdème de Reinke, sa physiopathologie, ses caractéristiques histologiques et

finalement les caractéristiques acoustiques qui lui sont attribuées. Dans un troisième temps, nous nous pencherons sur le genre dans la voix normale (Chapitre 3) avec une première sous-partie détaillant la perception vocale et le genre, et une deuxième sous-partie détaillant la production vocale et le genre. Dans un quatrième temps nous aborderons l'inadéquation du genre social et du genre vocal (Chapitre 4) en insistant sur le cas des personnes transgenres et en détaillant les moyens utilisés pour évaluer cette inadéquation du point de vue de la perception et de la production.

Dans la **partie expérimentale**, nous présenterons d'abord le corpus et les locuteurs/locutrices (Chapitre 5) : le premier groupe comprend des femmes tabagiques qui ont développé un œdème de Reinke au niveau des plis vocaux entraînant une altération de la qualité vocale et un brouillage du genre vocal ; le deuxième groupe comprend des femmes à la voix normale ; le troisième groupe comprend des hommes à la voix normale. Dans un deuxième temps, nous proposerons une étude d'auto-évaluation (Chapitre 6) où chacun des locuteurs classe sa propre voix et sa propre personnalité/ identité genrée sur une échelle numérique allant de 1 à 9, le premier pôle (1) représentant une masculinité maximale, le deuxième (9) une féminité maximale. Dans un troisième temps, une étude de perception (Chapitre 7) par un jury naïf permettra de classer les productions vocales selon une échelle numérique permettant d'apprécier la certitude du jugement avec 1= sûrement masculin et 5= sûrement féminin. Dans un quatrième temps, nous proposerons une étude de production (Chapitre 8) afin de recueillir les paramètres acoustiques différenciant les trois groupes de locuteurs. Dans un cinquième temps nous croiserons les résultats de ces différentes études en vue d'identifier les paramètres acoustiques responsables de la reconnaissance du genre en arabe libanais (Chapitre 9). Nous concluons en rappelant les principaux résultats de l'étude et en évoquant ses limitations et les perspectives d'avenir.

L'originalité de cette étude réside dans le fait qu'elle concerne l'arabe libanais qui est une langue peu étudiée en phonétique (56), notamment en sociophonétique et plus particulièrement en ce qui concerne le genre et la voix. Or, d'après Pépiot, les paramètres responsables de la reconnaissance du genre dans la voix pourraient être différents en fonction des langues (40). La deuxième particularité de l'étude est notre échantillon cible : les femmes atteintes d'un œdème de Reinke qui représentent des patientes ayant une plainte clinique avérée. Cela est important à signaler car d'après Biemans, les études sur le genre vocal et les voix pathologiques sont rares (21). La majorité des études sur le genre vocal concerne des populations à la voix normale. Notre étude s'inspire d'une observation clinique montrant que des qualités vocales non recherchées volontairement sont responsables d'une empreinte vocale qui est subie par les locutrices. Notre étude peut donc se prévaloir de mêler la sociophonétique à la phonétique clinique. La troisième particularité de la thèse est l'association d'une étude sur l'auto-évaluation de la voix avec une étude de perception et une étude de production. La quatrième particularité est l'utilisation d'un corpus naturel (non synthétique). La dernière particularité est l'étude des voix de femmes qui font moins souvent l'objet de recherche que les voix d'hommes (27,40).

2. Cadre théorique

Dans cette partie théorique, nous allons nous attarder sur les sujets qui singularisent cette thèse, notamment l'arabe libanais et l'œdème de Reinke, afin de familiariser le lecteur avec ces concepts, car l'arabe libanais n'est pas une langue très répandue et l'œdème de Reinke est une pathologie laryngée dont les diverses facettes peuvent être méconnues par les non spécialistes. Ensuite, nous ferons une revue de la littérature sociophonétique en rapport avec le genre vocal, en séparant le volet de la production de celui de la perception. Finalement, nous insisterons sur le problème de l'inadéquation du genre vocal par rapport au genre social.

2.1. Chapitre 1 : Arabe libanais

Le premier chapitre du cadre théorique est consacré à la présentation de l'arabe libanais. Il est composé de cinq sous-parties : la première sous-partie expose l'origine de l'arabe, la deuxième concerne la structure de l'arabe, la troisième met en évidence les particularités de l'arabe libanais, la quatrième présente le système des voyelles de l'arabe libanais et la cinquième présente les consonnes de l'arabe libanais.

2.1.1. Origine de l'arabe

D'après Heine & Nurse, l'arabe fait partie des langues afro-asiatiques ou chamito-sémitiques (57). Cette famille de langues regroupe le sémitique, l'égyptien, le couchitique, le tchadique, le berbère et l'omotique (Figure 1). Plus précisément, la langue arabe est rattachée à la branche du Sémitique occidental, sous le groupe Sémitique-Central, sur la base de recherches morpho-lexicales récentes (58) (Figure 2). Elle est parlée par plus de 200 millions de personnes (59).

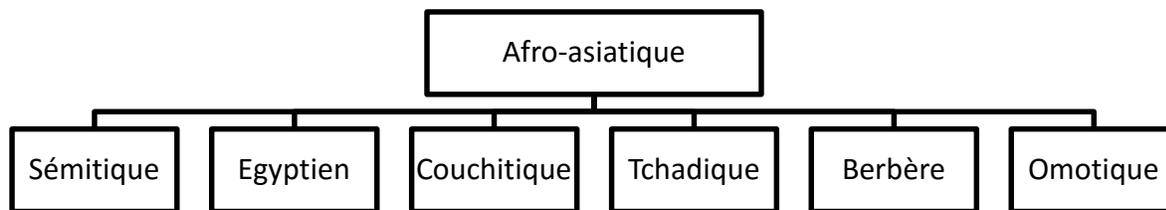


Figure 1 : Classification des langues afro-asiatiques (Adaptée de Heine & Nurse) (57).

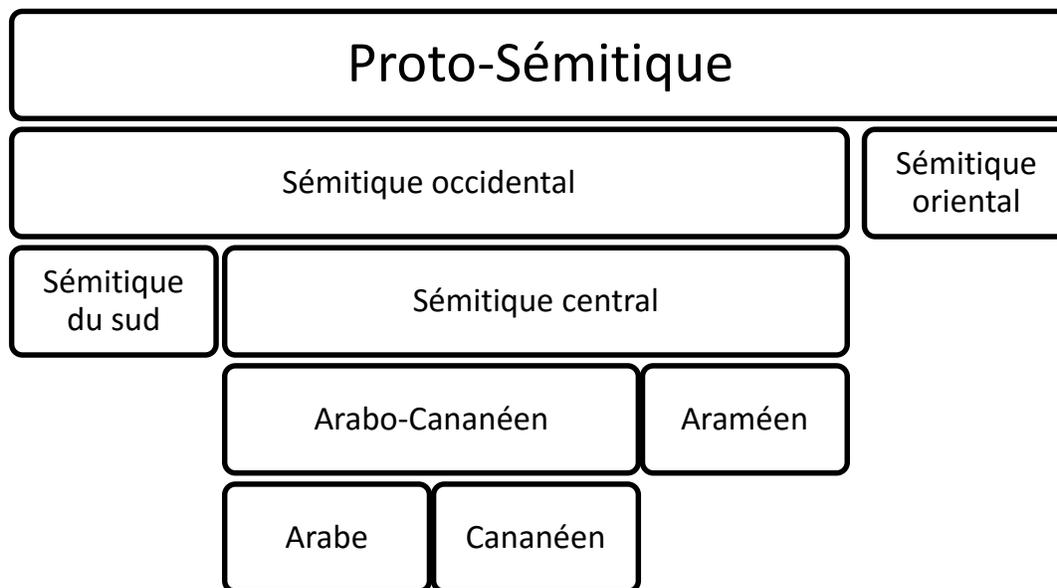


Figure 2 : Classification généalogique des langues sémitiques (Adaptée de Versteegh) (58).

La langue arabe présente une variété de registres linguistiques qui cohabitent. On distingue l'arabe classique, littéral ou littéraire (variété haute), par opposition à l'arabe dialectal (variété basse), dont existent plusieurs variantes régionales. Entre l'arabe classique et l'arabe dialectal existe une variété écrite et parlée désignée par l'arabe moderne ou l'arabe vivant ou l'arabe standard moderne ou encore l'arabe contemporain. Cette coexistence de différents registres linguistiques conduit à des mélanges d'utilisation par les locuteurs arabophones des variétés hautes et basses dans les différentes situations communicationnelles, d'où la situation diglossique de l'arabe décrite par Ferguson ou triglossique et même quadriglossique décrite par Al-Tamimi (59,60). Malgré l'existence d'une variété importante de registres

linguistiques en arabe et leur utilisation différenciée en fonction des situations communicationnelles, l'arabe dialectal, qui est la langue maternelle de tous les locuteurs arabophones, reste avant tout la langue utilisée dans la vie quotidienne locale. C'est une langue acquise dès la petite enfance (langue maternelle) et non apprise à l'école ou à l'université comme c'est le cas de l'arabe classique ou de l'arabe standard contemporain.

Selon Embarki, les parlers arabes modernes sont classés en cinq grandes aires dialectales, de l'Est à l'Ouest : 1) les dialectes de la péninsule arabique, 2) les dialectes mésopotamiens, 3) les dialectes levantins ou les dialectes syro-libanais, 4) les dialectes égyptiens, 5) les dialectes maghrébins (61). Cette classification recouvre au niveau de chaque région un ensemble de subdivisions, lesquelles supportent à leur tour une foule de divisions à l'échelle locale. La plupart des classifications propose une subdivision des dialectes syro-libanais en trois sous-groupes (59,62,63). Le premier sous-groupe comprend les parlers libanais et du Centre syrien : regroupant la majorité des dialectes libanais, les parlers syriens, et le dialecte "maronite" de Chypre, généralement rattaché aux dialectes libanais (60) ; le deuxième sous-groupe comprend les parlers syriens du Nord (ex : Parler d'Alep) ; le troisième sous-groupe regroupe les parlers syriens du Sud (ex : Palestine centrale, Sud de la Palestine et Sud de la Syrie). Chacun de ces dialectes de l'arabe possède, entre autres, des différences phonologiques dans la structure des voyelles, dans la production des consonnes et dans la structure prosodique (64).

2.1.2. Structure de l'arabe

La langue arabe est une langue non-concaténative à racine consonantique trilitère qui exhibe des relations directes consonnes-consonnes pour structurer son lexique (65,66). Ainsi, les consonnes ont un rôle important pour véhiculer le sens des mots. Les voyelles sont considérées comme des outils grammaticaux aidant à la construction des mots (58,67). Du point de vue phonologique, l'une des

caractéristiques des langues arabes est le nombre important des consonnes par rapport aux voyelles. La grande majorité des linguistes arabisants ont étudié le système vocalique de l'arabe classique et ont retenu un système constitué de trois timbres vocaliques /i/, /a/, /u/ avec une opposition de durée : trois segments longs et trois segments brefs (30,62,68).

2.1.3. Particularités de l'arabe libanais

L'arabe libanais appartient donc aux parlers levantins du nord. Il a subi l'influence des différents peuples qui se sont succédé dans la région : l'empire phénicien, l'empire araméen, l'empire perse, l'empire grec, l'empire romain, l'empire ottoman et le mandat français, puisque la république libanaise n'a été déclarée indépendante qu'en 1943 (69). L'arabe libanais comprend différents dialectes régionaux : arabe libanais du nord, arabe libanais du sud, arabe libanais du centre-nord (Mont-Liban), arabe libanais du centre-sud, libanais standard, arabe de la Beqaa ... (70).

De plus, hormis son utilisation sur le territoire libanais, l'arabe libanais est parlé par les communautés libanaises vivant à l'étranger : en Afrique, en Australie, au Canada, en Europe et en Amérique du nord et du sud (56). Nous nous intéressons au libanais standard, véhiculé par les médias audiovisuels et parlé par les Libanais de différentes régions vivant à Beyrouth où les particularismes s'estompent et où l'on observe une grande fréquence d'emprunts à la langue écrite (71).

2.1.4. Voyelles du libanais

Même si les descriptions anciennes disponibles sur les voyelles du libanais se limitent à la réalisation longue/courte des 3 voyelles : /i/, /a/, /u/ (72–74), on retrouve une richesse phonétique plus importante dans la réalisation des voyelles décrite plus récemment par Barkat et Khattab (56,75). Barkat a effectué une étude trans-dialectale au niveau des systèmes vocaliques des dialectes arabes et a établi une typologie des

indices acoustiques robustes pour permettre l'identification automatique des dialectes arabes. Vingt-quatre locuteurs (12 hommes et 12 femmes) parlant six dialectes arabes : marocain, algérien, tunisien, jordanien, libanais et syrien ont produit un texte standard semi spontanément. L'auteure a comparé les réalisations phonétiques vocaliques des différents locuteurs et a établi les systèmes vocaliques pour chacun des dialectes arabes étudiés. Pour le dialecte libanais de Beyrouth, elle a retenu six voyelles et deux diphtongues : /i:, e, e:, a, o, u:, aj, aw/ (75). Kotob évoque un système vocalique plus riche de l'arabe libanais par rapport à l'arabe moderne. Il a tout d'abord conservé les six voyelles de l'arabe littéral (i, a, u, i:, a:, u:) et ajouté, en plus, quatre phonèmes vocaliques ([e, ε, o, ã]). Toutes ces voyelles ne peuvent être attribuées aux systèmes vocaliques du parler arabe libanais, du fait que certaines d'entre elles sont employées exclusivement dans le domaine de l'emprunt (71). De plus, leur réalisation varie d'une personne à l'autre selon le degré de bilinguisme, de scolarisation, le milieu socioprofessionnel, etc. Khattab évoque la richesse de la réalisation des voyelles en arabe libanais par rapport à l'arabe standard et en réalise l'inventaire. Elle répertorie 18 réalisations phonétiques de voyelles en libanais et 5 réalisations de diphtongues (56).

2.1.5. Consonnes du libanais

Le libanais comprend 27 consonnes. Toutes les consonnes du libanais peuvent être géménées. Les consonnes emphatiques sont produites avec une posture simultanée au niveau de la place articulaire primaire de la consonne et au niveau vélo-pharyngé (59). Certaines consonnes comme /v/, /g/, /p/ sont retrouvées dans le libanais par mots empruntés le plus souvent du français. Certains de ces mots sont : service, garage, piscine. On retrouve toutes les consonnes du libanais dans Khattab (56).

Dans ce premier chapitre du cadre théorique nous avons présenté l'origine et la structure de l'arabe en nous attachant sur les particularités du libanais ainsi que sur

les voyelles et les consonnes le constituant. Dans le deuxième chapitre, nous détaillerons l'œdème de Reinke, cette pathologie rencontrée chez certaines femmes tabagiques dont la plainte constitue le motif principal ayant inspiré ce travail de thèse.

2.2. Chapitre 2 : Œdème de Reinke

Dans cette deuxième partie du cadre théorique, nous évoquerons le sujet du tabagisme chez les femmes puis nous détaillerons l'épidémiologie de l'œdème de Reinke, puis sa physiopathologie suivie des modifications histologiques observées au niveau des plis vocaux des patientes atteintes de cette pathologie et nous insisterons finalement sur les caractéristiques acoustiques des voix atteintes d'œdème de Reinke, notamment celles des femmes.

2.2.1. Tabagisme chez les femmes

Le tabac est considéré comme le principal agent carcinogène au niveau des voies respiratoires supérieures et inférieures (nez, larynx, poumons) mais aussi pour d'autres organes comme l'œsophage, le pancréas ou la vessie. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) rapporte une augmentation alarmante de la consommation de tabac dans les pays en voie de développement. Alors qu'on projette une diminution des morts attribuées au tabac de 9% entre 2002 et 2030 dans les pays à haut revenu, on prévoit une augmentation de cette mortalité de 3,4 à 6,8 millions dans les pays à revenu bas et moyen (76).

L'augmentation de la prévalence du tabagisme chez les femmes inquiète les organismes sanitaires dans le monde. En 2001, le rapport du U.S. Surgeon General a attiré l'attention sur le tabagisme chez les femmes en démontrant une diminution de la différence dans la consommation du tabac entre les hommes et les femmes depuis les années 1980 (77). Les formes du tabac varient : cigarettes, cigares, pipe, narghilé.... Le narghilé représente une forme de consommation du tabac très ancienne et très répandue à l'est de la Méditerranée, notamment au Liban (78). Avec le narghilé, les fumées du tabac passent par un réservoir d'eau avant d'être inhalées

par le fumeur, ce qui donne aux consommateurs/consommatrices une fausse impression de sécurité. La consommation du narghilé est considérée comme un passe-temps très convivial. Il est répandu entre les femmes et les jeunes en raison de l'idée qu'il est moins néfaste que la cigarette, de sa pratique trans-générationnelle, de son accessibilité, des moments de partage et de socialisation qu'il favorise, et de la possibilité de le parfumer avec des arômes de fruits : pomme, pastèque, menthe, miel (79). Cette consommation de tabac est d'autant plus grave que les femmes seraient plus susceptibles que les hommes de souffrir de ses effets néfastes (80).

Le tabac a un impact sur les plis vocaux dès les premières cigarettes fumées. Si, d'après l'étude de Murphy sur deux sujets tabagiques et deux sujets contrôles, l'effet précoce du tabac sur la diminution de la fréquence fondamentale peut être réversible si on arrête de fumer pendant 40h, cet effet devient de moins en moins réversible avec le temps (81). La consommation du tabac à long terme peut entraîner des pathologies malignes comme le cancer du larynx. Il peut aussi entraîner des pathologies bénignes comme l'œdème de Reinke.

2.2.2. Epidémiologie de l'œdème de Reinke

L'œdème de Reinke a été décrit pour la première fois par Hajek en 1891 (81,82). Il est désigné, dans la littérature, par des appellations différentes, notamment en anglais : polypoid laryngitis, polypoid corditis, chronic hypertrophic laryngitis, polypoid degeneration, ou, en français : pseudomyxome. Il représente une pathologie fréquente en laryngologie puisqu'il constitue entre 5% et 10% des pathologies bénignes du larynx (37,82,83). Il est surtout causé par le tabagisme, mais il peut être dû à l'abus vocal, au reflux pharyngo-laryngé et aux allergies des voies respiratoires supérieures (84,85). Son association à l'hypothyroïdie est mitigée (86,87). Quand il est causé par le tabac, il est lié au nombre de cigarettes fumées par jour et à la durée de consommation du tabac (88). Si certains auteurs considèrent qu'il est plus fréquent chez les femmes, se développant généralement entre l'âge de 30 et 60 ans (39), il est

possible que cette observation soit faussée par le fait que l'œdème de Reinke est plus stigmatisant chez ces dernières qui viendraient, alors, consulter plus souvent (36).

2.2.3. Physiopathologie de l'œdème de Reinke

Les mécanismes physiopathologiques impliqués dans la formation de l'œdème de Reinke ne sont pas bien connus. L'hypothèse acceptée regroupe 2 mécanismes : le premier correspond à l'altération de la fonction de barrière de l'épithélium avec absence de drainage lymphatique, le second correspond à une réponse inflammatoire avec une activité métabolique importante. Dans le but de tester ces hypothèses, Branski a exposé, dans un premier temps, des cordes vocales de cochons ex-vivo à un concentré de fumée de cigarettes et en a mesuré la résistance trans-épithéliale ; dans un deuxième temps, il a exposé in vitro des fibroblastes de cordes vocales humaines à ce même concentré de fumée de cigarette et a mesuré la cyclo oxygénase 2 (COX-2), la Prostaglandine E synthase-1 microsomale et l'ARNm de la 15-hydroxyprostaglandine déshydrogénase. Il a pu démontrer qu'au bout de 4 heures d'exposition au concentré de fumée de cigarettes, on observe une réponse inflammatoire dans les fibroblastes. Cependant, il n'a pas pu démontrer une altération de la résistance épithéliale. Les explications avancées pour rendre compte de la présence de la réponse inflammatoire et de l'absence de l'altération de la résistance épithéliale sont, d'un côté, un temps d'exposition court pour altérer la résistance épithéliale, d'où la nécessité de prolonger le temps d'exposition ; de l'autre, il se pourrait que l'inflammation soit elle-même la responsable directe de l'altération de la résistance épithéliale et pas la fumée de cigarettes directement (89). Par ailleurs, les hormones sexuelles auraient un rôle dans le développement de l'œdème de Reinke. Les taux de testostérone et de progestérone seraient plus élevés chez les hommes qui développent un œdème de Reinke par rapport à ceux qui n'en développent pas. Cela pourrait suggérer que les hormones sexuelles ont un rôle dans

la genèse ou le maintien de l'œdème de Reinke à travers l'activité enzymatique de la synthétase de l'oxyde nitrique (90).

2.2.4. Modifications histologiques dans l'œdème de Reinke

Avant de décrire les modifications histologiques associées à l'œdème de Reinke, il est important de rappeler la structure histologique normale du pli vocal et plus particulièrement de l'espace de Reinke.

Les plis vocaux sont composés des plusieurs couches de différents tissus (30,91). Les cinq couches comprennent de la partie la plus superficielle (médiane) à la partie la plus profonde (latérale) : (1) l'épithélium, (2) la couche superficielle de la lamina propria ou l'espace de Reinke, (3) la couche intermédiaire de la lamina propria, (4) la couche profonde de la lamina propria et (5) le muscle thyro-aryténoïdien. L'épithélium est la couche la plus superficielle, elle recouvre toutes les autres couches, elle fait moins de 0.1 mm d'épaisseur. Il s'agit d'un épithélium pavimenteux stratifié qui est attaché par une fine couche de fibres d'ancrage de la membrane basale à la couche superficielle de la lamina propria. Les trois couches de la lamina propria contiennent des cellules à type de fibroblastes, macrophages et myofibroblastes, mais elles sont surtout composées de matériel non cellulaire ou matrice extracellulaire (MEC). La couche superficielle de la lamina propria (CSLP) a une épaisseur de moins de 0,1 mm au centre du pli vocal, mais elle s'amincit encore plus à ses extrémités. Cet espace a été décrit pour la première fois par l'anatomiste allemand Reinke en 1987, d'où son nom (92). Il correspond à un compartiment rempli de tissu aréolaire situé superficiellement par rapport au ligament vocal, limité antérieurement par le ligament de Broyle et postérieurement par l'aryténoïde. Cette CSLP contient de courtes fibres de protéines organisées d'une façon peu dense et peu linéaire dans le liquide interstitiel. Sa consistance très pliable lui permet d'absorber les stress mécaniques. Avec l'âge cette couche peut s'épaissir à cause d'un œdème ou au contraire s'amincir. Les couches intermédiaire et profonde de la

lamina propria constituent le ligament vocal qui a 1-2 mm d'épaisseur. Les fibres du ligament vocal sont orientées dans la direction antéro-postérieure. La couche intermédiaire est riche en élastine. La couche profonde est riche en collagène. Le muscle thyro-aryténoïdien est un muscle strié et il constitue les 2/3 du volume des plis vocaux, il est divisé en une portion médiane ou (vocalis) et une portion latérale (muscularis). Il faut noter que ces 5 couches peuvent être regroupées en trois couches ou en deux couches selon les théories. Par exemple, dans la « body-cover theory », l'épithélium, la couche superficielle et la couche intermédiaire de la lamina propria forment le « cover », la couche profonde de la lamina propria ainsi que le muscle vocal forment le « body » (93).

L'œdème de Reinke correspond à une accumulation d'une substance gélatineuse dans l'espace de Reinke de l'un ou des deux plis vocaux entraînant un aspect polyploïde et blanchâtre de la totalité du pli vocal qui est très mobile durant la phonation. Ainsi, l'œdème de Reinke affecte le plus souvent la totalité de la longueur du pli vocal de la commissure antérieure à l'apophyse vocale, même s'il existe des œdèmes de Reinke asymétriques, localisés ou unilatéraux. L'attachement du ligament vocal à la surface inférieure de l'épithélium par des fibres lamellaires entraîne une prédominance de l'œdème de Reinke à la face supérieure des plis vocaux. Cette accumulation d'un excès de matrice extracellulaire est associée à une vascularisation sous-épithéliale proéminente et à un désordre architectural des fibres de collagène et des fibres d'élastine (81,94). Les fibres de collagène deviennent moins denses, fragmentées et entourées d'un stroma mixoïde alors que les fibres d'élastine perdent leur aspect ondulé et leur direction parallèle à la membrane basale. Le désordre architectural est plus important dans la partie profonde de la lamina propria pour les fibres de collagène, il est plus important dans la partie superficielle de la lamina propria pour les fibres d'élastine. Ce désordre architectural altère la fonction des fibres responsables de la résistance des plis vocaux à la contraction musculaire et permettent une élongation de celles-ci lors de la modulation vocale

(37,82). Les plis vocaux avec œdème de Reinke sont donc moins résistants aux vibrations et ont un « cover » plus susceptible de se déformer par rapport au « body ». Plusieurs classifications de l'œdème de Reinke ont été rapportées par la littérature (95,96). Yonekawa, dans sa classification de type morphologique, définit 3 types de sévérité croissante d'œdème de Reinke. Elles sont résumées dans le tableau 2 ci-dessous :

	CLASSIFICATION DE L'OEDEME DE REINKE SELON YONEKAWA
<i>Type I</i>	L'œdème est limité au bord supérieur des plis vocaux Le mouvement du pli vocal est adéquat Le quotient phonatoire de la glotte est préservé
<i>Type II</i>	L'œdème s'étend du bord supérieur jusqu'au bord inférieur au-delà des marges des plis vocaux Les deux marges sont en contact même durant l'inspiration
<i>Type III</i>	L'œdème est plus étendu L'abduction durant l'inspiration est limitée au tiers postérieur de la glotte

Tableau 2 : Trois types d'œdème de Reinke selon Yonekawa (96).

Cette classification est la plus utilisée dans la littérature. Les vidéos 1, 2, 3 dans le fichier joint comportant les annexes sons et vidéos, représentent les trois différents types d'œdème de Reinke selon la classification de Yonekawa.

Il est vrai que l'une des plaintes des patientes avec œdème de Reinke est la masculinisation de leur voix, cependant leur premier motif de consultation est leur peur de développer une pathologie néoplasique. Quelle est donc l'importance du risque de dégénérescence maligne chez ces patientes ? Dans une étude rétrospective sur 3902 biopsies laryngées chez une grande majorité de femmes ayant un œdème de Reinke, Lim a rapporté l'absence de dysplasie dans 90% de l'échantillon, la présence de dysplasie légère (atypies cytologiques et architecturales confinées à la région basale de l'épithélium) dans 8% de l'échantillon, de dysplasie modérée (atypies cytologiques et architecturales retrouvées dans le 1/3 moyen de l'épithélium)

dans 1% de l'échantillon et de dysplasie sévère (atypies cytologiques et architecturales retrouvées dans le 1/3 supérieur de l'épithélium) dans moins de 1% de l'échantillon (97). Avec ces résultats, on peut confirmer l'attitude classique qui consiste à dire que l'œdème de Reinke n'est pas une pathologie précancéreuse et rassurer les patients quant au faible risque de dégénérescence maligne en cas d'œdème de Reinke typique (98,99). Les cas de malignité rapportés dans la littérature en association avec l'œdème de Reinke sont rares : c'est le cas d'un patient sur 120 rapporté par Moesgaard-Nielsen (100). En raison de ces observations, plusieurs auteurs ont avancé la théorie que l'absence de néoangiogenèse, l'augmentation de la perméabilité des vaisseaux sanguins, la présence de tissu mixoïde avec une désorganisation des fibres de collagène et d'élastine et le haut taux de prolifération des fibroblastes, tous ces mécanismes évoquent une activité réparatrice importante dans l'œdème de Reinke avec un effet local protecteur contre la dégénérescence maligne (95,101).

2.2.5. Caractéristiques acoustiques liées à l'œdème de Reinke

Ces modifications histologiques ont des répercussions sur le plan morphologique, acoustique, aérodynamique et donc sur le plan perceptif. A l'évaluation stroboscopique on observe un changement de l'amplitude et de la symétrie de l'onde muqueuse. A l'évaluation perceptive on entend une voix rauque et soufflée avec une baisse significative de la fréquence fondamentale pouvant atteindre les 120 Hz chez les femmes (36). D'après Sakae, *'les voix des femmes avec œdème de Reinke adoptent graduellement des caractéristiques masculines, certaines sont prises pour des hommes au téléphone ce qui représente une expérience traumatisante'* (37). L'augmentation de la masse du pli vocal due à l'œdème de Reinke entraîne des difficultés de la vibration cordale ainsi qu'un hyperfonctionnement. Cela induit une pression sous-glottique anormalement élevée dans la voix parlée (9,7cm H₂O). Il est

aussi possible que l'élévation de la pression sous-glottique contribue au développement ou à la recrudescence de l'œdème de Reinke (36).

D'après Sorensen, la F0 diminue pour le discours spontané et le discours lu chez les hommes fumeurs en comparaison avec les hommes non-fumeurs (102). L'étendue vocale chez la femme avec œdème de Reinke atteint celle des hommes par perte du registre aigu et la voix chantée se situe dans un registre identifiable à celui d'une voix de vraie basse (38). De plus, Gonzalez & Carpi ont observé une augmentation des paramètres de perturbation chez les fumeurs quel que soit leur genre, et une augmentation des paramètres de tremblement chez les hommes fumeurs (103). Une étude a été faite par Chai et al. en incluant des hommes chinois fumeurs [consommant au moins 5 cigarettes par jour pendant les 5 dernières années] comparés à des hommes non-fumeurs, les deux groupes n'ayant pas consulté pour plainte vocale. L'analyse s'est faite sur une portion stable d'une seconde de la voyelle tenue /a/ sur des paramètres de perturbation : jitter, shimmer et noise to harmonic ratio (NHR) et par une analyse dynamique non linéaire déterminant la dimension de corrélation D2 qui représente le nombre de degrés de liberté nécessaire pour décrire un système dynamique (Plus la complexité du système augmente, plus D2 augmente)(104). Les voix incluses dans cette étude étaient de type I ou II selon la classification de Titze. Il n'y avait pas de voix de type III même chez les fumeurs (Cf p. 55 pour plus de détails sur la classification de Titze). Le groupe de fumeurs avaient beaucoup plus de voix de type II que celui des non-fumeurs. Cette étude a démontré que le jitter, le shimmer, le NHR et le D2 étaient plus élevés chez les fumeurs par rapport aux non-fumeurs. Ces modifications vocales ont été observées malgré l'absence de pathologie vocale rapportée par les patients. Il est possible que l'explication de l'augmentation du shimmer soit liée au fait que l'œdème interfère avec la qualité du contact entre les bords des plis vocaux pendant la phonation. L'augmentation du jitter retrouvée chez les femmes tabagiques (103) et chez les femmes avec œdème de Reinke (36,39,96) indique une réduction de la périodicité de la vibration des plis vocaux chez les

femmes qui fument. Même si certaines études lient l'augmentation de la masse des plis vocaux à l'augmentation de cette apériodicité, la réduction de la masse des plis vocaux n'est pas suffisante pour rapprocher les valeurs du jitter des valeurs normales. Vincent & Gilbert, comparent les paramètres acoustiques chez 3 groupes de femmes, les premières n'ayant jamais fumé, les deuxièmes ayant fumé depuis moins de 10 ans et les troisièmes ayant fumé depuis plus de 10 ans, afin de voir à partir de quand les effets du tabac apparaissent et entraînent des modifications des paramètres acoustiques chez les femmes qui fument. Le corpus consiste en la répétition des 4 voyelles tenues : /a/, /u/, /i/, /æ/ et de la syllabe /pi/. Des mesures acoustiques, électrographiques et aérodynamiques ont été prises. Elles ont montré que la F0, le quotient d'ouverture et le quotient de vitesse sont les indicateurs les plus sensibles et les plus précoces de l'effet du tabac sur la voix des femmes puisqu'ils changent dès 10 ans de tabagisme. Le jitter et le shimmer changent plus tardivement (105).

Un exemple de voix d'une FR peut être écouté à partir du fichier joint sous le nom :
Son 1

Malgré les plaintes avérées des patientes avec un œdème de Reinke sur la masculinisation de leur voix, peu d'études scientifiques se sont penchées sur les causes du brouillage de genre de ces voix. Si elles l'ont fait, c'est en considérant les paramètres acoustiques précités, le plus souvent de façon isolée, et sans étudier l'impact de chacun de ces paramètres sur la perception de la masculinité de la voix. Dans ce chapitre, nous avons détaillé les caractéristiques épidémiologiques, physiopathologiques, histologiques et acoustiques de l'œdème de Reinke. Nous allons continuer cette partie théorique en abordant le chapitre 3 sur le genre et la voix normale et en détaillant dans un premier temps la perception du genre dans la voix, et dans un deuxième temps, le genre dans la production vocale.

2.3 Chapitre 3 : Genre et Voix Normale

Quand on évoque le genre vocal, on doit prendre en compte deux aspects. Le premier concerne la façon dont le genre du locuteur est perçu à travers sa voix, il s'agit de la perception du genre vocal. Cette perception peut concerner le locuteur d'une part (la perception par le locuteur de sa propre voix) et l'auditeur de l'autre. Le deuxième aspect concerne les éléments qui influencent la qualité genrée de la production vocale ainsi que les paramètres acoustiques spécifiques de cette production vocale genrée.

2.3.1. Perception vocale et genre

Dans cette partie, nous allons évoquer quatre idées importantes. La première concerne les stéréotypes du genre vocal, la deuxième envisage les influences historiques et culturelles sur ces stéréotypes, la troisième traite les adjectifs discriminants dans la qualification du genre vocal, la quatrième et dernière partie classe les différents types de perception du genre vocal.

2.3.1.1. Stéréotypes du genre vocal

D'après Aronson, *'une voix est perçue comme normale quand elle est conforme aux caractéristiques reconnues comme normales dans la communauté, société, culture de la personne qui possède cette voix. Il y a une anomalie vocale ou au moins une différence vocale quand la qualité, la fréquence, l'intensité, la flexibilité de la voix est différente par rapport aux voix de même âge, genre et groupe culturel'* (106). La perception du genre dans la voix est donc influencée par l'environnement vocal de l'auditeur et les liens qu'il a établis inconsciemment entre certaines qualités vocales et le genre. Avant de s'attarder sur les stéréotypes de genre dans la voix, il est important de définir la notion de stéréotypes et son interaction avec la perception. D'après Von Hippel, les stéréotypes sont des théories sur la façon d'être, de penser et d'agir de membres d'un autre groupe et sur l'origine des liens entre ces attributs. Même si certaines présomptions du système de perception sont innées, d'autres sont acquises par l'expérience et le vécu social ; les stéréotypes sont donc spécifiques à

une certaine culture. Et comme notre connaissance du monde guide ce que nous entendons et ce que nous voyons, les stéréotypes ont une grande influence sur la perception de l'information sociale, celle-ci étant structurée en fonction des informations stockées dans notre mémoire (107). Cette catégorisation des groupes conduit à une exagération des différences entre les groupes et à une diminution des différences au sein d'un même groupe (108). Ainsi la construction des stéréotypes facilite la compréhension de la réalité, même si elle peut aussi entraîner de fausses généralisations et donc de fausses perceptions de la réalité (109). Concernant les stéréotypes de genre vocal, il suffit de quelques syllabes/phonèmes/mots pour reconnaître le genre du locuteur et s'adresser à lui en fonction de cette reconnaissance. Cela est particulièrement vrai au téléphone, où la voix est le seul indice permettant de reconnaître le genre de l'interlocuteur. Il convient de souligner que les stéréotypes de genre vocal vont jusqu'à changer les frontières dans la perception du signal vocal par l'auditeur (9,55,110). Les stéréotypes du genre de la voix changent avec le temps et dans les différentes sociétés, même si on retrouve un certain nombre de caractéristiques communes. D'un autre côté, à l'échelle individuelle, chaque personne a la possibilité de modifier ses caractéristiques vocales de façon à ressembler aux stéréotypes de sa catégorie de genre ou, au contraire, à s'en démarquer.

2.3.1.2. Influences historiques et culturelles sur les stéréotypes du genre dans la voix

Les stéréotypes de genre dans la voix se retrouvent dans la majorité de nos sociétés d'une façon plus ou moins prononcée. Les jugements sociaux renforcent les attributs stéréotypiques et stigmatisent ceux et celles qui s'en éloignent (2). D'une manière générale, les femmes ont des voix aiguës, légères et claires avec un registre émotionnel plus accentué ; les hommes ont des voix graves, sourdes et fortes avec un registre émotionnel plus discret. Ces caractéristiques sont plus saillantes chez

l'homme américain puisque la voix masculine américaine est nettement plus grave que celle des hommes d'Europe Centrale (2). Au Japon, les femmes affichent leur féminité en adoptant un registre vocal encore plus aigu que les normes établies ailleurs (3,21,111). Contrairement à ces stéréotypes, les hommes en Inde ont une voix plaintive et douce, les femmes tatars, connues pour leur indépendance, ont une voix très puissante. Ces particularités genrées de la voix sont accompagnées par des spécificités de prononciation ainsi que des répartitions des temps de parole dans les conversations qui sont, elles aussi, genrées : les prises de parole, les durées de parole et les empiètements sont plus importants chez les hommes par rapport aux femmes (112).

Dans ce travail, nous nous intéressons particulièrement aux paramètres acoustiques responsables de la reconnaissance du genre dans la voix. Ces paramètres sont liés à des qualités vocales particulières sans pour autant qu'ils en soient spécifiques. Pour cette raison, dans le paragraphe suivant, nous allons citer les adjectifs souvent utilisés pour qualifier une voix masculine et une voix féminine.

2.3.1.3. Adjectifs discriminants dans la qualification du genre vocal

La qualité vocale étant un paramètre essentiellement psycho-acoustique, c'est-à-dire dépendant de l'impact psychologique créé par les dimensions acoustiques de la voix chez l'auditeur, elle fait l'objet de nombreuses catégories descriptives qui tentent de capturer ses différentes dimensions. Ces catégories descriptives regroupent des dimensions visuelles, esthétiques, anatomiques, kinesthésiques, physiques et émotionnelles. Elles sont regroupées en listes, qui, selon Kreiman & Sidtis, n'ont pas beaucoup évolué depuis celle de Julius Polux (2nd siècle AD)(3). Ces listes contiennent des adjectifs qui sont plus volontairement attribués à des voix féminines et d'autres plus volontairement attribués à des voix masculines. Une voix aiguë,

soufflée, faible est plus souvent attribuée au genre féminin ; une voix grave, tendue, rauque, craquée ou creaky est plus souvent attribuée au genre masculin (3,21).

Afin d'évaluer les adjectifs les plus souvent attribués au genre vocal masculin et féminin au Liban et de pouvoir les comparer par rapport à ceux évoqués dans la littérature, nous avons conduit une étude pilote auprès d'étudiants libanais et d'étudiantes libanaises (Résultats non publiés). Il s'agissait d'un questionnaire électronique et anonyme, demandant aux participants/participant(e)s de choisir les adjectifs des domaines physique, psychologique et de qualité vocale se rapportant le plus à une voix féminine ou à une voix masculine. Afin de ne pas influencer le choix des participants par l'ordre des questionnaires, un groupe de personnes a été sollicité pour choisir les adjectifs concernant les voix des hommes et un autre pour choisir les adjectifs concernant les voix des femmes. Le nombre total de participants était de 26 femmes et 27 hommes âgés entre 24 et 26 ans. Nous avons observé que dans cet échantillon de la population libanaise, les adjectifs « forte, grave, rauque, profonde, rugueuse, caverneuse, ferme, autoritaire, posée » étaient considérés comme typiques d'une voix masculine ; par contre, les adjectifs « aiguë, douce, faible, fluette, mélodieuse, rieuse, voilée, chaude, tranquille, frêle, sensuelle » étaient considérés comme typiques d'une voix féminine. Les stéréotypes libanais de genre dans la voix semblent donc être en accord avec les stéréotypes de genre vocal rapportés dans la littérature.

Dans ce paragraphe, nous avons exposé l'idée de la relation entre certains adjectifs qualifiant la qualité vocale et la perception du genre vocal. Cependant, quand on évoque la perception du genre vocal, plusieurs questions restent à élucider et elles seront successivement traitées dans les prochains paragraphes. La première concerne la différence entre la perception de la voix par un auditeur et l'auto-évaluation de la voix par le locuteur. La deuxième interroge la facilité de la perception du genre dans la voix selon qu'elle est masculine ou féminine. La troisième aborde les échelles utilisées pour qualifier le genre vocal.

2.3.1.4. Les différents types de perception du genre vocal

La perception du genre dans la voix peut être évoquée selon deux perspectives différentes mais étroitement liées. La première correspond à la façon dont le locuteur évalue lui-même le genre de sa voix (on l'appellera auto-évaluation ou auto-estimation, car il s'agit de la manière dont le locuteur se qualifie, sans pour autant procéder à la tâche d'écouter sa voix enregistrée). La deuxième est la façon dont les auditeurs évaluent la voix du locuteur. Ces deux perspectives s'influencent mutuellement. D'un côté, le locuteur projette une image particulière ; de l'autre, il est influencé par le regard des autres. La discordance entre ces deux types de perception peut entraîner un mal-être chez le locuteur, ce qui est surtout reflété dans la littérature traitant des personnes transgenres. Hancock a démontré que la qualité de vie des personnes transgenres est liée à la perception qu'ont les auditeurs de leurs voix dans des situations où il n'y a pas d'information visuelle associée à l'information vocale comme lors des conversations téléphoniques (113).

Il est vrai que toute personne qui écoute sa voix enregistrée éprouve des difficultés à la reconnaître et se trouve, en général, déçue par la qualité de cette voix. Cela s'explique par le fait que, dans la vie de tous les jours, le locuteur a accès à sa voix à travers deux voies d'écoute, la conduction osseuse et la conduction aérienne, alors que quand il écoute sa voix enregistrée, ce n'est que la conduction aérienne qui est mise en jeu. La conduction osseuse transmet plus les fréquences basses (au-dessous de 500 Hz) qui atteignent l'oreille du locuteur avec très peu de perte d'énergie, alors que les fréquences hautes sont transmises avec une grande perte d'énergie car elles se propagent mieux vers l'avant/l'arrière. Ces deux facteurs font que nous percevons notre voix comme plus grave et plus riche par rapport à cette même voix enregistrée. Comme les voix graves et résonnantes sont associées à des caractéristiques sociales positives, les locuteurs n'aiment pas leur voix enregistrée (3). Cela relève de l'auto-

perception au vrai sens du terme, mais ce n'est pas ce volet que nous souhaitons investiguer. Ce qui nous importe, c'est l'image ou l'idée qu'une personne a de sa propre voix et qui se construit à travers son existence, ses rencontres et les réactions des autres par rapport à ce qu'ils écoutent. Cela peut être évalué à travers des échelles de qualificatifs de la voix ou bien à travers des questionnaires sur différents aspects de la voix (13,21,27).

Quant à la perception par les auditeurs du genre vocal du locuteur, la possibilité de discriminer une voix de femme par rapport à une voix d'homme et inversement apparaît très tôt dans l'enfance avec un pourcentage d'identification correcte chez les enfants entre 6 et 9 ans qui est équivalent à celui des adultes (114,115). Les études rapportées dans la littérature démontrent que le taux d'identification du sexe du locuteur reste très élevé même lorsque le stimulus est court, limité à une fricative ou à une voyelle ou même à une voyelle chuchotée en raison des multiples indices que l'auditeur repère dans le signal quant au sexe/genre du locuteur (3,53,111,116) (Tableau no 3).

Stimuli	% de Reconnaissance exacte
Fricative frontale sourde (t, th)	55-71.5
Fricative centrale sourde (s, sh)	72.5-91.5
Voyelle chuchotée	75-97.5
Voyelle	96-99
Mot monosyllabique	99
Phrase	98-100

Tableau 3 : Exactitude de la reconnaissance du sexe de locuteurs adultes par des auditeurs soumis à des stimuli variés (Adapté de Kreiman & Sidtis) (3).

Certaines études ont démontré que les voix d'hommes sont plus facilement reconnaissables que les voix de femmes et que les auditeurs choisissent justement la catégorie « voix d'homme » plus fréquemment qu'ils ne choisissent la catégorie « voix de femme » ; cette perception plus facile de la masculinité par rapport à la

féminité pourrait être due à un biais sociologique qui consiste à répondre masculin quand un signal est ambigu vis-à-vis du sexe/genre (51,117–119).

Le choix du moyen permettant d'évaluer la perception du genre dans la voix n'est pas très simple puisque les études, dans le domaine de la psychologie, qui ont travaillé sur le concept de masculinité /féminité ont élaboré des questionnaires avec des principes très différents (120). L'une des principales raisons de ces différences est que les définitions de ces termes restent très abstraites, basées sur des représentations et des normes intériorisées. Il n'y a pas de consensus sur le caractère bipolaire de masculinité/féminité ou sur leur caractère multidimensionnel (10). Ces deux entités sont-elles deux extrêmes d'un même continuum ou sont-elles complètement différentes et multidimensionnelles permettant aux hommes et aux femmes d'avoir des ressemblances sur certaines dimensions et des divergences sur d'autres avec des changements de ces ressemblances et divergences en fonction du temps ou du lieu (121) ? La question reste ouverte jusqu'à nos jours.

Que les concepts de masculinité et de féminité soient unis ou multidimensionnels, ils restent des concepts qui dépendent de nombreux facteurs culturels et sociaux bien enracinés dans la pensée des gens, même s'ils sont difficiles à définir. En consultant la littérature sur la voix et le genre, nous avons trouvé trois grandes catégories de moyens utilisés par les chercheurs pour rapporter la perception du genre dans la voix. La première consiste à demander à chaque membre du jury d'identifier la voix comme une voix féminine ou une voix masculine (45). La deuxième consiste à le faire avec une échelle du degré de certitude allant de 1 à 5 avec à l'une des extrémités une petite certitude quant au jugement avancé et à l'autre extrémité une grande certitude quant au jugement avancé (40,48,54,117). La troisième consiste à évaluer la féminité/masculinité de la voix sur une échelle visuelle analogue numérotée ou pas. Dans le cas de l'échelle visuelle, certaines études utilisent la même échelle avec d'un côté une voix très masculine et de l'autre une voix très féminine en accord avec la théorie de Butler (2008)- C'est le cas de Perry ; Owen ; Clark ; Assmann; Pépiot-

(40,43,50,53,119) ; d'autres études utilisent deux échelles différentes de masculinité et de féminité avec dans la première un curseur allant de très peu masculine à extrêmement masculine et dans la deuxième un curseur allant de très peu féminine à extrêmement féminine (21,27).

La présence de nombreuses échelles atteste des nuances qui peuvent être recherchées par les auteurs et de l'incapacité d'une échelle unique à les capturer toutes. Pour Eckert, *'comme la binarité de la sexualité et du genre sont des constructions fondamentales idéologiques, et comme au moins le genre est en corrélation avec la variation sur une large échelle, ce serait une erreur de ne pas avoir recours à un codage binaire. Comme le genre apparaît différemment dans différentes places de la société, il n'y a pas de raison actuellement d'utiliser un codage non binaire pour le genre'* (20). Face à cette réalité, nous avons choisi d'utiliser pour l'auto-évaluation une échelle continue dans le but de mieux capturer la plainte des patientes. Pour l'étude de perception, nous avons choisi d'utiliser une échelle binaire avec un degré de certitude car dans les conversations du quotidien, le locuteur doit faire rapidement un jugement de genre afin de décider de l'utilisation du il/elle, de Madame/ Monsieur avec ses interlocuteurs. En choisissant cette échelle binaire avec degré de certitude, on se rapproche le plus des choix que les interlocuteurs ont à effectuer et on essaye d'éviter l'écueil du biais sociologique qui consiste à répondre masculin quand un signal est ambigu vis-à-vis du genre comme mentionné ci-dessus.

Dans cette sous-partie, nous avons évoqué les principaux aspects concernant la perception du genre vocal dans la voix, en insistant sur deux grandes idées : la différence entre auto-évaluation et perception par les autres, et la présence de multiples échelles pour évaluer le genre vocal. Ces données nous permettront de répondre à trois interrogations principales de l'étude : (i) Les femmes avec œdème de Reinke s'auto-évaluent-elles comme ayant une voix plus masculine par rapport aux femmes à la voix normale et cela par un jury naïf ? (ii) Quelle est la relation entre l'auto-évaluation de la voix et l'auto-évaluation de la personnalité chez les femmes

avec œdème de Reinke ? (iii) Les femmes avec œdème de Reinke sont-elles perçues comme ayant une voix plus masculine que les femmes à la voix normale et cela par un jury naïf ?

Nous allons dans la partie suivante nous intéresser à la production vocale et à sa relation avec le genre vocal.

2.3.2. Production vocale et genre

Dans les prochains paragraphes, nous allons passer en revue les différents aspects de la production vocale liés au genre. Dans un premier temps, nous détaillerons les différences anatomiques et physiologiques qui existent entre l'appareil vocal d'un homme et l'appareil vocal d'une femme. Nous ferons ensuite une petite parenthèse sur l'évolution de la voix avec l'âge, avant de nous attarder sur les paramètres acoustiques associés au genre vocal, notamment la F0 et ses paramètres, les formants, le tempo, l'intonation et la qualité vocale. Puis, nous évoquerons la particularité des conversations téléphoniques. Finalement, nous présenterons les paramètres acoustiques associés au genre en arabe libanais.

2.3.2.1. Anatomie et Physiologie : Différences entre hommes et femmes

Comme nous l'avons déjà signalé, la voix est influencée par des paramètres anatomo-physiologiques ainsi que par des paramètres socio-culturels (122). Les paramètres socio-culturels exacerbent les différences observées entre hommes et femmes, mais celles-ci sont principalement déterminées par les différences anatomiques et physiologiques qui existent dans l'appareil vocal des hommes et des femmes. Les premières différences concernent la taille du pharynx et du larynx dans les différentes dimensions de l'espace. La taille du pharynx est disproportionnellement plus grande chez les hommes par rapport aux femmes, ce qui entraîne des différences dans les fréquences de résonance du tractus vocal (123). Par ailleurs, d'après Titze et Kreiman & Sidtis, les dimensions antéro-postérieures, latérales et verticales du

larynx de l'homme sont 15% à 20% supérieures à celles du larynx de la femme (3,124). Par contre, la longueur de la portion membraneuse des plis vocaux est 60% supérieure chez l'homme par rapport à la femme. Cela est dû à une vitesse de croissance de la partie membraneuse des plis vocaux pendant l'adolescence beaucoup plus grande chez le garçon que chez la fille. La vitesse de croissance est en effet de 0.4mm/an chez la fille, alors qu'elle est de 0.7mm/an chez le garçon. Cette croissance rapide chez le garçon coïncide avec une diminution de l'angle du cartilage thyroïde de 110-120 degrés à 70-85 degrés et l'apparition de la pomme d'Adam. La partie cartilagineuse des plis vocaux, qui correspond aux apophyses vocales des aryténoïdes, a le même taux de croissance chez le garçon et chez la fille. La taille des plis vocaux chez la femme est de 12-21 mm, la longueur du tractus vocal chez la femme est de 144 mm en moyenne. Chez l'homme, la longueur du tractus vocal est de 156 mm en moyenne et la longueur des plis vocaux est de 17-29 mm (3) (Tableau 4).

	Hommes	Femmes
Longueur des plis vocaux (mm)	17-29	12-21
Moyenne de la longueur du tractus vocal (mm)	156	144

Tableau 4 : Longueurs moyennes des plis vocaux et du tractus vocal chez l'homme et la femme

D'après Rendall, cette différence de longueur des plis vocaux entre hommes et femmes est de loin supérieure à la différence de taille observée entre les deux sexes, ce qui confirme que l'évolution de la longueur des plis vocaux chez les garçons correspond à un caractère sexuel secondaire (125). L'absence d'androgènes à la puberté entraîne le développement de voix féminines alors que la présence d'androgènes, à n'importe quel moment chez n'importe quel sexe entraîne le développement de caractéristiques vocales masculines (126). D'ailleurs, les agents virilisants provoquent une masculinisation des voix des femmes à tout âge par

augmentation de la masse des plis vocaux (127). Ces différences de longueur et de masse des plis vocaux sont les responsables majeures de la différence de la fréquence fondamentale moyenne, de la différence du débit d'air moyen ainsi que de la différence de la puissance aérodynamique observées entre les hommes et les femmes. D'autres facteurs pouvant expliquer les différences des voix sont : (i) la différence d'épaisseur des plis vocaux (malgré l'identité des couches qui forment les plis vocaux), (ii) un plus grand pourcentage de fibres de collagène présent chez les hommes par rapport aux femmes (surtout les femmes âgées qui, en raison d'influences hormonales, auraient des plis vocaux plus œdématisés), (iii) une configuration glottique plus triangulaire chez la femme et plus concave chez les hommes, (iv) et finalement, le « pattern » de vibration des plis vocaux. En général, le mouvement d'ouverture et de fermeture des plis vocaux est plus sinusoïdal chez les femmes (phase d'ouverture = phase de fermeture), alors que chez les hommes les plis vocaux se ferment plus vite qu'ils ne s'ouvrent, d'où une asymétrie de la courbe de vibration des plis vocaux (3). En raison de l'absence de discontinuité brutale dans la vibration sinusoïdale des plis vocaux des femmes, les voix des femmes sont caractérisées par une plus faible énergie acoustique sur les hautes fréquences que les voix des hommes. De plus, chez un grand nombre de femmes, les plis vocaux ne se ferment pas complètement. Cette fente résiduelle augmente le bruit dans la voix des femmes par rapport aux hommes.

2.3.2.2. Voix et âge

Nous nous intéressons ici aux modifications de la voix en relation avec l'âge afin de pouvoir définir les influences de l'âge et du sexe sur la voix, et de vérifier si l'âge doit être pris en considération dans notre sélection de l'échantillon de l'étude ou dans l'interprétation des résultats. Pour cette raison, nous allons survoler le thème du développement du tractus vocal avec l'âge et nous allons mentionner les

informations importantes qui vont influencer les choix que nous allons faire dans notre étude expérimentale.

L'appareil vocal subit des modifications majeures depuis l'enfance jusqu'à l'âge adulte et cela quel que soit le sexe du locuteur. Le larynx est peu développé à la naissance et il est situé au niveau de la 3^{ème} et de la 4^{ème} vertèbre, il se trouve au niveau de la 5^{ème} vertèbre chez l'adulte dès l'âge de 18 ans. La haute situation du larynx de l'enfant entraîne un petit volume du tractus supraglottique, ce qui limite la taille des cavités de résonance. La longueur des plis vocaux chez le nouveau-né varie entre 2.5 et 5 mm (3). Elles sont immatures avec peu de tissu fibreux, une absence de différenciation en couches superposées et une absence du ligament vocal. Le tractus vocal se développe de la naissance à la puberté d'une manière quasi similaire chez les garçons et les filles (128), sauf pour la largeur du tractus vocal - qui semble plus grande chez les garçons par rapport aux filles dès l'âge de 2 ans- et le ratio de la taille de la cavité orale par rapport à la cavité pharyngée (123). Les différences entre les paramètres acoustiques des filles et des garçons commencent dès l'âge de 7-8 ans pour les formants (les garçons ont des formants plus bas que les filles) et de 12 ans pour la fréquence fondamentale (F0 plus basse chez les garçons). La couche superficielle de la lamina propria apparaît entre l'âge de 3 et 5 ans, les couches intermédiaires et profondes commencent à se différencier vers l'âge de 6 ans mais n'atteignent leur maturité qu'après l'âge de 16 ans. La maturation complète du larynx a lieu autour de l'âge de 20 ans. La F0 de l'enfant à la naissance est de 500 Hz, elle descend jusqu'à 275Hz vers l'âge de 8 ans, jusqu'à 220 Hz chez la femme et 130Hz chez l'homme à l'âge de 18 ans. Le changement de la configuration glottique à la puberté, le développement du muscle thyro-aryténoïdien et l'épaississement des plis vocaux, changent le mode de fermeture des plis vocaux et entraînent une fermeture plus complète des plis vocaux avec une plus grande portion qui vibre, ce qui augmente la richesse des harmoniques. La descente laryngée augmente la taille des cavités de résonance, ce qui entraîne une baisse des formants

de presque 16% chez l'adulte par rapport à l'enfant. Il faut noter que l'intensité vocale chez l'enfant est similaire à celle de l'adulte.

Les cartilages laryngés s'ossifient avec l'âge. Les cartilages thyroïde et cricoïde commencent leur ossification à l'âge de 20 ans, les cartilages aryténoïdes à l'âge de 30 ans. Les cartilages laryngés sont complètement ossifiés à l'âge de 65 ans ; cependant il existe une variabilité interindividuelle et les conséquences de l'ossification sur la qualité vocale n'est pas claire.

Normalement le système respiratoire laryngé et les articulateurs restent stables de l'âge de 20 ans jusqu'à l'âge de 60 ans, quand des modifications commencent à apparaître. Cependant il est difficile d'isoler les conséquences directes de l'âge sur la voix par rapport aux conséquences des pathologies associées au vieillissement et qui peuvent influencer la voix. Avec le temps, on observe une atrophie des plis vocaux avec une diminution des fibres élastiques et une augmentation des fibres de collagène, ainsi qu'une atrophie des muscles intrinsèques du larynx, ce qui altère les propriétés mécaniques des plis vocaux. Cela est plus fréquemment observé chez les hommes, car chez certaines femmes, les changements post-ménopausiques entraînent un œdème avec un épaissement des plis vocaux ayant un effet compensatoire des atrophies observées avec l'âge.

L'influence de l'âge sur la production vocale de la femme a fait l'objet de publications contradictoires dans la littérature. Certains rapportent une diminution significative de la F0 chez la femme avec l'âge (129–132), alors que d'autres ne parlent que d'une diminution de la F0 non significative chez la femme (133–135). En chiffres, la F0 chez la femme diminue avec l'âge jusqu'à la ménopause, de façon significative ou pas selon les auteurs. A la ménopause, la F0 diminue de 10 à 50 Hz (136–138). Awan a voulu vérifier l'influence de l'âge sur la production vocale et la fonction respiratoire de la femme. Il a mesuré de nombreux paramètres acoustiques chez 5 groupes de femmes : le premier entre 18 et 39 ans, le deuxième entre 40 et 49 ans, le troisième entre 50 et 59 ans, le quatrième entre 60 et 69 ans, et le dernier entre

70 et 79 ans. La F0 s'est révélée plus élevée uniquement chez les femmes entre 18 et 39 ans. Concernant l'écart-type de la F0 en demi-tons (Reflet de la variabilité de la F0), il était plus élevé chez les deux groupes entre 60 et 69 ans et 70 et 79 ans. Il n'a pas pu démontrer de différence entre les 5 groupes concernant le jitter, le shimmer et le NHR (139). D'après Pépiot, la plage de variation de la F0 est significativement plus élevée chez les femmes par rapport aux hommes entre 20 et 50 ans (cela a été vérifié dans plusieurs langues), cependant cette différence disparaît pour la tranche d'âge entre 50 et 79 ans (40).

Du point de vue aérodynamique et acoustique, on observe une augmentation de la variabilité interindividuelle des paramètres. Il faut garder à l'esprit que les études qui ont pour objet l'évolution des paramètres acoustiques avec l'âge sont le plus souvent des études transversales et non longitudinales. Leur conception peut nous faire prendre faussement une variabilité interindividuelle ou des différences intergénérationnelles pour des conséquences de l'âge sur la voix. Avec ces limites en tête, on peut retenir que la F0 diminue lentement mais de façon continue avec l'âge chez les femmes. Chez les hommes, la F0 diminue jusqu'à l'âge de 50 ans puis elle augmente (3). Les conséquences de l'âge sur les fréquences des formants ainsi que l'intensité vocale chez les hommes et les femmes sont plus débattues.

Nous avons vu que la maturité laryngée est acquise vers l'âge de 20 ans et que les adultes après 60 ans ont des caractéristiques vocales spécifiques. Même si entre ces deux extrêmes les caractéristiques vocales ne stagnent pas, leur variabilité semble limitée. Un résumé des modifications des paramètres acoustiques en fonction de l'âge est proposé dans le tableau 5 et schématisé dans la figure 3.

Paramètre	Adultes<60 ans	Adultes>60 ans
F0	Diminue avec l'âge	Diminue avec l'âge pour les femmes Augmente avec l'âge pour les hommes
Etendue fréquentielle	Constante	Constante mais la fréquence centrale peut diminuer
Fréquences des formants	Diminuent Grande différence entre hommes et femmes	Continuent à diminuer
Qualité vocale	Stable	Moins stable Apparition de raucité et/ou de voix soufflée
Intensité vocale	Stable	Peut augmenter ou diminuer
Tempo	Rapide	Plus lent

Tableau 5 : Changement des paramètres acoustiques de la voix avec l'âge (Adapté de Kreiman, & Sidtis)(3).

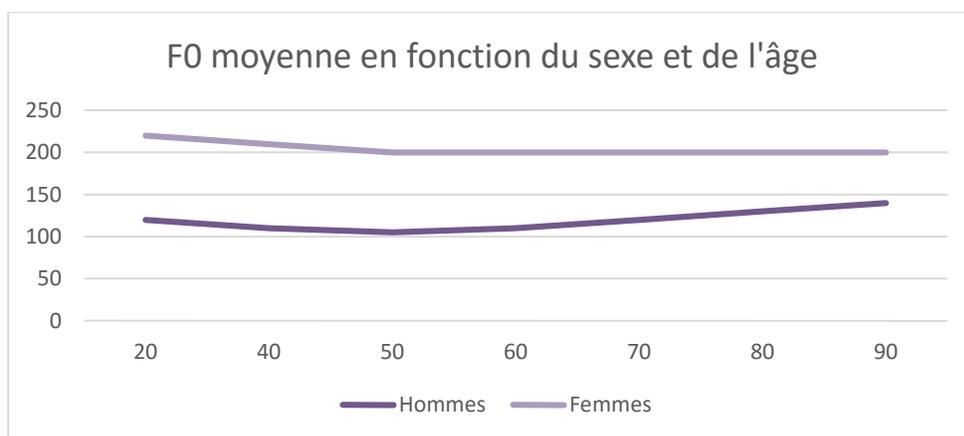


Figure 3 : Représentation schématique de l'évolution de la F0 moyenne selon l'âge chez les femmes et chez les hommes. (D'après les chiffres dans Kreiman, & Sidtis)(3).

2.3.2.3. Paramètres acoustiques associés au genre vocal

Ces différences anatomiques et physiologiques entraînent des productions vocales variables. Les caractéristiques de ces productions vocales sont représentées de façon redondante dans le signal sonore à travers des paramètres statiques et dynamiques. Les paramètres statiques sont liés à la source et aux résonateurs (F0, FF), les paramètres dynamiques correspondent aux intonations, débit de parole, et détails de prononciation. Ces paramètres ont une origine anatomique qui n'est pas influencée par les choix du locuteur et une origine psycho-sociale qui peut être acquise et adaptée en fonction des besoins du locuteur (21).

Il a été démontré que la socialisation favorise la différence entre les sexes et provoque l'exagération de la différence entre les deux groupes féminin et masculin. Si la motivation sociale était d'avoir des voix basses pour les femmes et hautes pour les hommes, Graddol affirme qu'une motivation psychologique serait suffisante pour réduire considérablement les différences issues des caractéristiques anatomo-physiologiques entre les deux sexes (28). Les études interculturelles des voix de différents pays ont prouvé que, selon les cultures, la différence entre voix masculine et féminine est moindre ou au contraire exagérée (140). Quelle que soit leur origine, les paramètres de genre dans la voix sont stables dans le temps, indépendants des phonèmes et pour la plupart, indépendants des locuteurs (141,142). Cependant, il faut garder en mémoire que, d'une façon générale, les paramètres acoustiques obtenus lors de l'évaluation vocale, peuvent subir l'influence de la consigne donnée pour générer la voix (ex : la langue, le type d'émission vocale, la longueur des phrases...) (143,144) ainsi que l'influence de la technique et des instruments utilisés pour faire l'enregistrement (145). Dans cette partie, nous exposerons les paramètres qui ont été rapportés dans la littérature comme essentiels dans la transmission du genre de celui/celle qui parle : la fréquence fondamentale, les formants, le timbre, le tempo et l'intonation (146).

2.3.2.3.1. F0 et ses paramètres

La F0 est liée à la notion perceptive de la hauteur de la voix. Les paramètres en relation avec la F0, à savoir la F0 moyenne et la variabilité de la F0, ont fait l'objet du plus grand nombre d'études sur le genre vocal. La F0 moyenne correspond à la hauteur vocale moyenne utilisée par un individu. La variabilité de la F0 correspond à la faculté de l'individu de changer de F0 en fonction de ses besoins et cela se traduit par la perception d'une voix plus ou moins monotone. Les études faites par Andrews, Avery et Graddol ont démontré que la F0 est supérieure chez les femmes par rapport aux hommes et qu'elle influence fortement la perception du genre (28,41,116).

Malgré des corpus variables d'un investigateur à un autre, un nombre de locuteurs variant de 2 à au-delà de 400 et des limites d'âge inconstantes (13,93), la F0 varie de 107 à 146Hz chez les hommes avec des extrêmes allant de 80 à 165 Hz ; elle varie de 196 à 224 Hz chez les femmes avec des extrêmes allant de 145 à 275 Hz (147). Il existe donc une « zone grise » où les valeurs de F0 retrouvées chez des femmes chevauchent celles retrouvées chez des hommes (41). Ainsi, la F0 ne suffit pas toujours à distinguer une voix féminine d'une voix masculine. D'ailleurs une voix à 150Hz peut être perçue comme féminine à condition d'avoir d'autres paramètres acoustiques féminins (148).

De plus, les auteurs ne sont pas d'accord sur l'influence de la variabilité de la F0 dans la perception du genre puisque d'après Andrews, Avery, Kreiman et Munson, la grande variabilité de la F0 est associée au genre féminin ou à une perception moins masculine (3,27,41,116), alors que d'après Fitzsimmons, les hommes ont une dynamique fréquentielle en demi-tons plus grande (149). Il est intéressant de noter que la plage de variation de la F0 semble corrélée au tabagisme du locuteur et qu'elle est plus élevée chez les sujets fumeurs. Cependant beaucoup d'études s'intéressant à la variabilité de la F0 n'ont pas contrôlé la consommation de tabac des sujets, d'où l'introduction d'un risque de biais (40).

Il faut aussi rester vigilant car, d'après Henton, il n'y a plus de différence dans l'étendue fréquentielle entre hommes et femmes si celle-ci est mesurée dans l'échelle logarithmique de demi-tons qui correspond à la façon dont l'oreille perçoit le son (150) ; par contre, en utilisant l'échelle ERB, Daly retrouve une plus grande variabilité de la fréquence chez les femmes qu'il qualifie de plus grand dynamisme fréquentiel (151).

Avant d'aller plus loin, il est important de détailler les différentes échelles de mesure de la F0, citées ci-dessus, afin de faciliter leur compréhension et de justifier l'utilisation de l'une d'elles dans notre étude. La perception de hauteur de la voix est liée à la F0. Quand la F0 augmente la perception de hauteur augmente ; cependant

cela ne se fait pas d'une manière linéaire. Une variation de 100 Hz n'est pas perçue de la même façon entre 100 Hz et 200 Hz par rapport à 2000 et 2100 Hz. C'est pour cette raison que des échelles non linéaires ont été proposées pour quantifier le « pitch » ou la perception de la hauteur vocale. La première correspond à une échelle logarithmique utilisée en musique. Il s'agit de l'échelle des octaves. Une octave correspond à un intervalle entre 2 tons dont les fréquences ont un rapport de 2 sur 1. Un demi-ton correspond à 1/12 d'octave ou à un changement de fréquence de 6%. D'autres échelles sont aussi utilisées, il s'agit d'échelles psycho-acoustiques : échelle-mel, échelle-bark (linéaire au-dessous de 500 Hz et logarithmique pour les fréquences plus élevées) (152), échelle-ERB (153).

Le signal de parole est effectivement composé d'une suite de sons pseudo-périodiques complexes et de sons apériodiques. Les sons périodiques correspondent à un ensemble de sons purs dont les fréquences sont des multiples entiers de la F_0 (il s'agit des harmoniques). La F_0 détermine donc l'espacement inter-harmonique. Plus la F_0 est basse, plus les harmoniques sont rapprochés ; plus la F_0 est élevée plus les harmoniques sont espacés.

On retrouve aussi dans le signal de parole, des sons dont les fréquences sont des diviseurs entiers de la F_0 (il s'agit des subharmoniques). Le Ratio des subharmoniques par rapport aux harmoniques (SHR) a été corrélé à la perception de la hauteur du son. Quand la plus grande proportion de SHR est inférieure à 0,2, il n'a pas d'influence sur la perception de la hauteur du son. Quand la plus grande proportion de SHR est entre 0.2 et 0.4, l'influence sur la hauteur est ambiguë. Quand la plus grande proportion de SHR est dans l'intervalle supérieur à 0.4, la hauteur est perçue à une octave plus bas, ce qui correspond à la fréquence de la subharmonique la plus basse (154).

2.3.2.3.2. Formants.

Il a aussi été démontré que les formants jouent un rôle prépondérant dans la perception du genre (13,40,41,44,116). Les formants correspondent aux fréquences du son qui sont amplifiées par les cavités de résonance. Ils sont visualisés dans la représentation spectrographique qui permet d'étudier les empreintes résonnantielles du tube qui a filtré le son. Ce n'est pas seulement la taille du conduit de résonance qui va déterminer la fréquence des formants, mais aussi la manière dont les locuteurs se servent de leurs articulateurs : position du voile du palais, degré d'ouverture de la mandibule ou des lèvres, position de la langue... Les formants sont 20 % supérieurs chez les femmes par rapport aux hommes. Ils sont plus regroupés chez les hommes par rapport aux femmes. Ces différences jouent un rôle dans la différenciation du genre vocal mais avec une moindre précision que la F0 (48). De plus, les formants les plus corrélés à la perception du genre sont le F2 pour Munson (27) et le F3 pour Bachorowski (44). Dans une étude qui a manipulé la F0 et/ou les formants, Assman a rapporté que le déplacement vers le haut de la F0 et des formants est efficace pour changer la perception du genre de masculin à féminin, alors que le déplacement vers le bas de la F0 et des formants des voix féminines a un effet opposé (43). De plus, l'espace vocalique -qui correspond à l'étendue articulatoire et qui dépend des mouvements des lèvres, de la mandibule et de la langue- est plus réduit chez les hommes par rapport aux femmes ; cela est particulièrement vrai pour le premier formant (155). L'espace vocalique est aussi plus réduit chez les femmes masculines (52). D'après Arnold, ce sont les voyelles ouvertes comme le /a/, les voyelles antérieures, mi-ouvertes comme le /ε/ et les voyelles antérieures mi-fermées comme le /e/, qui présentent les plus grands contrastes féminins/masculins dans les fréquences de F1 et F2 (13). Simpson explique la taille plus petite du triangle vocalique chez les hommes, malgré une taille moyenne du tractus vocal plus grande chez les hommes par rapport aux femmes, par le fait que pour traverser de plus grandes distances articulatoires, les mouvements linguaux des hommes sont

effectués avec une plus grande vitesse. Cela provoquerait systématiquement des sous-modulations (156). Diehl avance une autre explication à ce phénomène ; pour lui, les voyelles « féminines » sont plus dispersées sur le plan F1-F2 que les voyelles « masculines » en raison d'une pratique féminine visant à optimiser l'identification des voyelles, qui chez les femmes ont une enveloppe spectrale moins riche en raison de la F0 plus élevée et donc de l'espacement plus grand entre les harmoniques (157). Un exemple de triangles vocaliques chez les hommes et chez les femmes est présenté dans la figure 4.

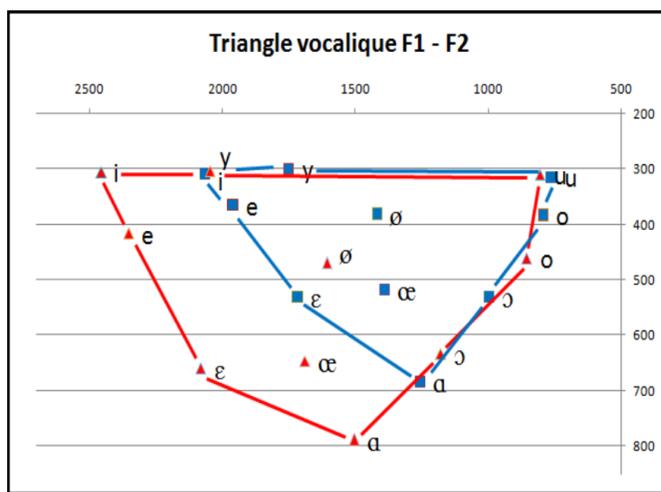


Figure 4 : Triangle vocalique des valeurs fréquentielles de F1 en ordonné et F2 en abscisse. Le triangle bleu (Carrés) représente celui des hommes et le rouge (Triangles), celui des femmes. (D'après Pépiot) (40).

D'après Johnson, la différence entre les formants F1, F2, F3 des voyelles /a/, /i/, /e/, /o/ et /u/ des hommes et des femmes varie en fonction des langues (49) (Cf. Figure 5). Il n'y trouve pas une explication anatomique, c'est-à-dire une corrélation entre la taille des personnes (et donc la taille de leur tractus vocal) et les différences entre les formants, mais conclut à une grande importance des pratiques articulatoires genrées des langues. D'ailleurs, pour percevoir le genre vocal, les auditeurs n'accorderaient pas une importance identique aux formants en fonction de la langue parlée (40). Même si d'après Schwartz & Rine, les auditeurs sont capables de reconnaître le genre

des locuteurs produisant des voyelles chuchotées (donc n'ayant aucun indice acoustique à part ceux du timbre) dans 97 % des cas (158), dans l'étude de Pépiot, la F0 moyenne et la qualité de la voix semblent influencer plus fortement les auditeurs anglophones, alors que la fréquence des formants vocaliques et la plage de variation de F0 ont plus d'influence sur les auditeurs francophones (40).

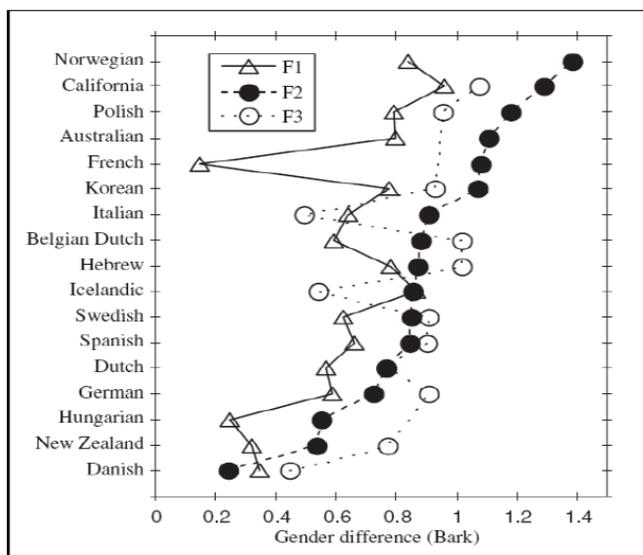


Figure 5 : Différence des formants moyennée entre les voyelles produites par les femmes et les voyelles produites par les hommes en Bark pour 17 langues (Reproduite après permission d'Elsevier, d'après Johnson) (49).

2.3.2.3.3. Tempo

Quand on parle de tempo, deux aspects doivent être considérés. Le premier correspond à la continuité de l'articulation et le second au taux d'articulation (22). La continuité de l'articulation correspond à la présence de pauses remplies ou silencieuses. Le taux d'articulation correspond au nombre de productions vocales (syllabes) par unité de temps en excluant les pauses qu'on pourrait définir comme un arrêt supérieur à 200 ms afin d'éviter de prendre pour des pauses les intervalles silencieux dans les plosives (159). Concernant le tempo, Bellandese démontre que le taux d'articulation est plus rapide chez les hommes (45), et Andrews rapporte que

la durée moyenne de lecture d'un passage est supérieure dans le mode féminin (41). Par contre, d'autres auteurs ne trouvent pas de différence dans le tempo entre les hommes et les femmes (160–162). Weirich explique la perception d'un tempo plus rapide chez les femmes par le fait qu'elles traversent un espace acoustique plus large que les hommes pendant la même période alors que le tempo mesuré est plus rapide chez les hommes (163).

Nous n'allons pas procéder à une description plus détaillée de la relation entre le tempo et le genre vocal car il ne fera pas partie des paramètres étudiés dans notre partie expérimentale.

2.3.2.3.4. Intonations.

D'après Avery et Andrews, les intonations ascendantes sont considérées comme plus féminines (41,116). Fitzsimmons montre aussi que les intonations fortement descendantes sont perçues comme plus masculines que les intonations faiblement descendantes (149). Terango a montré que les contours ascendants sont associés à des voix efféminées chez les hommes (164). De plus, Clopper a démontré, pour l'anglais américain du sud et du midland, que le genre a un effet significatif sur la distribution des accents mélodiques et la combinaison des tons de frontières. Les femmes du midland utilisent plus d'accents de syntagme du type L- et de tons mélodiques du type L*+H (160). Cependant, d'après Kreiman, l'utilisation des contours ascendants serait en train de se propager en général au moins au sud de la Californie. Ainsi, il faut faire la part des choses entre les caractéristiques attribuées au genre et les caractéristiques générationnelles (3). Nous n'allons pas procéder à une description plus détaillée de la relation entre intonations et genre vocal car les intonations ne feront pas partie des paramètres étudiés dans notre partie expérimentale.

2.3.2.3.5. Qualité vocale

Certaines qualités vocales comme la voix soufflée (breathiness), la voix nasale (nasality), la voix rauque (roughness) et la voix craquée (creakiness ou vocal fry) sont reliées au genre (21). Ces qualités vocales ont aussi été liées à certaines caractéristiques acoustiques ou vibratoires comme un gain ou un appauvrissement en harmoniques ou non-harmoniques (subharmoniques) ou des fluctuations en intensité (165). La qualité vocale est plus difficilement mesurable que la hauteur (liée à F0) ou le timbre vocalique (lié à la position des formants), mais elle joue un rôle important dans la distinction d'une voix féminine/masculine. La qualité vocale est influencée par le sexe biologique du locuteur ; elle joue un rôle dans la perception du genre de la voix et cela d'une manière différente en fonction du contexte socio-culturel.

Certaines études ont relié les différentes qualités vocales à des paramètres acoustiques spécifiques sans pour autant s'intéresser à la dimension du genre vocal (Tableau 6), alors que d'autres études ont relié la masculinité/féminité vocale à certains paramètres acoustiques associés à des qualités vocales. Nous évoquerons dans un premier temps les études sur la qualité vocale et les paramètres acoustiques (avec pour certaines une relation avec le sexe du locuteur) et nous détaillerons dans un deuxième temps les études sur la perception du genre et les paramètres acoustiques liés à la qualité vocale.

Qualité vocale	Paramètres acoustiques
Voix soufflée	Jitter, HNR, Tilt spectral
Voix craquée	Tilt spectral
Voix rauque	Intensité, Jitter, Shimmer, HNR, Tilt spectral

Tableau 6 : Paramètres acoustiques liés aux qualités vocales. (D'après Biemans)(21).

L'étude d'Eskenazi a montré que la perception d'une voix enrouée est associée à une amplitude faible et à un jitter élevé ; d'une voix soufflée à un jitter élevé ; d'une voix rauque à un faible aplatissement spectral du signal résiduel et à un faible HNR ; d'une voix craquée à une faible amplitude et à un faible HNR (165). On constate donc que certains paramètres acoustiques sont retrouvés dans des qualités vocales très différentes et qu'ils ne sont pas spécifiques d'une qualité vocale particulière. Awan a démontré que la raucité était corrélée au shimmer et au pic de proéminence cepstrale (166).

Dans les études qui se sont intéressées à la qualité vocale et au sexe de l'individu, Singh a observé que la raucité n'était pas une caractéristique d'une voix normale de femme, mais pouvait être une caractéristique d'une voix normale d'homme (167). La nasalité et l'effort vocal sont associés à une perception de féminité d'après Murry (168). De nombreuses études ont identifié la voix soufflée comme une caractéristique importante permettant aux auditeurs de distinguer les voix de femmes/d'hommes (26,41,150,167,169–171). Dans l'étude de Klatt la voix soufflée a été corrélée à deux paramètres acoustiques, le degré d'aspiration dans la région du 3^{ème} formant lié au tilt spectral et l'amplitude relative du premier harmonique associé au pattern de fermeture des plis vocaux (169). Cependant, on retrouve une grande variabilité dans la présence de la voix soufflée chez les femmes et dans la définition de la voix soufflée en général. Hanson a constaté que la largeur de la bande du premier formant était corrélée à la voix soufflée et cela peut être expliqué par le fait que la largeur du premier formant augmente avec l'absence de fermeture complète des plis vocaux, ce qui est beaucoup plus fréquent chez les femmes (172).

Hanson a démontré que les voix de femmes étaient différentes des voix d'hommes par les caractéristiques acoustiques ci-après : une amplitude du premier harmonique relativement supérieure à l'amplitude du 3^{ème} formant (H1-A3), indiquant un tilt spectral plus accentué ; une différence relativement élevée entre l'amplitude du premier et du deuxième harmonique en dB (H1H2), indiquant un quotient

d'ouverture des plis vocaux plus long et un plus grand degré de bruit sur les fréquences aiguës. Ainsi, l'une des mesures acoustiques les plus fiables pour estimer la qualité de voix s'avère (H1H2) : un chiffre élevé correspond à une voix soufflée, et un chiffre négatif indique lui une voix craquée (173).

Mendoza a travaillé sur le long-term average spectrum (LTAS) des voix de femmes et d'hommes et a observé un tilt spectral plus accentué dans les voix des femmes dû à une plus grande concentration de l'énergie dans les hautes fréquences, cela étant le résultat d'un plus grand bruit d'aspiration aux alentours du 3^{ème} formant (170).

Les études qui se sont penchées sur la qualité vocale et le genre ont montré que le type de phonation influence la perception du genre vocal. Selon le degré d'ouverture des plis vocaux en allant du plus ouvert au plus fermé, on peut passer d'une voix soufflée à une voix modale à une voix craquée. La voix féminine est plus souvent associée à une voix soufflée (pour l'américain (169) ; pour l'anglais (26) ; pour le néerlandais (171,174) et pour l'espagnol (175)). Le degré de « breathiness » peut varier entre les cultures (21) et certaines études de perception ne permettent pas de retrouver les différences de « breathiness » observées dans les études de production (23). La voix craquée qui correspond à une voix très grave avec des irrégularités, une diplophonie et un spectre plat à cause de la présence des hauts harmoniques, est produite par des plis vocaux épais et très compacts (176). Elle est plus souvent liée à la voix masculine et plus acceptée chez les hommes ; cela a été spécifiquement étudié en néerlandais et en anglais (150)(24).

La voix rauque caractérisée par les irrégularités de la vibration glottique et par la présence de bruit entre les harmoniques bas (176), est attendue dans les stéréotypes de voix masculines en anglais et en néerlandais (21,45) et entraîne un jugement positif dans les voix d'hommes mais pas dans les voix de femmes.

Comme nous l'avons vu, la qualité vocale semble influencer le degré de féminité/masculinité, mais son influence sur la catégorisation homme/femme n'a pas été prouvée (40).

Ces publications sur les paramètres acoustiques et le lien avec la qualité vocale nous amènent à poser la question suivante : tous les paramètres acoustiques peuvent-ils être utilisés pour tous les types de voix ou faut-il individualiser les paramètres à étudier en fonction des types de voix de peur d'avoir des informations erronées ?

D'après Titze, les voix peuvent être classées en 3 catégories. Les voix de type I sont presque périodiques et peuvent être analysées en utilisant des paramètres acoustiques classiques. Les voix de type II contiennent beaucoup de subharmoniques ou modulations. Les voix de type III sont apériodiques. Dans les types II et III, l'extraction de la F0 est difficile et donc les paramètres acoustiques classiques ne sont pas précis et ne doivent pas être utilisés (30).

Vu la détérioration de la qualité vocale des personnes qui fument, la probabilité que leur voix appartienne à des types II et III est grande, d'où la nécessité d'interpréter les résultats des paramètres classiques avec précaution et l'utilité de faire une analyse acoustique non classique comme la méthode dynamique non linéaire capable d'analyser tous les types de voix, à partir d'échantillons relativement courts (177–179).

Nous avons vu qu'un nombre non négligeable de paramètres a été lié au genre vocal. Cependant, d'après Titze, certains paramètres ne sont pas adaptés aux voix apériodiques (Voix de type II ou III). De plus la mesure de certains paramètres varie en fonction de l'intensité vocale, le jitter et le shimmer ayant une relation linéaire inverse avec l'intensité (180). Pour ces raisons, dans notre étude, nous avons choisi certains paramètres impliqués dans la reconnaissance du genre dans la voix, mais dont la fiabilité de la mesure n'est pas influencée par le type de voix étudié. Il s'agit de la F0, de la fréquence du premier et du deuxième formant, des mesures du tilt spectral, du niveau d'énergie acoustique, du pic de proéminence cepstrale de la mesure du bruit par rapport aux harmoniques et de la mesure des suharmoniques par rapport aux harmoniques.

Les paramètres acoustiques préalablement mentionnés jouent tous un rôle dans la détermination du genre vocal. Une des questions qui se posent est la suivante : quel est l'impact de chacun d'eux dans cette détermination. Munson, dans son étude sur les paramètres acoustiques associés à la masculinité de la voix, s'est intéressé à cette question. Il a trouvé, pour le groupe des hommes, que la F0 moyenne était responsable de 49.6% de la variance et que le F2 était responsable de 19.6% de la variance du jugement de masculinité. Les hommes ayant une F0 et F2 élevées étaient jugés comme moins masculins que ceux ayant une F0 et F2 basses. Pour le groupe des femmes, 4 paramètres se sont avérés des prédicteurs de féminité : F2 moyenne, F0 moyenne, surface du triangle vocalique, la moyenne du centre de gravité de /s/ avec une contribution respective de 40.6%, 24.1%, 9.8% et 5.1% dans la variance de l'attribution du degré de féminité. Plus la valeur de chacun des paramètres est élevée, plus le degré de féminité est grand (27) . Ainsi, il est important d'évaluer la contribution relative des différents paramètres acoustiques dans le jugement du genre vocal. Néanmoins la question n'est pas aussi simple. Il est possible que l'importance d'un paramètre acoustique dans la perception du genre du locuteur soit relative par rapport au caractère typique ou ambigu des autres paramètres acoustiques, surtout que ces paramètres sont dépendants les uns des autres (40).

Nous avons exposé dans cette partie les paramètres acoustiques qui ont été déjà liés au genre vocal et nous avons introduit l'idée que certains paramètres ne peuvent pas être étudiés sur des voix apériodiques. Dans la prochaine partie, nous allons exposer les particularités du signal sonore transmis lors de la conversation téléphonique, car si celle-ci élimine l'apport de l'information visuelle, elle est aussi responsable de certaines détériorations du signal sonore qui pourraient exacerber les caractéristiques vocales attribuées aux voix masculines.

2.3.2.4. Particularité des conversations téléphoniques

Le signal vocal transmis par le téléphone est loin de correspondre au signal vocal initial, il est filtré d'une façon importante (3). La bande passante du téléphone élimine les informations acoustiques au-dessous de 300 Hz et au-dessus de 3400Hz, ce qui fait que les sons dont le maximum d'énergie est au-dessous de 300 Hz ou au-delà de 3400 Hz peuvent être transmis de façon inadéquate (30). Ainsi, la dynamique du son est réduite à travers le téléphone et on peut retrouver des bruits et des distorsions qui altèrent le signal vocal. Le téléphone entraîne aussi une augmentation du premier formant de l'ordre de 29% par rapport à l'enregistrement direct de la voix (181,182). Cela est dû au fait que le calcul de la largeur de la bande fréquentielle ainsi que de la fréquence centrale d'un formant est basé sur la moyenne des harmoniques voisins. Plus les harmoniques sont proches de la partie inférieure de la bande passante, plus ils vont être atténués et plus le poids des harmoniques à la fréquence éloignée de la limite inférieure de la bande passante va être élevé, ce qui va conduire à surestimer la fréquence centrale du premier formant. Cet « effet téléphone » concerne surtout le premier formant des voyelles hautes et moyennes. Le deuxième formant et les formants supérieurs ne sont pas affectés tant qu'ils sont dans la bande passante du téléphone. Si avec le développement de la technologie, les caractéristiques de filtrage des téléphones s'améliorent, l'utilisation des téléphones portables provoque d'autres problèmes : l'utilisation du téléphone portable dans des environnements bruyants peut entraîner un bruit de fond important qui va masquer la voix d'une part, et pousser le locuteur à augmenter son intensité vocale d'autre part. L'augmentation de l'intensité vocale va augmenter la fréquence fondamentale de l'ordre de 30 Hz vu la relation entre ces deux entités, elle va aussi avoir un effet sur les autres paramètres acoustiques comme le jitter et le shimmer. Nous avons souhaité évoquer l'idée du filtrage du signal sonore lors des conversations téléphoniques pour insister sur le fait que ce moyen de transport de l'information

auditive pourrait avoir des conséquences sur la perception du genre vocal en raison de l'altération de la qualité du signal. Cependant, nous ne nous intéresserons pas à des signaux sonores altérés par la bande passante du téléphone dans un premier temps. Cela pourra être fait dans un deuxième temps pour voir si les résultats de nos études de production et de perception sont plus parlants quand on utilise des signaux altérés par la bande passante du téléphone.

2.3.2.5. Paramètres acoustiques associés au sexe en arabe libanais

Les études citées préalablement sur les différences des paramètres acoustiques en fonction du sexe du locuteur concernent des langues autres que l'arabe et utilisent des méthodologies très variées, notamment pour le choix du corpus et les conditions d'enregistrement. Les différences méthodologiques et culturelles nécessitent une interprétation prudente des résultats et ne permettent pas d'extrapolation sans vérification. Avant de se lancer dans l'étude sur la perception du genre vocal en arabe libanais et dans le but de vérifier l'état des lieux dans cette langue, nous avons conduit une étude transversale sur 67 adultes habitant la région du Grand Beyrouth, dont 29 hommes et 38 femmes, âgés entre 30 et 60 ans. Les critères d'inclusion étaient : une voix normale, un âge entre 30 et 60 ans, une domiciliation dans le Grand Beyrouth depuis plus que 10 ans. Les voix des participants ont été évaluées par une laryngologue qui s'est basée sur le grade de dysphonie G de l'échelle de Hirano (183) et seuls les individus dont la voix était considérée comme normale (G=0) ont pris part à cette étude. Les âges varient entre 30 et 60 ans, étant donné l'influence de l'âge sur la voix (Chapitre 3, Partie 2.3.2.2. : Voix et âge). Nous avons choisi dans un premier temps de limiter la région d'origine de nos locuteurs au Grand Beyrouth afin de limiter les variabilités dans la production vocale dues aux différences régionales. Les critères d'exclusion étaient : une dysphonie ; des antécédents de troubles neurologiques, psychiatriques, endocriniens ou gastro-intestinaux susceptibles

d'altérer la performance vocale voire la compréhension de la tâche à accomplir ; une infection respiratoire haute dans les trois semaines précédant l'enregistrement, pouvant altérer la qualité vocale, et le tabagisme même occasionnel. Après une période d'essai, ils ont produit trois répétitions des voyelles /a/ et /i/ avec une intensité confortable dans une pièce silencieuse, avec une distance bouche-microphone fixe. Les paramètres acoustiques de ces productions ont été étudiés en utilisant le logiciel Praat (184). Il s'agit de la fréquence fondamentale F0 (Hz), et les formants F1 et F2 (Hz). Le test statistique utilisé était le test de Mann-Whitney avec un $p < 0.05$ considéré comme significatif. Les valeurs qui se sont révélées statistiquement différentes entre le groupe des hommes et celui des femmes sont : F0 pour la voyelle /a/ ($F0_f = 201$ Hz ; $F0_m = 129$ Hz ; $p < 0.001$), F0 pour la voyelle /i/ ($F0_f = 206$ Hz ; $F0_m = 136$ Hz ; $p < 0.001$), les fréquences des formants F1 and F2 pour la voyelle /a/ ($F1_f = 737$ Hz ; $F1_m = 634$ Hz ; $p < 0.001$), ($F2_f = 1453$ Hz ; $F2_m = 1164$ Hz ; $p < 0.001$) et les fréquences des formants F1 and F2 pour la voyelle /i/ ($F1_f = 380$ Hz ; $F1_m = 364$ Hz ; $p < 0.001$), ($F2_f = 2360$ Hz ; $F2_m = 2228$ Hz ; $p < 0.001$). Ces valeurs sont proches de celles rapportées dans la littérature pour différentes langues, notamment certaines langues arabes, cependant l'interprétation des valeurs doit rester prudente en raison des variations des conditions d'enregistrement et du matériel phonétique utilisé (Ce travail a fait l'objet d'un article présenté au 12th Annual Middle East Update in Otolaryngology Conference and Exhibition à Dubaï en avril 2015 et soumis au Journal Language Resources and Evaluation en septembre 2015).

Il nous a semblé important d'effectuer cette étude préliminaire sur le libanais pour lequel on n'a pas trouvé d'étude qui concerne les paramètres acoustiques de la voix incluant un grand échantillon d'adultes non tabagiques. Cette étude nous a servi d'étape préliminaire avant l'étude principale qui fait l'objet de cette thèse.

Toutes les données sur la production vocale et le genre vont nous permettre de répondre à la question suivante de la thèse : quels sont les paramètres acoustiques qui distinguent les voix des patientes avec œdème de Reinke par rapport aux voix

d'hommes et de femmes sans pathologie vocale ? En faisant un lien entre les données de production et les données de perception, nous pourrions répondre à la question suivante : y a-t-il une corrélation entre les paramètres acoustiques des voix des femmes avec œdème de Reinke et le genre de leur voix perçu par un jury naïf ?

Jusqu'à présent, nous avons évoqué le genre vocal dans ses différents aspects sans poser la question de l'inadéquation entre le genre vocal et le genre social. Cette question fera l'objet de la dernière partie de la section théorique.

2.4 Chapitre 4 : Inadéquation du genre social et du genre vocal

Tout individu construit sa personnalité et régule son comportement par une interaction permanente entre la perception de soi et l'environnement social dans lequel il baigne. C'est ainsi qu'il occupe une place dans un groupe social déterminé. Or la voix est un des reflets de la personnalité de l'individu. Elle permet de conforter son image sociale à travers des caractéristiques concordantes avec l'image qu'il souhaite véhiculer et elle lui permet d'afficher son appartenance à un groupe social particulier (27). Par exemple, les femmes japonaises en position d'autorité remplacent leur voix naturelle par une « voix sociale » calquée sur le modèle masculin par souci de conformité aux normes sociales (3,21,185).

L'inadéquation de l'image de soi telle que véhiculée par la voix, par rapport à l'image perçue par l'entourage, peut provoquer un mal-être chez l'individu. C'est le cas par exemple des adolescents qui présentent un trouble de la mue et qui ont une voix féminine dans un corps de jeune homme. On peut noter aussi la plainte des hommes âgés qui perdent de la masculinité de leur voix et qui se plaignent d'être perçus comme des femmes. Il en est de même de la voix des personnes transgenres (Masculin-Féminin=MtF) qui trouvent des difficultés à se faire passer pour des femmes. Nous voyons dans ces différents exemples qu'il s'agit pour les deux

premiers de la volonté d'afficher une appartenance sociale masculine alors que la voix est féminine ; dans le dernier cas, il s'agit de la volonté d'afficher une appartenance sociale féminine alors que la voix est masculine. Cependant dans les trois situations, les populations cibles sont des hommes. Dans le cas des patientes avec œdème de Reinke, il s'agit de femmes qui présentent des voix masculines et des personnalités féminines, ce qui rapproche leur plainte vocale de la catégorie des personnes transgenres (MtF). Dans les parties suivantes, nous allons détailler le cas des personnes transgenres, puis nous allons nous attarder sur les moyens d'évaluation des plaintes vocales de ces personnes.

2.4.1 Cas des personnes transgenres

Les personnes transgenres (MtF) consultent très souvent en raison de l'inadéquation entre leurs caractéristiques vocales et leur genre, ce qui entraîne un rejet social (33). Leur non-conformité vocale au genre social suscite des réactions négatives de la part de la société (34). Cela provoque un sentiment d'inadaptation sociale et peut avoir un impact psychosocial significatif sur les personnes transgenres, notamment une restriction de leur participation à des activités sociales. Ce vécu social a des conséquences sur l'auto-évaluation de la voix (186).

2.4.2. Auto-évaluation du genre vocal non conforme au genre social

Malgré l'importance de l'évaluation perceptive et acoustique de la voix, il est important d'avoir des outils d'auto-évaluation de la voix par le patient lui-même afin de pouvoir quantifier les plaintes vocales du patient dans son contexte de vie. Ce type de questionnaire existe dans la littérature. On citera, à titre d'exemples, le Voice Handicap Index (VHI) (187), le Voice related quality of life scale (V-RQOL) (188), le Voice activity and participation profile (189) et le Voice symptom scale (190). Ces questionnaires ont pour but de mesurer l'altération de la qualité de vie associée à

l'altération de la qualité vocale ; cependant ils ne sont pas spécifiques de l'inadéquation du genre vocal et du genre social.

Attardons-nous un peu sur le VHI qui est le plus souvent utilisé en pratique clinique. Le VHI est employé par de nombreux auteurs sous sa forme longue ou courte pour l'évaluation de la sévérité du handicap vocal. Dans sa forme longue (VHI-30), les scores inférieurs à 30 sont associés à un handicap léger, les scores entre 31 et 60 à un handicap modéré et les scores entre 61 et 120 à un handicap sévère (187). Le groupe contrôle, sans pathologie vocale, a un score moyen de 8.75 (+/- 14.97) (191). Dans sa forme courte (VHI-10), le groupe contrôle a un score de 3.38 (+/-5.65) d'après Rosen (191). Ce score est de 2.49 (+/-3.38) d'après Forti dans le cadre de la validation de la forme italienne du VHI-10 (192).

Par correspondance, pour le VHI-30, un score inférieur à 10, un score entre 10.1 et 20.0, et un score entre 20.1 et 40 sont respectivement associés à un handicap léger, modéré et sévère.

T'Sjoen a démontré que le VHI ne décelait pas les plaintes de personnes transgenres (193). Le seul questionnaire qui a été spécifiquement construit dans cette optique est le Transgender Self-evaluation questionnaire duquel s'est inspiré plus tardivement le Transexual Voice Questionnaire for Male to-female transsexuals. Ce dernier est composé de 30 items inspirés du VHI mais adaptés aux plaintes des personnes transgenres. Il comprend notamment des affirmations concernant : la gêne ressentie devant sa perception comme un homme, la fréquence fondamentale qui est trop basse, la voix qui ne reflète pas la personnalité profonde, la voix qui ne permet pas à la personne d'être identifiée comme une femme, le rire qui ressemble à celui d'un homme, le fait d'éviter de parler au téléphone à cause de la voix... Ce questionnaire a été validé auprès de 35 personnes. Il représente le questionnaire le plus adapté aujourd'hui afin d'évaluer le trouble du genre dans la voix (34).

Les éléments de comparaison concernant le TVQ^{MtF} ne sont pas nombreux. Les réponses aux questions du TVQ^{MtF} (que nous avons choisi d'utiliser dans notre

questionnaire) de personnes transgenres gênées par la discordance entre leur genre vocal et le genre qu'elle souhaite avoir, recueillies dans l'article de Dacakis, sont regroupées dans le tableau 7 ci-dessous .

Affirmation	Moyenne	Médiane	Mode
<i>Je suis anxieuse à l'idée d'utiliser ma voix</i>	2.17	2	2 (37%)
<i>La fréquence de ma voix est trop basse</i>	2.98	3	4(42,9%)
<i>Ma voix m'empêche de vivre ma vie de femme</i>	2.09	1	2(34,3%)
<i>J'évite d'utiliser le téléphone à cause de ma voix</i>	1.63	1	1(54,3%)
<i>Ma voix fait que je suis difficilement identifiée en tant que femme</i>	2.51	2	2(34,3%)
<i>Mes difficultés vocales entraînent des restrictions sur ma vie sociale</i>	2.00	2	1(45,7%)
<i>Ma voix ne correspond pas à mon apparence</i>	2.71	3	4(37,1%)
<i>Ma voix entraîne des restrictions sur le type de travail que je fais</i>	1.79	1.66	1(48,6%)
<i>Je sens que ma voix ne reflète pas ma véritable personnalité</i>	2.87	3	4(48,6%)
<i>Je suis gênée d'être perçue comme un homme à cause de ma voix</i>	3.09	4	4(60%)

Tableau 7 : Moyenne, Mediane et Mode des affirmations du TVQ^{MtF} que nous avons utilisées dans notre questionnaire

Les données sur l'inadéquation du genre vocal et du genre social vont permettre de répondre à la question suivante de la thèse : quelles sont les répercussions sociales de l'altération du genre vocal chez les patientes avec œdème de Reinke ?

La combinaison de toutes les données préalablement mentionnées nous permettront de vérifier si les femmes avec œdème de Reinke constituent bien un groupe intéressant pour l'étude des paramètres acoustiques associés au trouble du genre vocal.

Ayant détaillé, dans la partie consacrée au cadre théorique, les idées et principes qui ont contribué à l'élaboration de la partie expérimentale, nous allons rappeler les

questions de recherche avant de nous attaquer aux expérimentations effectuées au cours de ce travail et à leur interprétation.

Les questions de recherche sont les suivantes :

-Les femmes avec œdème de Reinke s'auto-évaluent-elles comme ayant une voix plus masculine par rapport aux femmes à la voix normale ?

-Les femmes avec œdème de Reinke sont-elles perçues comme ayant une voix plus masculine que les femmes à la voix normale et ceci par un jury naïf ?

-Quelle est la relation entre l'auto-évaluation de la voix et l'auto-évaluation de la personnalité chez les femmes avec œdème de Reinke ?

-Quels sont les paramètres acoustiques qui distinguent les voix des patientes avec œdème de Reinke ?

-Y a-t-il une corrélation entre les paramètres acoustiques des voix des femmes avec œdème de Reinke et la masculinité de leur voix perçue par un jury naïf ?

-Quelles sont les répercussions sociales de l'altération du genre vocal chez les patientes avec œdème de Reinke ?

-Les femmes avec œdème de Reinke constituent-elles un groupe permettant d'étudier les paramètres acoustiques associés au trouble du genre vocal ?

3. Cadre Expérimental

Cette partie expérimentale est divisée en cinq chapitres. Le premier (Chapitre 5) présente le corpus enregistré ainsi que les locuteurs/locutrices et leurs caractéristiques. Le deuxième (Chapitre 6) correspond à l'étude de l'auto-évaluation. Le troisième (Chapitre 7) présente l'étude de perception. Le quatrième (Chapitre 8) expose l'étude de production. Finalement, le cinquième (Chapitre 9) permet de faire un croisement entre les études afin de présenter les principaux résultats de la thèse.

3.1. Chapitre 5 : Corpus et locuteurs

Dans le but de réaliser l'étude expérimentale, il est nécessaire d'enregistrer un corpus sonore. Pour ce faire, de nombreuses décisions doivent être prises quant aux choix des locuteurs et des locutrices ainsi que l'élaboration du corpus et des circonstances d'enregistrement. Dans ce chapitre, nous allons présenter les locuteurs et les locutrices, puis justifier le choix du corpus et enfin présenter les conditions de recueil du corpus.

3.1.1. Caractéristiques démographiques des locuteurs et des locutrices

Afin de pouvoir étudier les paramètres acoustiques et les stéréotypes du genre vocal en arabe libanais, et en raison de la plainte des femmes présentant un œdème de Reinke quant à la masculinité de leur voix, nous avons choisi de conduire une étude transversale observationnelle et d'y inclure trois groupes de locutrices/locuteurs. Le premier groupe correspond aux femmes avec œdème de Reinke qui ont consulté pour leur trouble vocal et qui, pendant l'interrogatoire, ont évoqué un trouble du genre vocal d'une façon plus ou moins explicite (FR_T). Les deuxième et troisième groupes sont des groupes témoins. Le deuxième groupe correspond à des femmes ne présentant pas de plainte vocale et constitue un groupe normatif (FN_T). Le troisième

groupe correspond à des hommes ne présentant pas de plainte vocale (HN_T) et permet d'évaluer les ressemblances des voix des FR avec des voix d'hommes.

Le protocole de l'étude a reçu l'approbation du comité d'éthique de l'USJ-HDF : CEHDF390 (Annexe 1).

Les FN_T et HN_T ont été recrutés via un message électronique adressé aux enseignants et personnel administratif de l'Université Saint-Joseph et à travers une médiation personnelle par les investigateurs. Les FR_T ont été recrutées lors de la consultation en cabinet d'ORL à l'hôpital universitaire : Hôtel-Dieu de France.

Comme mentionné préalablement (Chapitre 1, Partie 2.1.3 : Particularités de l'arabe libanais), l'arabe libanais présente plusieurs variantes régionales. Afin d'assurer une homogénéité maximale de l'échantillon de l'étude, nous avons choisi de nous restreindre au libanais standard. De plus, en raison de l'influence de l'âge sur les paramètres vocaux (Chapitre 3, Partie 2.3.2.2 : Voix et âge), nous avons choisi de restreindre l'âge des participants/participantes à la tranche de 30 à 60 ans. Afin de limiter l'impact connu de certains paramètres sur la qualité vocale, de nombreux critères d'exclusion ont été appliqués lors de la sélection des locuteurs et des locutrices des groupes FN_T et HN_T. Il s'agit de la présence de dysphonie ; des antécédents de troubles neurologiques, psychiatriques, endocriniens ou gastro-intestinaux susceptibles d'altérer la performance vocale, voire la compréhension de la tâche à accomplir ; une infection respiratoire haute dans les 3 semaines précédant l'enregistrement, pouvant altérer la qualité vocale, et le tabagisme même occasionnel. Le lien familial entre les participants a été considéré comme un critère d'exclusion en raison de la ressemblance des voix au sein de la même famille (30). Finalement, nous avons exclu les chanteurs et les chanteuses en raison de leur étendue vocale plus large que celles des personnes qui ne chantent pas. Une fois ces critères d'exclusion appliqués, les voix des participants/participantes des groupes FN_T et HN_T ont été évaluées pour leur normalité sur un échantillon de parole

spontanée ; les voix présentant un grade de dysphonie G0 selon l'échelle de Hirano ont été retenues (183).

Pour le groupe des FR_T, les mêmes critères d'exclusion ont été appliqués, sauf la présence de dysphonie et le tabagisme. La pathologie a été certifiée par un examen endoscopique des cordes vocales en utilisant un vidéoendoscope (Storz, Allemagne). Tous les participants/participantantes ont signé un consentement éclairé (en arabe ou en français selon leur préférence) avant la participation à l'étude. Ce document explique que l'étude est consacrée aux paramètres acoustiques du libanais (Annexe 2). On n'a pas évoqué la dimension du genre dans le consentement afin de ne pas fausser les données recueillies. A la fin de la manipulation, les participants/participantantes étaient informés/es de l'objectif réel de l'étude et pouvaient se retirer s'ils/si elles le souhaitaient. Tous les participants/ participantantes ont aussi rempli une fiche permettant de recueillir les informations démographiques (Annexe 3).

Le nombre de personnes à la voix normale est de 38 et de 29 dans le groupe des FN_T et des HN_T respectivement. Le nombre de patientes incluses dans le groupe FR_T est de 11. La répartition des âges des participants est illustrée dans la figure 6 :

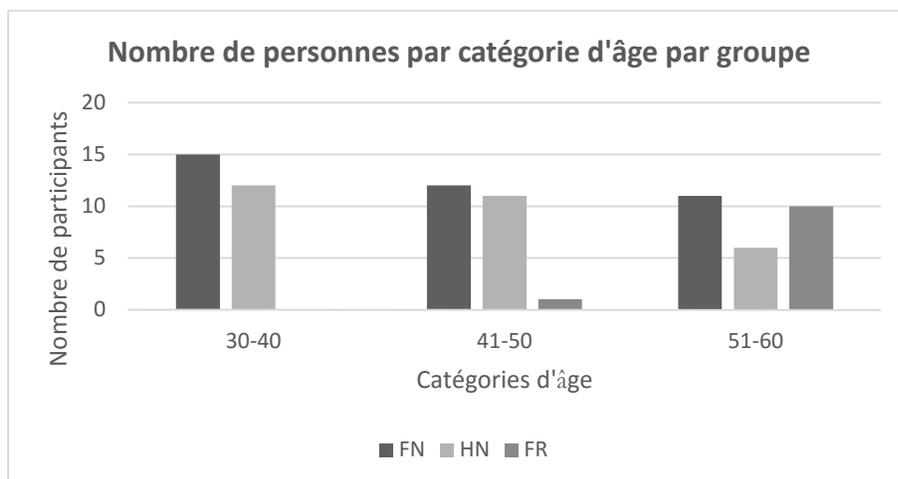


Figure 6 : Répartition des participants en fonction de l'âge

En raison de l'influence de l'âge ainsi que de celle de la ménopause sur la voix (Chapitre 3, Partie 2.3.2.2. Voix et âge) et parce que, dans notre échantillon, les femmes avec œdème de Reinke ont un âge compris entre 40 et 60 ans et que dans ce groupe nous n'avons pas de femmes dont l'âge est compris entre 30 et 40 ans, nous avons choisi de limiter nos groupes à des groupes restreints de FN, HN et FR dont l'âge varie entre 40 et 60 ans. Dix participants (tes) ont été inclus (ses) dans chaque groupe restreint de FN, HN et FR pour un total de 30 personnes. Les groupes de FN, HN, FR dont les locuteurs/locutrices ont un âge compris entre 40 et 60 ans seront désormais désignés par FN, HN, FR. Ces groupes vont constituer nos principaux échantillons. A noter qu'une des patientes du groupe FR a été exclue à cause de la mauvaise qualité de l'enregistrement vocal.

Les détails des caractéristiques démographiques de chaque participant/e aux groupes restreints sont répertoriés dans l'annexe 4. On retrouve un âge moyen de 51.4 (ET=2.99), 47.2 (ET=3.85) et 54.7 (ET=3.77) ans pour les groupes FN, HN et FR respectivement. La répartition des âges dans ces groupes restreints est illustrée dans la figure 7. Le test Anova permet de conclure qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les 3 groupes concernant la variable de l'âge ($p=0.822$).

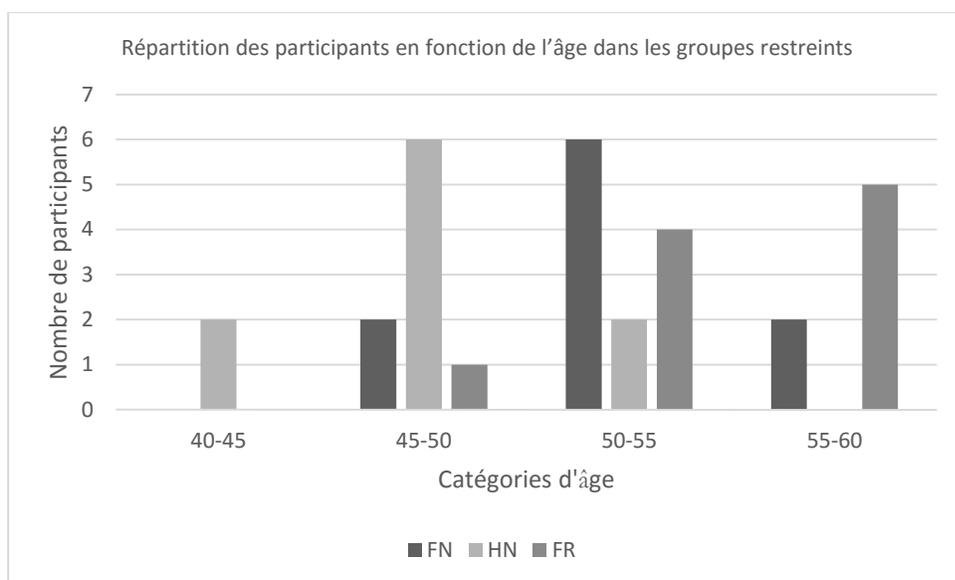


Figure 7 : Répartition des participants en fonction de l'âge dans les groupes restreints

Le poids moyen des participants/participant(e)s est de 60.1 (ET=11.6), 82.8 (ET=15.7) et 67.6 (ET=15.5) kg pour les groupes FN, HN, FR respectivement. Le test Anova permet de conclure qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les 3 groupes concernant la variable du poids ($p=0.25$).

La taille moyenne des participants/participant(e)s est de 157.7 (ET=5.0), 174.8 (ET=3.66) et 161.4 (ET=8.95) cm pour les groupes FN, HN, FR respectivement. Le test Anova permet de conclure qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les 3 groupes concernant la variable de la taille ($p=0.91$).

Le poids et la taille moyens des 3 groupes restreints sont regroupés dans le tableau 8 suivant :

Groupe	FN	HN	FR
Poids moyen (kg)	60.1	82.8	67.6
Taille moyenne (cm)	157.7	174.8	161.4

Tableau 8 : Moyenne du poids et de la taille des 3 groupes restreints

Nous avons choisi de mentionner ces informations en raison de l'influence de la taille du tractus vocal -en relation avec la taille des personnes- sur certains paramètres acoustiques, notamment les formants (Cf. Chapitre 3. Partie : 2.3.2.3.2. Formants). Le niveau d'éducation des participants / participantes peut être évalué de différentes manières comme le niveau scolaire/universitaire ou le type de profession... Nous avons interrogé les participants (tes) sur leur profession et les avons regroupés en quatre groupes : Profession médicale/paramédicale, Profession administrative, Enseignement, Sans emploi. La répartition des professions dans les 3 groupes restreints est représentée dans la figure 8. En regroupant les participants en fonction de la présence ou non d'un emploi, on constate que 50% des FR ne travaillent pas, alors que sur les 10 FN, une seule ne travaille pas et tous les hommes de notre échantillon ont un emploi.

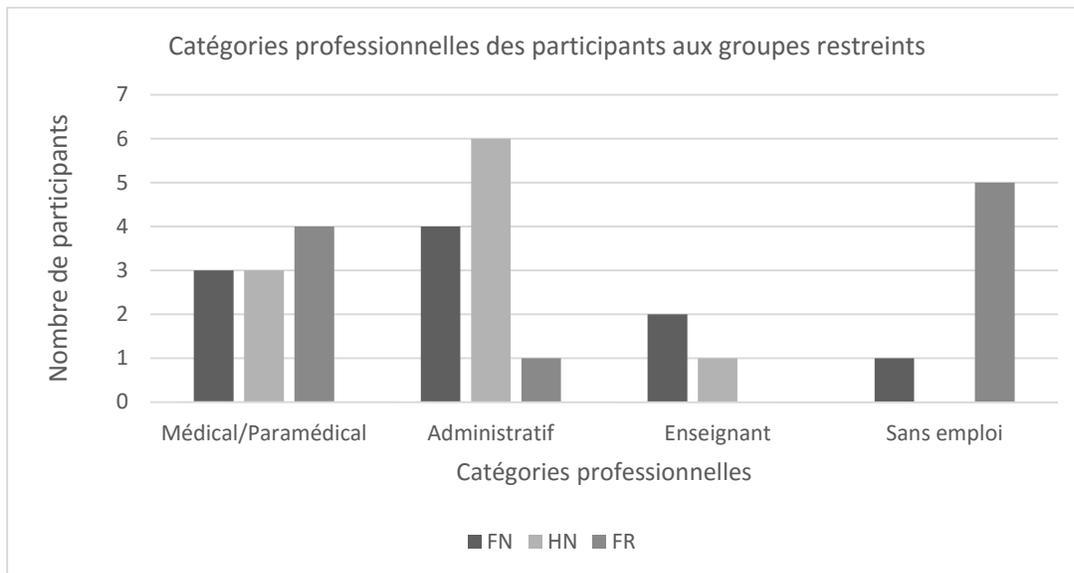


Figure 8 : Répartition des participants en fonction des catégories professionnelles dans les groupes restreints.

Nous avons répertorié le nombre de langues parlées par chaque membre de notre échantillon. La répartition des participants (tes) dans les groupes restreints en fonction du nombre de langues parlées est illustrée dans la figure 9. Il faut noter que la majorité des participants (tes) dans le groupe des FN et HN est trilingue (même si les détails concernant l'acquisition et la maîtrise de chacune des langues -arabe,

français, anglais- n'ont pas été relevés) ; par contre, presque la moitié des FR parle uniquement l'arabe libanais.

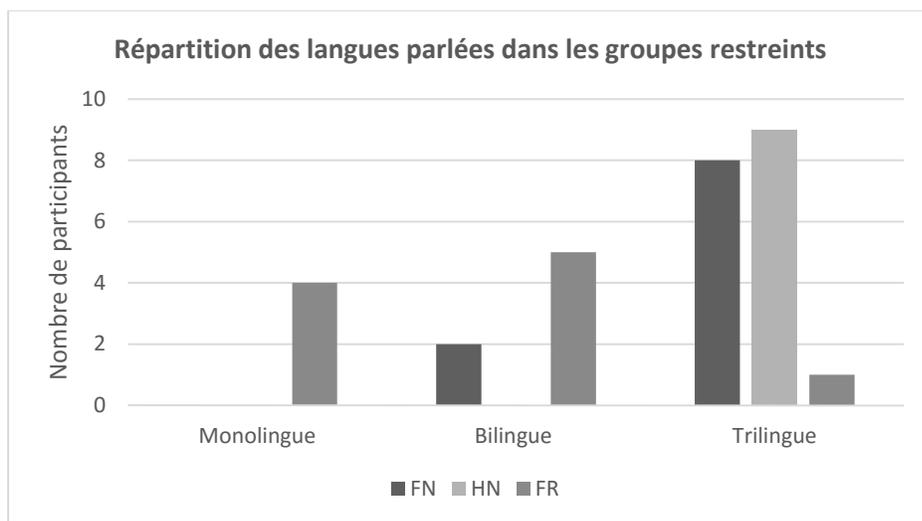


Figure 9 : La répartition des participants (tes) en fonction du nombre de langues parlées dans les groupes restreints

3.1.2. Corpus enregistré

En raison de l'absence d'un corpus de grande taille pour l'étude de l'arabe libanais, nous avons choisi d'enregistrer un corpus exhaustif afin de le mettre à la disposition des chercheurs qui souhaitent travailler sur cette langue dans la base de données Ortolang (Projet en cours) et de pouvoir l'utiliser dans notre étude. Nous avons enregistré trois catégories de stimuli : des voyelles tenues, des mots et des phrases. Concernant les voyelles tenues, malgré la richesse du système vocalique du libanais (Chapitre 1, Partie 2.1.4 : Voyelles du libanais), nous avons préféré nous limiter aux trois voyelles cardinales longues /a:/, /i:/ et /u:/ afin d'éviter le problème de réalisation hétérogène des voyelles.

Pour les mots et les phrases, nous avons été confrontés au problème de l'oralité du libanais et nous ne souhaitons pas soumettre les participants et les participantes à une tâche de lecture seulement. De plus, nous n'avons pas souhaité enregistrer les phrases et les faire écouter aux locuteurs et locutrices afin qu'ils/elles les reproduisent par peur du phénomène de l'imitation qui pourrait fausser les données.

Nous avons essayé de contourner ces problèmes en proposant pour les mots une tâche de dénomination d'images. Les images ainsi que leurs transcriptions phonétiques sont présentées dans l'annexe 5. Il s'agit de mots à deux ou trois syllabes fréquemment rencontrés dans la vie quotidienne et contenant les voyelles /a/, /i/ et /u/ dans leur forme courte ou longue /a:/, /i:/ et /u:/. Pour les phrases, nous en avons choisi deux types. La première catégorie correspond à six phrases composées chacune de trois mots faciles et contenant un maximum de consonnes voisées. La deuxième catégorie correspond à six proverbes libanais. Nous avons opté pour les proverbes en raison de leur connaissance par les locuteurs et en pensant que les proverbes, une fois reconnus -donc à la deuxième présentation-, seraient dits d'une façon plus spontanée que les phrases lues. Nous étions conscients que les proverbes ont une intonation propre mais nous avons fait ce choix en raison de la facilité et de la reproductibilité de l'enregistrement des proverbes par rapport à un corpus spontané. De plus, afin de ne pas choisir des proverbes qui soient plutôt utilisés par des hommes et d'autres plus fréquemment utilisés par des femmes, nous avons dressé une liste de dix-neuf proverbes le plus souvent entendus dans la vie quotidienne et nous les avons soumis à un total de quarante-cinq personnes (17 hommes et 28 femmes) avec les questions suivantes :

Question 1 : « Vous avez le plus souvent entendu ce proverbe de la part d'un homme ou une femme ? »

Question 2 : « Quel est votre degré de certitude de 1 à 10 ? » Avec (1) = Je ne suis pas du tout sûr de ma réponse et (10) = Je suis certain de ma réponse.

Nous avons ainsi classé les proverbes en trois catégories : (1) Le plus souvent utilisé par les hommes, (2) Le plus souvent utilisé par les femmes, (3) Utilisé indifféremment par les hommes et les femmes, et nous avons choisi dans chaque catégorie, les deux proverbes les plus représentatifs. Les phrases et les proverbes choisis, ainsi que leurs transcriptions phonétiques, figurent dans l'annexe 6.

Chaque catégorie du corpus (Voyelles/Mots/Phrases-Proverbes) a été présentée séparément. On a commencé systématiquement par les voyelles, puis les mots, puis les phrases/proverbes. Les voyelles ont été répétées trois fois. Les mots ainsi que les phrases/proverbes ont été répétés deux fois. Dans chaque catégorie, l'ordre de parution des stimuli et des répétitions était randomisé grâce au logiciel E-Prime (194).

3.1.3. Conditions d'enregistrement

La tâche a été expliquée aux locuteurs/locutrices avant l'enregistrement ; l'explication a été lue par eux/elles sur l'écran puis clarifiée oralement. Après une période d'essai, où les trois catégories de stimuli ont été présentées par des productions non reprises dans l'expérimentation proprement dite, les participants/participantes ont reproduit le corpus d'enregistrement vocal présenté sur écran d'ordinateur par le logiciel E- Prime (194). Il leur a été demandé de prononcer de façon confortable et soutenue - pendant deux secondes - les voyelles /a:/, /i:/, /u:/. Puis, après une pause, ils devaient nommer une seule fois les images qui apparaissaient sur l'écran pendant une durée de trois secondes chacune. Finalement, après une deuxième pause, ils devaient lire les phrases et les proverbes qui apparaissaient sur l'écran pendant une durée de trois secondes pour chaque occurrence. Les conditions d'enregistrement étaient toujours les mêmes : une salle calme avec une limitation maximale du bruit environnant (le niveau du bruit n'a pas été enregistré). Le sujet était assis, les bras le long du corps, et l'enregistrement a été fait à l'aide du micro-casque : AKGC520 headset microphone (AKG Acoustics, Austria), placé à la même distance de la bouche du patient en utilisant un H2 Handy Recorder (Zoom Corporation, China) avec une fréquence d'échantillonnage de 44.1 kHz. La durée totale de la manipulation par sujet était autour de six minutes. Le passage entre chaque catégorie de stimuli était décidé par le locuteur. Le passage

entre les stimuli dans la même catégorie était automatique avec un délai entre les stimuli d'une seconde.

3.1.4. Réduction du corpus enregistré

Nous avons choisi de ne pas inclure dans les différentes parties de notre étude le matériel recueilli dans la période d'essai en raison de la présence de moments d'hésitations et de questionnements dans cette partie. Nous avons aussi exclu (de toutes les manipulations : production et perception) les enregistrements de mauvaise qualité : bruit surajouté, hésitations dans les productions...

En regroupant le corpus recueilli à travers les trois groupes restreints de participants et des participantes, sans la période d'essai, la durée totale d'enregistrement du corpus est autour de cent quatre-vingts minutes.

Chacune des productions a été isolée en utilisant le logiciel Praat (184) et en conservant dans sa nomination un indice pour l'enquêtrice qui était présente pendant l'enregistrement, le groupe du locuteur, le locuteur ainsi que son âge, le type de production et l'ordre de répétition. Par exemple, *Nayla_FR10_56_Arabe_a1* représente la première production de la voyelle /a/ par la 10^{ème} locutrice du groupe de femmes avec œdème de Reinke qui a été enregistrée par Nayla et qui a 56 ans. Les productions ont donc été répertoriées de façon anonyme.

3.2. Chapitre 6 : Etude d'auto-évaluation

3.2.1. Introduction

En raison de l'importance de la plainte des FR d'être souvent prises pour des hommes au téléphone ainsi que de l'existence d'interactions entre le jugement des autres et le jugement de soi (Chapitre 4, Partie 2.4.2. : Auto-évaluation du genre vocal non conforme au genre social), nous avons souhaité investiguer l'auto-évaluation de la voix et de la personnalité des femmes avec œdème de Reinke et les comparer avec

celles des femmes et des hommes à la voix normale, afin de vérifier si la plainte rapportée anecdotiquement dans la littérature médicale est scientifiquement prouvée, et afin d'avoir une information provenant des locuteurs et des locutrices eux/elles-mêmes quant à leur identité genrée du point de vue global et vocal.

3.2.2. Hypothèses

Les hypothèses soulevées sont les suivantes :

- L'auto-évaluation du genre de la voix des FN est conforme à l'auto-évaluation de leur personnalité.
- L'auto-évaluation du genre de la voix des HN est conforme à l'auto-évaluation de leur personnalité.
- L'auto-évaluation du genre de la voix des FR n'est pas conforme à l'auto-évaluation de leur personnalité.
- La plainte des FR n'est pas objectivée en utilisant des questionnaires classiques sur le handicap vocal, elle nécessite donc l'utilisation de questionnaires adaptés.

3.2.3. Matériel et Méthode

Pour vérifier nos hypothèses, et par là même la plainte des patientes avec œdème de Reinke, nous avons choisi deux méthodes d'évaluation. La première permet une évaluation homogène et rapide. La deuxième assure une évaluation plus explicite. Ces deux évaluations ont été faites séparément avec un intervalle de deux à trois mois.

3.2.3.1 Auto-évaluation de la voix et de la personnalité par une échelle visuelle analogique

Dans un premier temps, à la suite du corpus de production, nous avons présenté à chacun/chacune des locuteurs/locutrices une échelle visuelle analogique où il/elle devait situer lui-même/elle-même sa propre voix sur un continuum de 1 à 9 avec

(1) = Voix très masculine et (9) = Voix très féminine (Figure 10). Ainsi le/la locuteur/trice devait répondre à la consigne suivante présentée en arabe libanais : « Evaluez votre voix sur une échelle allant de 1 à 9 avec 1 = Voix très masculine et 9 = Voix très féminine » en choisissant un nombre entier entre 1 et 9.

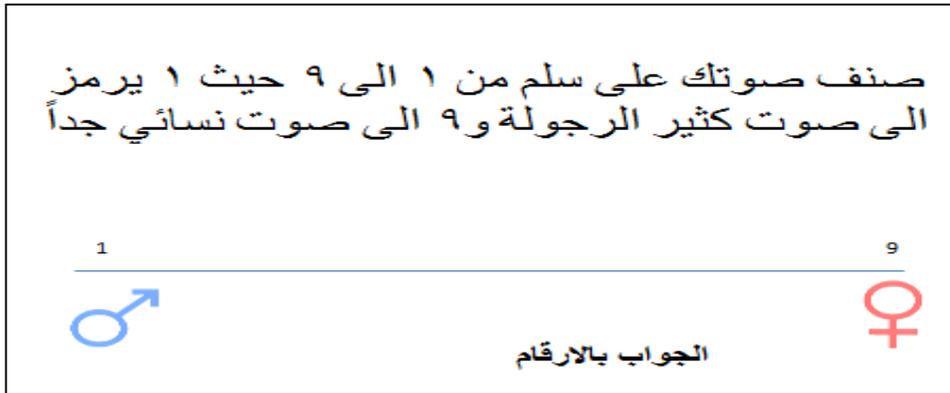


Figure 10 : Echelle visuelle analogique pour l'auto-évaluation de la voix

Afin d'évaluer la relation entre l'auto-évaluation de la voix et de la personnalité, nous avons proposé une deuxième échelle où il/elle devait situer lui-même/elle-même sa propre personnalité sur un continuum de 1 à 9 en répondant à la consigne suivante présentée en arabe libanais : « Evaluez votre personnalité sur une échelle allant de 1 à 9 avec 1 = Personnalité très masculine et 9 = Personnalité très féminine » (Figure 11).

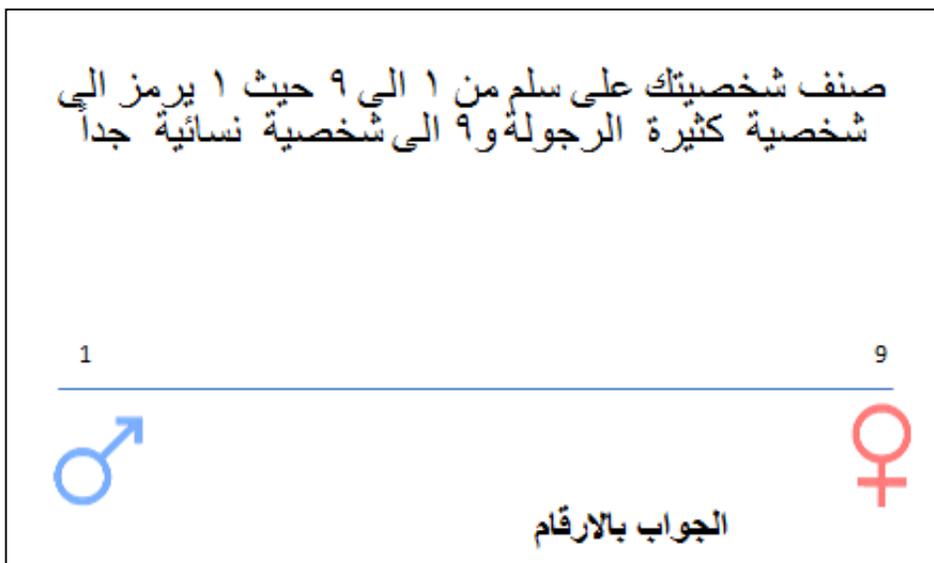


Figure 11 : Echelle visuelle analogique pour l'auto-évaluation de la personnalité

Les échelles ont été présentées sur un écran d'ordinateur, précédée chacune par une consigne explicative écrite, en arabe libanais. Les locuteurs ont été assistés par l'expérimentatrice qui a recueilli leurs réponses orales aux questions qui ont suivi le choix et qui leur demandaient d'expliquer les raisons de leur choix, notamment celui du genre de la voix.

3.2.3.2. Auto-évaluation de la voix par un questionnaire

En raison de la nature très succincte de l'évaluation par l'échelle analogique et surtout de la difficulté que les participants/participant(e)s ont eu à expliquer leur choix dans l'évaluation de leur voix et de leur personnalité, nous avons introduit ultérieurement un questionnaire d'évaluation de la voix. Il est à noter qu'à ce stade, les participants/participant(e)s étaient au courant de l'objectif réel de l'étude. Comme nous l'avons déjà mentionné précédemment (Chapitre 4, Partie 2.4.2. : Auto-évaluation du genre vocal non conforme au genre social), les questionnaires d'évaluation de la voix sont nombreux, mais rares sont ceux qui sont axés sur le genre vocal. Pour cette raison, nous avons choisi de présenter aux participant(e)s, deux à trois mois après leur participation à la première partie, un questionnaire traduit en arabe libanais mêlant les items du VHI-10 (191), certains items du questionnaire Transsexual Voice Questionnaire for Male to-female transsexuals (TVQ^{MtF}) (34), et quelques nouvelles questions. Le but de ce questionnaire, intitulé « QGenreReinke », est d'une part d'explicitier la plainte des FR et de l'autre de vérifier si cette plainte peut être objectivée par le VHI ou si elle nécessite l'utilisation d'un questionnaire plus spécifique. Le questionnaire peut être consulté dans l'annexe 7. En raison de l'objectif qui est de faire ressortir les impressions en relation avec une perception de voix masculine chez les femmes, cette partie de l'étude n'a été réalisée que dans les deux groupes restreints de femmes : **FN et FR**.

Le questionnaire, en arabe libanais, commence par trois questions ouvertes :

- (1) Accepteriez-vous de participer à un groupe de discussion concernant la voix, avec des femmes qui ont les mêmes plaintes que vous (ou qui ont des plaintes vocales)?
- (2) Quelles étaient vos attentes quand vous êtes venue consulter pour votre voix (si vous l'avez déjà fait) ?
- (3) Souhaiteriez-vous nous faire part d'une expérience dans laquelle votre voix a eu un rôle valorisant/dévalorisant ?

Ces questions visent à évaluer la faculté des personnes à parler de leur voix et leur disposition à en discuter avec d'autres personnes. Les questions ouvertes sont suivies de dix déclarations sur le genre vocal issues du TVQ^{MtF} (34). Il s'agit des déclarations suivantes :

Je suis anxieuse à l'idée d'utiliser ma voix

La fréquence de ma voix est trop basse

Ma voix m'empêche de vivre ma vie de femme

J'évite d'utiliser le téléphone à cause de ma voix

Ma voix fait que je suis difficilement identifiée en tant que femme

Mes difficultés vocales entraînent des restrictions sur ma vie sociale

Ma voix ne correspond pas à mon apparence

Ma voix entraîne des restrictions sur le type de travail que je fais

Je sens que ma voix ne reflète pas ma véritable personnalité

Je suis gênée d'être perçue comme un homme à cause de ma voix

Elles ont été retenues car elles ne sont pas très spécifiques des personnes transgenres et elles reflètent certaines plaintes que les FR ont formulées en tentant de justifier l'évaluation de leur voix par l'échelle visuelle analogique.

Ces déclarations sont suivies par deux déclarations ajoutées (non issues de questionnaires préexistants) dont le but est d'évaluer l'impact positif ou négatif de l'ambiguïté du genre vocal. Il s'agit des déclarations ci-dessous :

J'aime qu'on me prenne pour un homme quand on entend ma voix

La qualité de ma voix me valorise

Le questionnaire se termine par les dix déclarations du VHI-10 (191) dont le but est d'évaluer l'impact de toute pathologie vocale sur la qualité de vie indépendamment de son origine. Ces dix questions sont les suivantes :

J'ai des difficultés à me faire entendre à cause de ma voix

On a des difficultés à me comprendre dans une atmosphère bruyante

Ma voix entraine des restrictions sur ma vie personnelle et sociale

Je me sens écarté des conversations à cause de ma voix

Ma voix limite mes rentrées d'argent

Je sens que je dois forcer pour parler

Je ne peux pas prévoir la clarté de ma voix

La qualité de ma voix me dérange

Je me sens handicapé à cause de ma voix

Les gens me demandent si j'ai un problème avec ma voix

Selon son vécu, chaque personne répond aux déclarations par un chiffre allant de 0 à 4 avec les correspondances suivantes : 0=jamais 1=presque jamais, 2=parfois, 3=souvent, 4=toujours. Afin d'homogénéiser les possibilités de réponse, nous avons retenu les options utilisées dans le VHI (de 0 à 4) et scindé l'option 0 du TVQ^{MtF} en 0 pour jamais et 1 pour presque jamais. A la fin du questionnaire, nous avons procédé au regroupement des options 0 et 1 du TVQ^{MtF} afin de ne pas modifier les scores du TVQ^{MtF} et de comparer nos scores à ceux de la littérature.

3.2.3.3. Méthodes statistiques

3.2.3.3.1. Méthodes statistiques pour l'auto-évaluation de la voix et de la personnalité par l'échelle visuelle analogique

Le logiciel *Statistical Package Software for Social Science* (SPSS for Windows, Version 18.0, Chicago, IL, USA) (195) a été adopté afin d'effectuer l'analyse

statistique des données de l'auto-évaluation de la voix et de la personnalité par l'échelle visuelle analogique.

Les tests statistiques de Kruskal-Wallis suivis par les tests de Mann-Whitney ont été utilisés afin de comparer la perception de la voix entre les trois groupes et la perception de la personnalité entre les trois groupes. Le test de Kruskal-Wallis est un test statistique non paramétrique qui consiste à comparer une variable dépendante numérique (score) en fonction d'une variable indépendante qualitative à plusieurs catégories (trois groupes). C'est un test global qui met en évidence une différence significative entre les groupes. Toutefois, ce test ne spécifie pas où se trouve cette différence si elle existe ; d'où la réalisation de comparaisons des groupes deux à deux pour repérer où se trouve la différence ; pour cette raison, le test de Kruskal-Wallis est suivi par le test de Mann-Whitney. Le test de Mann-Whitney est, lui aussi, un test statistique non paramétrique qui consiste à comparer une variable numérique (score) en fonction d'une variable qualitative à deux catégories (deux groupes).

Le test de Wilcoxon a été utilisé afin de comparer la perception de la voix et la perception de la personnalité chez les trois groupes FN, HN, FR. Le test statistique de Wilcoxon est un test statistique non paramétrique qui consiste à comparer deux variables numériques (score d'auto-perception de la voix et score d'auto-perception de la personnalité) au sein d'un même échantillon.

A noter que dans notre étude statistique, les tests non paramétriques ont été utilisés car nos variables numériques ne suivent pas la loi normale. On a vérifié par l'intermédiaire du test de Kolmogorov-Smirnov que les scores d'auto-évaluation de la voix et les scores d'auto-évaluation de la personnalité ne suivent pas la loi normale. Pour étudier la concordance entre les scores d'auto-évaluation de la voix et les scores d'auto-évaluation de la personnalité au niveau de chacun des trois groupes, le coefficient de corrélation a été calculé. Le coefficient de corrélation varie entre -1 et +1. Quand ce coefficient tend vers zéro, on conclut à une absence de concordance entre les scores. Quand ce coefficient tend vers +1, on dit que la concordance est

parfaite entre les scores qui varient dans le même sens. Quand ce coefficient tend vers -1, on conclut que les scores sont liés mais dans le sens inverse.

Le seuil significatif retenu correspond à une valeur de $p \leq 0.05$.

3.2.3.3.2. Méthodes statistiques pour l'auto-évaluation de la voix à travers le questionnaire

En utilisant toujours le logiciel SPSS (195), et vu la taille réduite des échantillons et la distribution non normale des variables, l'étude analytique s'est basée sur le test non paramétrique de Mann-Whitney pour la comparaison des réponses entre les deux groupes aux différentes questions de façon individuelle, dans le but de savoir quelle partie de notre questionnaire et même quelles déclarations particulières correspondent le plus à la plainte vocale des FR. Les coefficients, avec intervalle de confiance à 95% et valeur (p), sont rapportés pour chaque variable étudiée. Une valeur de p inférieure à 0,05 est considérée comme significative.

3.2.4. Résultats

3.2.4.1. Auto-évaluation de la voix et de la personnalité par l'échelle visuelle analogique

La moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum du score de l'auto-évaluation de la voix selon les groupes sont présentés dans le tableau 9 :

Auto-évaluation de la voix	Moyenne	Ecart-type	Min.	Max.
FR	3.6	1.9	1	7
HN	2.5	1.3	1	5
FN	6.9	1.8	4	9

Tableau 9 : Auto-évaluation de la voix

La moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum du score de l'auto-évaluation de la personnalité selon les groupes sont présentés dans le tableau 10 :

Auto-évaluation de la personnalité	Moyenne	Ecart-type	Min.	Max.
FR	6.6	1.8	4.5	9
HN	2.7	1.6	1	6
FN	7.4	1.7	5	10

Tableau 10 : Auto-évaluation de la personnalité

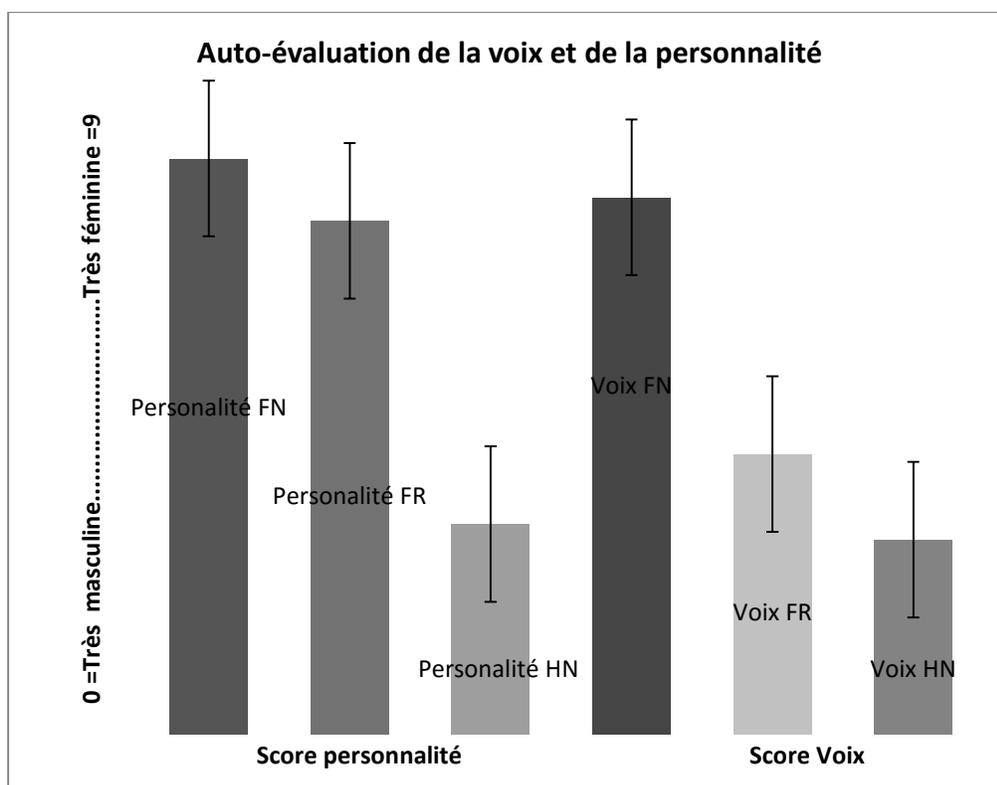


Figure 12 : Auto-évaluation de la voix et de la personnalité dans chacun des groupes FN, HN, FR

La figure 12 représente des histogrammes avec la moyenne et les écarts-types des scores de l'auto-évaluation de la voix et de la personnalité pour chaque groupe.

Les tests de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney ont montré que le score de l'auto-évaluation de la voix était significativement différent entre les 3 groupes (Kruskal-

Wallis, $p < 0.0001$). Les comparaisons entre les groupes ont montré que les FN qualifient leurs voix comme plus féminines par rapport aux HN (Mann-Whitney, $p < 0.0001$), que les FN qualifient leurs voix comme plus féminines par rapport aux FR (Mann-Whitney, $p = 0.003$) et qu'il n'y a pas de différence significative entre la masculinité des voix des FR par rapport à celles des HN (Mann-Whitney, $p = 0.1$). Les FR qualifient donc leurs voix comme masculines.

Les tests de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney ont montré que le score de l'auto-évaluation de la personnalité était significativement différent entre les 3 groupes (Kruskal-Wallis, $p < 0.0001$). Les comparaisons entre les groupes ont montré que les FN qualifient leurs personnalités comme plus féminines par rapport aux HN (Mann-Whitney, $p < 0.0001$), qu'il n'y a pas de différence entre la féminité des personnalités des FR et FN (Mann-Whitney, $p = 0.28$) et que les FR qualifient leurs personnalités comme plus féminines par rapport aux HN (Mann-Whitney, $p < 0.0001$). Les FR qualifient donc leurs personnalités comme féminines.

Concernant la présence d'une divergence dans l'évaluation du genre de la personnalité par rapport à celui de la voix, cette divergence n'est observée que chez les FR (Wilcoxon, $p = 0.025$) alors que chez les FN (Wilcoxon, $p = 0.46$) et chez les HN (Wilcoxon, $p = 0.31$), il y a une concordance entre le genre de la voix et celui de la personnalité.

Selon le test de Spearman's rho, la corrélation entre le genre de la voix et celui de la personnalité est significative et fortement positive pour le groupe HN ($r = 0.9$, $p = 0.0001$). On n'a pas pu démontrer un résultat significatif dans les deux groupes de FN ($p = 0.69$) et FR ($p = 0.49$), cependant le coefficient de corrélation semble positif chez les FN ($r = 0.14$) et négatif chez les FR ($r = -0.23$)

3.2.4.2. Auto-évaluation de la voix par le questionnaire

Nous rappelons que cette étude ne concerne que les groupes restreints de FN et FR. Le groupe des FN a un score moyen de VHI-10 de 2.7, alors que les FR ont un score moyen de 14.8. Selon les intervalles fixés par Rosen (191), le score moyen dans notre échantillon de FN révèle qu'elles ne présentent pas de handicap vocal, par contre celui des FR révèle qu'elles présentent un handicap modéré.

Les détails des réponses de chaque participante au VHI-10 se trouvent dans les annexes 8 (FN) et 9 (FR). Les moyennes des scores pour chacun des groupes ainsi que les valeurs minimales et maximales figurent dans le tableau 11 ci-dessous :

Scores moyens du VHI-10 par groupe	VHI-10 Total	VHI-10 Min.	VHI-10 Max.
FR	14.8	2	33
FN	2.7	0	7

Tableau 11 : Score du VHI-10 des groupes FN et FR

Concernant l'évaluation de chacune des déclarations par chacune de nos participantes, une différence significative existe entre les réponses des deux groupes pour les six déclarations suivantes :

Je suis gênée d'être perçue comme un homme à cause de ma voix

Ma voix fait que je suis difficilement identifiée en tant que femme

La fréquence de ma voix est trop basse

Je ne peux pas prévoir la clarté de ma voix

Mon problème de voix me dérange

Les gens me demandent si j'ai un problème avec ma voix

Ainsi les FR sont stigmatisées à cause de leur voix puisqu'on leur demande plus fréquemment si elles ont un problème avec leur voix ($p=0.01$), elles sont significativement moins souvent perçues en tant que femmes ($p=0.01$), leur

perception par les autres en tant qu'hommes les dérange de façon significative ($p=0.03$), elles considèrent leur voix comme grave ($p=0.01$), la qualité de leur voix les dérange ($p= 0.005$), elles doutent de la clarté de leur voix ($p=0.007$).

Les résultats de la comparaison des moyennes des deux groupes pour chacune des déclarations avec la valeur de p sont rapportés dans l'annexe 10.

3.2.5. Discussion

Dans cette partie, nous souhaitons vérifier si la plainte anecdotique rapportée par les FR dans la littérature est bien retrouvée dans notre échantillon et nous entendons vérifier comment nos groupes de locuteurs et de locutrices se perçoivent. Nous avons procédé pour cela, d'abord, à une évaluation séparée du genre de la voix et de celui de la personnalité, puis à une comparaison de l'opinion des FR par rapport à celles des deux groupes témoins : les FN et les HN, et enfin nous avons voulu cerner les raisons de cette plainte.

Nous avons pu démontrer ceci : alors que les HN et les FN ont une évaluation de leur genre vocal concordante avec celle du genre de leur personnalité, les FR rapportent une discordance dans ces domaines puisqu'elles évaluent leur voix comme masculine et leur personnalité comme féminine. Cela permet de confirmer les plaintes anecdotiques d'un côté, et de l'autre, cela permet de rapprocher le cas des FR de celui des personnes transgenres qui se plaignent de la non-conformité de leur voix avec l'image sociale qu'elles souhaitent véhiculer (33,34,186).

Dans l'étude de corrélation, nous avons pu démontrer une corrélation significative et positive chez les HN entre l'auto-évaluation du genre de la voix et de la personnalité, mais cette corrélation n'a pas atteint le degré de significativité chez les groupes de FN et FR. Cela peut être dû au faible nombre dans nos échantillons. Il pourrait aussi être dû à l'absence de liens directs entre les deux jugements ou à la présence de

nombreux facteurs pouvant interférer avec le genre de la personnalité en plus du genre de la voix, ces facteurs seraient plus nuancés chez les femmes.

D'après les questionnaires sur le handicap vocal, il est clair que la qualité vocale des FR entraîne un handicap moyen, vu le score moyen de 14,8. Ce score est légèrement inférieur à celui enregistré par Rosen (191) pour le groupe de personnes avec œdème de Reinke où le score moyen du VHI-10 est de 18,3 avec un écart-type de 10,97 ; une médiane de 19 ; une valeur minimale de 2 et maximale de 26. Il faut garder en mémoire que, d'après Wiskirska-Woźnica, les fumeurs se plaignent moins souvent de leur voix que les non-fumeurs. Cette constatation pourrait être expliquée par le changement étalé dans le temps de la voix des fumeurs, ce qui leur donne le temps de s'y habituer, ou bien par le fait que le VHI ne soit pas un outil efficace pour déceler les plaintes de ces patients (196). Dans notre cas, les patientes pourraient être influencées par les objectifs de notre projet de recherche, étant donné qu'à ce stade, elles en connaissent la vraie thématique.

D'après les questions précises qui différencient les FR par rapport aux FN, on retrouve la stigmatisation des FR à cause de leur voix puisqu'on leur demande plus fréquemment si elles ont un problème avec leur voix. Ainsi la voix des FR attire l'attention de leur entourage. La question à se poser dans ce cas doit concerner la raison de cette stigmatisation : est-ce parce que c'est une voix qui n'est pas normale ou est-ce la modification spécifique de cette voix qui intrigue l'entourage ? Les FR considèrent leur voix comme grave, doutent de sa clarté et sont dérangées par leur qualité vocale. En comparant les scores des FR à ceux des personnes transgenres (34), on constate des moyennes de 2 pour les FR pour les questions sur la voix trop basse (Q2), la voix qui permet une identification difficile en tant que femme (Q5) et la gêne d'être perçu comme un homme à cause de sa voix (Q10) alors que les moyennes sont de 2.9, 2.5 et 3.0 respectivement pour les personnes transgenres. Ceci pourrait être en faveur d'une moindre gêne chez les FR ou d'un vécu différent de l'ambiguïté du genre vocal chez les FR par rapport aux personnes transgenres.

Les indices sur le caractère grave et peu claire de la voix vont être utilisés dans la manipulation sur la production vocale afin de vérifier si les paramètres de production qui différencient les FR des groupes contrôles vont dans ce même sens. Enfin, les FR sont gênées par le fait qu'elles sont moins souvent perçues par les autres en tant que femmes. Cette plainte va être vérifiée dans l'étude de perception par un jury naïf.

3.2.6. Conclusion

Dans cette partie, nous avons pu démontrer que la plainte rapportée dans la littérature par les FR était vérifiée dans notre groupe et cela à travers une étude d'auto-évaluation de la voix et de la personnalité sur une échelle visuelle analogique, ainsi qu'à travers l'utilisation de questions précises permettant d'objectiver les raisons de cette plainte. Nous avons pu confirmer nos hypothèses, à savoir :

- que l'auto-évaluation du genre de la voix des FN comme celui des HN est bien conforme à l'auto-évaluation de leur personnalité ;
- que l'auto-évaluation du genre de la voix des FR est contraire à l'auto-évaluation de leur personnalité ;
- la plainte des FR n'est pas objectivée en utilisant le VHI seul, elle nécessite l'utilisation de questions plus adaptées.

3.3. Chapitre 7 : Etude de perception

3.3.1. Introduction

Comme nous l'avons déjà mentionné (Chapitre 3, Partie 2.3.1.4 : Les différents types de perception du genre vocal), la perception vocale joue un rôle primordial dans les interactions entre les individus. Dans ce chapitre, nous allons présenter les hypothèses que nous souhaitons tester puis la méthode utilisée dans cette manipulation en insistant sur le corpus utilisé, le jury d'écoute et ses caractéristiques ;

nous présenterons de même le déroulement de la manipulation de perception et les méthodes statistiques utilisées, puis nous livrerons les résultats avant d'aborder la discussion et de conclure le chapitre.

3.3.2. Hypothèses

Les hypothèses qu'on projette de vérifier dans cette partie sont les suivantes :

- Les FR sont plus souvent jugées comme sûrement masculines que les FN.
- Les FR sont jugées comme sûrement masculines aussi souvent que les HN.
- Le taux de jugement incorrect est plus important pour les voyelles>mots>phrases.

Ces hypothèses concernent les membres du jury naïf qui effectuent leur jugement sur les voix uniquement. Ils n'ont pas d'autres indices sur l'identité genrée des locuteurs/locutrices.

3.3.3. Matériel et méthode

3.3.3.1. Corpus pour la manipulation de perception

Le corpus présenté au jury d'écoute, à travers le logiciel E-prime (194), est composé des productions issues des locuteurs/locutrices des groupes restreints : voyelles, mots, phrases et proverbes.

Nous avons choisi de présenter tous les stimuli de bonne qualité avec en moyenne deux répétitions par stimulus. Le corpus présenté aux différents participants figure dans l'annexe 11 pour les voyelles et les mots, et dans l'annexe 12 pour les phrases. 263 voyelles, 353 mots et 353 phrases/proverbes ont été soumis à chaque membre du jury. L'ordre de présentation est randomisé dans chaque catégorie de stimuli.

3.3.3.2. Caractéristiques du jury d'écoute

Le choix du jury d'écoute peut se faire entre un jury averti et un jury naïf selon les besoins de l'expérimentation. Il est préférable d'avoir un jury homogène, c'est-à-dire composé de membres naïfs seulement ou de membres avertis (experts) seulement.

Selon Crevier-Buchman (4), un jury averti réalise une bonne évaluation de la performance vocale et des tâches d'identification des sons de la parole, alors que le jury naïf a une meilleure concordance et un meilleur accord pour l'évaluation de l'impact social de l'esthétisme de la voix. Comme notre but est de vérifier la perception du genre de la voix dans des interactions sociales du quotidien, nous avons opté pour un jury naïf.

Les jurys d'écoute sont composés d'hommes et de femmes. Dans la **manipulation de perception 1**, nous avons choisi de présenter les voyelles et les mots à un même jury avec un intervalle de 5 min. entre l'étape des voyelles et celle des mots. Dans la **manipulation de perception 2**, nous avons présenté les phrases à un deuxième jury. Ce choix a permis d'éviter le phénomène d'adaptation et de reconnaissance des voix qui fausserait les résultats.

Les membres du jury ont été recrutés sur la base du volontariat parmi les étudiants de la faculté de Médecine de l'Université Saint-Joseph à Beyrouth (Liban). Ils ont rempli un formulaire permettant de recueillir les données démographiques les concernant (Annexe 13). Tous sont des locuteurs natifs de l'arabe libanais, mais utilisent le français comme langue principale dans le cadre académique. Aucun n'a rapporté un trouble auditif, neurologique ou articulaire. Les caractéristiques démographiques des membres des jurys d'écoute figurent dans l'annexe 14. En résumé, le jury de la manipulation de perception 1 est composé de 25 personnes (11 femmes et 14 hommes) avec un âge moyen de 23 ans (ET= 1.2). Le jury de la manipulation de perception 2 est composé de 24 personnes (13 femmes et 11 hommes) avec un âge moyen de 24 ans (ET= 1.3). Aucun membre du jury n'était familier avec les locuteurs à évaluer.

3.3.3.3. Echelles utilisées

Pour chaque production, chaque membre du jury doit appuyer sur l'un des boutons d'un boîtier comportant 5 boutons qui représentent les variations du genre vocal en

couleurs dégradées. La consigne présentée en français est la suivante : « Conformément à ce qui vous a été indiqué, il s'agira lors de cette expérience d'évaluer le genre de la voix que vous entendez avec 5 options potentielles. Le bouton situé à l'extrême gauche indique une voix sûrement masculine ; le bouton situé à l'extrême droite indique une voix sûrement féminine. Appuyez sur la barre espace pour commencer ». Les membres du jury étaient encouragés à utiliser l'échelle dans sa totalité, malgré la présence d'annotation aux extrémités seulement. Les raisons du choix de cette échelle sont exposées dans le Chapitre 3, Partie 2.3.1.4 : Les différents types de perception du genre vocal. Un exemple de la boîte à boutons est présenté dans la figure 13.

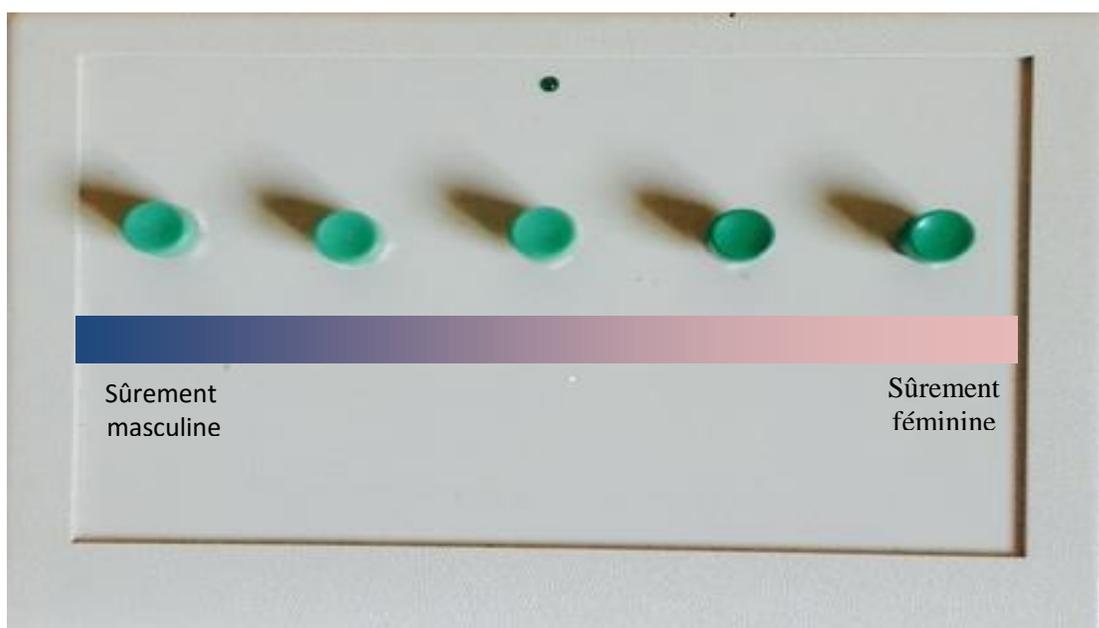


Figure 13 : Boîte à boutons. (1^{ère} configuration possible)

3.3.3.4. Déroulement de la manipulation de perception

La manipulation de perception se déroule de façon standardisée. Dans une salle calme, les stimuli sont présentés par le logiciel E-prime (194) de façon randomisée aux différents membres du jury à travers un casque (Skullcandy Hesh, USA) relié à

un ordinateur portable (Sony Vaio, Chine). Une petite étape d'essai permet de familiariser les participants avec la tâche demandée. Les stimuli utilisés dans cet essai ne sont pas repris dans la manipulation définitive afin d'éviter l'effet d'adaptation. On a inversé la direction de l'échelle pour la moitié du jury dans le but de compenser la possibilité d'un choix préférentiel des droitiers à droite et des gauchers à gauche quelle que soit la catégorie mise aux extrémités. Ainsi, certains membres du jury ont effectué leur choix sur la boîte à boutons représentée dans la figure 14.

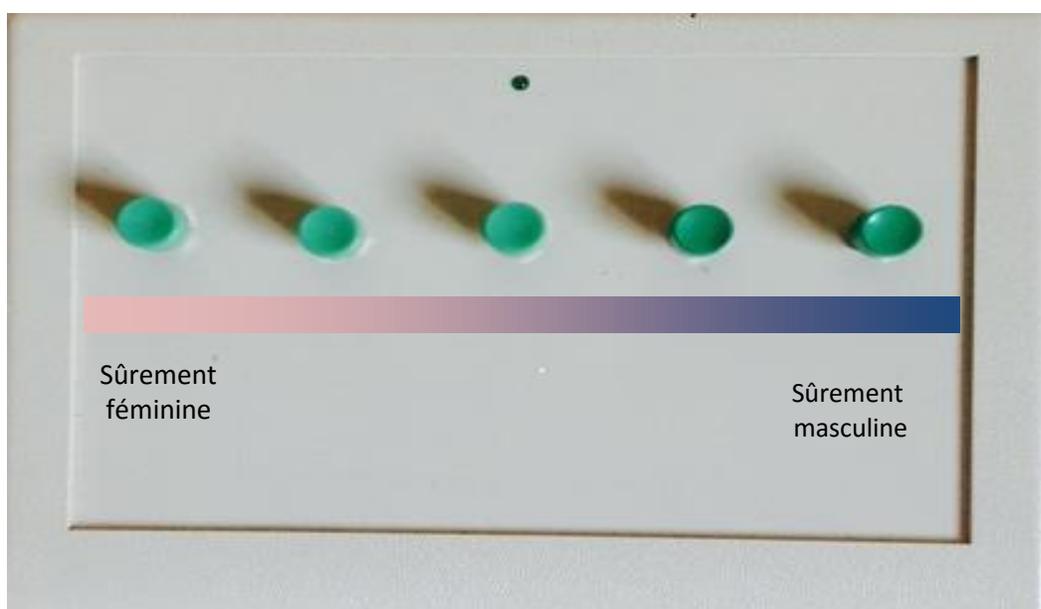


Figure 14: Boîte à boutons (2^{ème} configuration possible)

Le passage d'un stimulus à l'autre se fait automatiquement quand on a répondu au stimulus précédent. Le passage entre la catégorie des voyelles et la catégorie des mots, quand toutes les voyelles ont été présentées, se fait en appuyant sur la touche « Espace » après une durée qui est choisie par le membre du jury. Du point de vue pratique, on a vérifié l'impossibilité de retour en arrière pour réécouter un stimulus et changer éventuellement la réponse donnée le but étant de se baser sur la première

impression de l'auditeur. Les données sont recueillies dans un fichier Edat exportable en fichier Excel.

3.3.3.5. Méthodes statistiques utilisées

Nous procédons à deux types d'analyses statistiques. Dans un premier temps, nous présentons les données de façon descriptive afin d'avoir des informations sur les pourcentages de reconnaissance exacte des trois groupes. Dans un deuxième temps nous recherchons les paramètres statistiquement différents entre les 3 groupes en prenant en compte les interactions entre les variables et les répétitions et en utilisant des modèles de régression logistique.

3.3.3.5.1. Manipulation de perception 1

Nous avons d'abord réalisé une étude qualitative des réponses des membres du jury d'écoute en fonction du groupe de stimuli (voyelles isolées/ mots) et du sexe du membre du jury (hommes/femmes). Avant d'effectuer cette étude, et pour éviter les fausses interprétations, nous avons ajusté les réponses de façon à ce que 1 corresponde à une voix sûrement féminine et 5 corresponde à une voix sûrement masculine pour tous les membres du jury. Nous avons constaté une distribution bimodale des réponses quel que soit le sexe de l'auditeur ou le type de stimulus. Nous avons aussi constaté une absence de prédominance des réponses à droite pour les droitiers et à gauche pour les gauchers et inversement. A noter que les gauchers étaient minoritaires dans la manipulation.

Dans la figure 15 ci-dessous, les réponses les plus souvent retrouvées sont sûrement masculin ou sûrement féminin. On retrouve très peu de réponses avec les catégories intermédiaires.

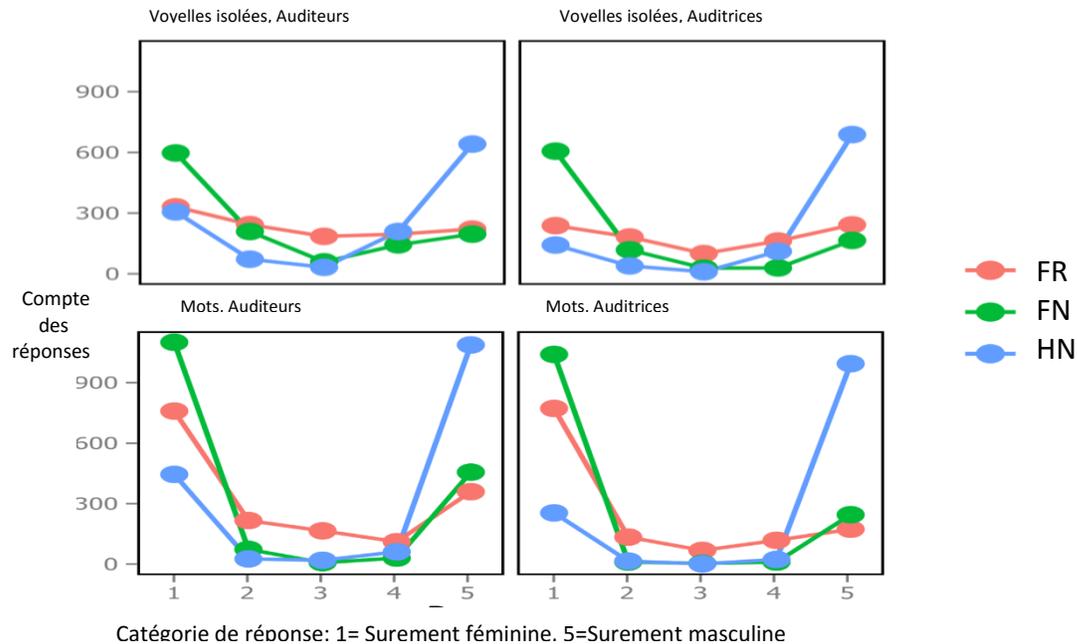


Figure 15 : Répartition des réponses en fonction du groupe de locuteurs, du type de stimulus (voyelles/mots) et du sexe de l'auditeur. Sur l'axe des abscisses, 1= Sûrement féminine et 5= Sûrement masculine

En raison de cette distribution bimodale, nous avons soumis à l'analyse statistique les réponses extrêmes (1 et 5) des auditeurs en construisant un modèle de régression logistique. La régression logistique permet d'étudier l'influence de plusieurs facteurs sur la probabilité de survenue d'un évènement par rapport à un autre. Ici, la variable qui nous intéresse correspond à la probabilité d'avoir un classement sûrement masculin par rapport à celle d'avoir un classement sûrement féminin; les facteurs fixes sont: les groupes restreints de locuteurs (FN, HN et FR avec les FR comme niveau de référence) ; le sexe de l'auditeur (avec les hommes comme niveau de référence) et la classe du stimulus (voyelles isolées et mots avec les voyelles isolées comme niveau de référence), ainsi que les possibles interactions double et triple entre

ces facteurs. Le choix des effets des facteurs aléatoires a inclus un intercepte aléatoire par locuteur, un intercepte aléatoire par auditeur et un intercepte aléatoire par stimulus. Le modèle initial contenait un terme aléatoire par classe de locuteur spécifique à l'identité de l'auditeur (dans le but de prendre en considération les effets de la catégorie de locuteurs spécifiques à chaque auditeur), mais comme ce modèle n'a pas convergé, ce terme a été éliminé. En raison de l'effet de codage, les effets de la classe des locuteurs et de la classe du stimulus sont rapportés en fonction de l'évaluation par les auditeurs hommes, alors que les effets du sexe de l'auditeur sont rapportés en fonction du stimulus produit par le groupe des FR. Nous avons appliqué à ce modèle, ainsi qu'aux autres modèles présentés dans cette thèse, une technique de réduction de la complexité standard consistant à exclure une interaction dont le résultat est non significatif et dont l'élimination n'entraîne pas une augmentation significative de l'erreur du modèle (comme estimé par un test de chi-carré).

3.3.3.5.2. Manipulation de perception 2

De la même façon, pour les phrases, la variable dépendante correspond à la probabilité d'avoir un classement sûrement masculin par rapport à celle d'avoir un classement sûrement féminin. Nous avons là aussi construit un modèle de régression logistique. La variable qui nous intéresse correspond à la réponse des auditeurs et des auditrices (la probabilité d'avoir un classement sûrement masculin par rapport à celle d'avoir un classement sûrement féminin); les facteurs fixes sont : les groupes restreints de locuteurs (FN, HN et FR avec les FR comme niveau de référence) ; le sexe de l'auditeur (avec les femmes comme niveau de référence). Le choix des facteurs aléatoires a inclus un intercepte par locuteur, un intercepte par auditeur et un intercepte par phrase. Nous avons aussi inclus une pente aléatoire spécifique du locuteur par stimulus. Le modèle initial contenait une pente aléatoire par stimulus

spécifique à l'identité de l'auditeur, mais comme ce modèle n'a pas convergé, cet intercepte a été éliminé.

3.3.4. Résultats

3.3.4.1. Manipulation de perception 1

3.3.4.1.1. Présentation descriptive des données de perception de la manipulation 1

Dans le but d'évaluer globalement les réponses des auditeurs et des auditrices quant au classement des groupes de locuteurs, nous avons choisi d'étudier les pourcentages de classement attribués par eux en fonction des groupes restreints des locuteurs et locutrices : FN, HN et FR. Nous avons choisi de présenter le classement en 3 catégories : Exacte, Inexacte et Indécise en fonction du groupe de locuteurs/locutrices et de la production (voyelles/mots). Pour les HN, « Exacte » correspond à un choix de sûrement masculin ou plutôt masculin, « Indécise » correspond au choix du bouton central et « Inexacte » correspond au choix de sûrement féminin ou plutôt féminin. Pour les FN et les FR, « Exacte » correspond à un choix de sûrement féminin ou plutôt féminin, « Indécise » correspond au choix du bouton central et « Inexacte » correspond au choix de sûrement masculin ou plutôt masculin. En choisissant cette classification, on se rapproche des choix que les interlocuteurs ont à faire dans les situations quotidiennes où le genre est, dans la majorité des cas, considéré comme binaire (20) et on essaye de faire la part des choses entre l'indécision du locuteur qui pourrait le conduire à faire un classement en « masculin » et la véritable confusion de genre (Cf. Chapitre 3, Partie 2.3.1.3. Adjectifs discriminants dans la qualification du genre vocal).

Les résultats sont présentés dans le tableau 12 ci-dessous. Les scores pour la reconnaissance exacte du genre du locuteur varient entre 88% et 98% s’agissant des voyelles pour les groupes de FN et HN avec un score maximal pour la reconnaissance du genre à partir de la voyelle /a:/ suivi de la voyelle /i:/ suivi de la voyelle /u/. Pour les FR, les scores de reconnaissance exacte du genre varient entre 55% pour la voyelle /i/, 53% pour la voyelle /a/ et 34% pour la voyelle /u/. Ce qui veut dire que lorsque les locuteurs évaluent les voyelles produites par les FR, ils font une classification erronée du genre une fois sur deux quand on considère les 3 voyelles confondues. Il faut noter que le pourcentage d’indécision varie entre 1% et 6% pour les HN et les FN, il varie entre 11% et 16% pour les FR. Le pourcentage de réponses inexactes varie entre 2% et 6% pour les FN et les HN, il est entre 32% et 50% pour les FR.

Voyelle	Groupe	Exacte	Indécise	Inexacte
a	HN	98%	1%	2%
	FN	96%	2%	2%
	FR	53%	11%	37%
i	HN	96%	2%	2%
	FN	92%	4%	4%
	FR	55%	14%	32%
u	HN	95%	3%	2%
	FN	88%	6%	6%
	FR	34%	16%	50%
Toutes les voyelles	HN	96%	2%	2%
	FN	92%	4%	4%
	FR	47%	14%	39%

*En raison de l’arrondissement des chiffres, il est possible que le total par ligne ne soit pas égal à 100% exactement

Tableau 12 : Pourcentage de reconnaissance exacte du genre des locuteurs/locutrices en fonction du groupe et de la voyelle produite.

Pour les mots, les résultats sont présentés dans le tableau 13 ci-dessous. Les scores pour la reconnaissance exacte du genre du locuteur varient entre 95% et 99% s’agissant des mots pour les groupes de FN et HN avec des scores très proches quel

que soit le mot considéré. Pour les FR, les scores de reconnaissance exacte du genre varient entre 65% et 90% selon le mot considéré. Ce qui veut dire que quand les auditeurs/auditrices évaluent les mots produits par les FR, ils font une classification erronée du genre dans le tiers des cas en moyenne. Il faut noter que le pourcentage d'indécision varie entre 0% et 2% pour les HN et les FN, il varie entre 5% et 11% pour les FR. Le pourcentage de réponses inexactes varie entre 1% et 5% pour les FN et les HN, il est entre 5% et 24% pour les FR.

Mot	Groupe	Exacte	Indécise	Inexacte
baṭi:k	HN	97%	0%	2%
	FN	98%	0%	1%
	FR	80%	9%	11%
banadu:ra	HN	95%	0%	5%
	FN	99%	0%	1%
	FR	81%	9%	11%
bu:za	HN	96%	1%	3%
	FN	98%	1%	2%
	FR	82%	10%	7%
Zaras	HN	97%	1%	2%
	FN	97%	0%	3%
	FR	90%	5%	5%
ṭanʒra	HN	96%	1%	3%
	FN	97%	0%	2%
	FR	86%	5%	8%
ʕwejne:t	HN	95%	1%	4%
	FN	97%	1%	2%
	FR	65%	11%	24%
Total mots	HN	96%	1%	3%
	FN	95%	2%	3%
	FR	67%	10%	23%

*En raison de l'arrondissement des chiffres, il est possible que le total par ligne ne soit pas égal à 100% exactement

Tableau 13 : Pourcentage de reconnaissance exacte du genre des locuteurs/locutrices en fonction du groupe et du mot produit.

3.3.4.1.2. Présentation analytique des données de perception de la manipulation 1

L'effet du groupe de locuteurs montre que les FR sont jugées par les auditeurs-hommes comme sûrement masculines plus souvent que les FN (Tableau 14, Ligne 2) et moins souvent que les HN (Tableau 14, Ligne 3).

L'effet du sexe de l'auditeur est significatif et positif. Cela signifie que dans l'évaluation des voyelles isolées, les auditrices jugent les FR comme sûrement masculines plus souvent que les auditeurs (Tableau 14, Ligne 4).

L'effet de la classe du stimulus est significatif et négatif. Cela signifie que dans l'évaluation des voyelles isolées, les auditeurs (les deux sexes confondus) jugent les FR comme sûrement masculines plus souvent que quand ils évaluent leurs productions de mots (Tableau 14, Ligne 5).

L'interaction entre le sexe des auditeurs et la classe des locuteurs est significative et négative quand on compare le jugement des FR et des FN (Tableau 14, Ligne 6). Cela signifie qu'en comparaison avec les auditeurs, les auditrices jugent les FR comme sûrement masculines plus souvent qu'elles ne jugent les FN comme sûrement masculines. L'interaction entre le sexe des auditeurs et la classe des locuteurs est significative et positive quand on compare le jugement des FR et des HN (Tableau 14, Ligne 7). Cela suggère que les auditrices jugent les HN comme sûrement masculins plus souvent que les FR, en comparaison avec le jugement des auditeurs. Ces deux effets indiquent que les auditrices peuvent différencier les FR par rapport aux FN et HN mieux que les auditeurs.

L'interaction entre la classe du stimulus et la classe des locuteurs est significative et positive en comparant les FR et les FN d'un côté (Tableau 14, Ligne 8) et les FR et les HN de l'autre (Tableau 14, Ligne 9). Cela signifie que pour les auditeurs, la

différence entre l'évaluation des FR comme sûrement masculines et des FN comme sûrement masculines diminue lors de l'évaluation des mots par rapport à l'évaluation des voyelles isolées.

L'interaction entre la classe du stimulus et le sexe des auditeurs est significative et négative (Tableau 14, Ligne 10). Comme lors de l'évaluation des voyelles isolées, les auditrices évaluent les FR comme sûrement masculines plus fréquemment que les auditeurs, cette interaction montre que dans l'évaluation des mots, le comportement des auditrices converge vers celui des auditeurs.

Finalement, la triple interaction entre le sexe des auditeurs, la classe du stimulus et la classe du locuteur est significative et positive pour les FN (Tableau 14, Ligne 11) et pour les HN (Tableau 14, Ligne 12). Lors de l'évaluation des mots par les auditrices, les probabilités que les FN et les FR soient évaluées comme sûrement masculines convergent. Cela concorde avec le résultat de l'interaction entre le sexe de l'auditeur et la classe du stimulus (qui montre que les FR sont moins souvent perçues comme masculines quand elles produisent des mots). Les probabilités que les HN et les FR soient évalués comme sûrement masculins divergent.

En résumé, les FR sont perçues comme plus masculines que les FN et moins masculines que les HN. Le jugement incorrect du genre vocal des FR est réduit quand les auditeurs écoutent des mots. Dans l'évaluation des voyelles isolées, les auditrices jugent les FR comme sûrement masculines plus souvent que les auditeurs. De plus les auditrices différencient les FR et les HN plus que les auditeurs. Le jugement des auditrices se rapproche de celui des auditeurs dans l'évaluation des mots.

Ligne	Effet	Estimate	Std. Err.	z val.	Pr (> z)
1	(Intercept)	-0.4143	0.1586	-2.612	0.0090
2	spClass (H_F)	-0.6777	0.1685	-4.022	0.0001
3	spClass (H_H)	1.1848	0.1626	7.289	0.0000
4	ListSex (F)	0.5409	0.198	2.733	0.0063
5	stimClass (word)	-0.2776	0.1167	-2.379	0.0174
6	spClass (H_F) :ListSex (F)	-0.8218	0.1804	-4.557	0.0000
7	spClass (H_H) :ListSex (F)	0.3582	0.1757	2.038	0.0415
8	spClass (H_F) :stimClass (word)	0.4794	0.1504	3.187	0.0014
9	spClass (H_H) :stimClass (word)	0.4261	0.1437	2.965	0.0030
10	ListSex (F) :stimClass (word)	-1.2639	0.1707	-7.405	0.0000
11	spClass (H_F) :ListSex (F) :stimClass (word)	0.9228	0.2291	4.028	0.0001
12	spClass (H_H) :ListSex (F) :stimClass (word)	0.8845	0.2255	3.922	0.0001

Tableau 14 : Résultats de la régression logistique de la manipulation de perception 1 pour les voyelles et les mots.

3.3.4.2. Manipulation de perception 2

3.3.4.2.1. *Présentation descriptive des données de perception de la manipulation 2*

En suivant la même méthodologie que dans la manipulation de perception 1, nous avons classé les réponses des auditeurs et auditrices pour les phrases et les proverbes en 3 catégories : « Exacte », « Indécise » et « Inexacte ». Les résultats sont présentés dans le tableau 15 ci-dessous. Les scores pour la reconnaissance exacte du genre du locuteur varient entre 98% et 99% pour les phrases produites par les groupes de FN et HN. Pour les FR, les scores de reconnaissance exacte du genre est de 79%. Ce qui veut dire que quand les locuteurs évaluent les phrases produites par les FR, ils font une classification erronée du genre une fois sur cinq. Il faut noter que le pourcentage d'indécision est autour de 1% pour les HN et les FN, il est de 12% pour les FR. Les

pourcentages de réponses incorrectes pour chacun des groupes sont de moins de 2% pour les FN et HN, alors qu'ils sont de l'ordre de 9% pour les FR.

Groupe	EXACTE	INDECISE	INEXACTE
HN	98%	1%	2%
FN	99%	1%	1%
FR	79%	12%	9%

*En raison de l'arrondissement des chiffres, il est possible que le total par ligne ne soit pas égal à 100% exactement

Tableau 15 : Pourcentage de reconnaissance exacte du genre des locuteurs/locutrices en fonction du groupe pour les phrases.

3.3.4.2.2. Présentation analytique des données de perception de la manipulation 2

Dans cette manipulation de perception ayant comme objet les phrases, l'effet du groupe de locuteurs montre que les FN ont une probabilité significativement plus petite d'être évaluées comme sûrement masculines par rapport aux FR (Tableau 16, Ligne 2). Les HN ont une probabilité significativement plus élevée d'être évalués comme sûrement masculins par rapport aux FR (Tableau 16, Ligne 3).

Concernant l'effet du sexe de l'auditeur, les auditeurs hommes ont tendance à évaluer les FR comme sûrement masculines moins souvent que les auditrices femmes (Tableau 16, Ligne 4). La différence de la probabilité qu'ont les auditeurs par rapport aux auditrices d'émettre un jugement « sûrement masculin » augmente de façon significative dans l'évaluation des stimuli provenant des FN (Tableau 16, Ligne 5) et dans l'évaluation des stimuli provenant des HN (Tableau 16, Ligne 6).

Ligne	Effet	Estimate	Std. Err.	t val.	Pr (> t)
1	(Intercept)	1.92492	0.14043	13.708	< 2e-16
2	claSSexH_F	-0.82775	0.15929	-5.197	1.29e-05
3	claSSexH_H	2.84422	0.15931	17.853	< 2e-16
4	subjSexM	-0.28042	0.09737	-2.880	0.00788
5	claSSexH_F:subjSexM	0.30776	0.04563	6.745	1.64e-11
6	claSSexH_H:subjSexM	0.32313	0.04572	7.067	1.71e-12

Tableau 16 : Résultats de la régression logistique de la manipulation de perception 2 pour les phrases.

3.3.5. Discussion

Etant donné que les membres du jury avaient la possibilité de classer le genre des voix sur une échelle allant de sûrement masculin à sûrement féminin permettant d'évaluer le degré de certitude dans le jugement (et donc la fiabilité des décisions langagières prises à partir de ce jugement), nous avons observé que les options intermédiaires étaient moins fréquemment utilisées que les extrêmes. Cette observation suggère que les auditeurs perçoivent la masculinité/la féminité de la voix avec certitude même quand ils font des erreurs de jugement. Cependant, il est possible que les valeurs extrêmes soient le reflet d'une perception binaire du genre et non de sa perception dans un continuum (20).

Face à cette observation, en comparant les pourcentages de reconnaissance exacte du genre du locuteur en fonction des différentes productions, on s'aperçoit que pour les groupes FN et HN, les résultats de l'arabe libanais rejoignent ceux de la littérature pour d'autres langues. Les taux rapportés dans la littérature pour les voyelles étant de 96% à 99% alors que pour les mots monosyllabiques ils sont de 99% et pour les phrases entre 98% et 100% (Cf. tableau 3). Par contre, pour les FR, les taux de reconnaissance exacte sont de loin inférieurs à ceux de la littérature avec un taux moyen de 47%, 67% et 79% pour les voyelles, les mots et les phrases respectivement.

Les FR sont plus souvent classées comme sûrement masculines par rapport aux FN et moins souvent classées comme sûrement masculines par rapport aux HN. Ces résultats confirment les erreurs dans le jugement du genre vocal des FR. Cette confusion de la perception du genre vocal des FR par un jury naïf, confirme les résultats de l'étude de l'auto-évaluation et permet de certifier que les voix des FR peuvent être utilisées pour l'étude des paramètres acoustiques responsables de la perception du genre vocal.

Nos résultats suggèrent que la perception du genre vocal dépend du sexe des auditeurs. En effet, dans notre jury, les auditrices ont jugé les FR comme sûrement masculines plus souvent que les auditeurs. Cela pourrait être expliqué par le fait que les auditrices sont souvent qualifiées comme ayant un jugement perceptif plus précis (197), ou bien par le fait qu'en raison des différences anatomiques entre les hommes et les femmes, les auditrices peuvent se baser sur des modèles internes qui ressemblent plus aux systèmes de production vocale des autres femmes ou bien encore que les auditrices sont plus sensibles à certains paramètres acoustiques en relation avec la masculinité vocale. Cette observation est importante à signaler parce qu'elle sous-entend que l'ambiguïté du genre vocal des FR est surtout établie par les autres femmes. Cette observation confirme une déclaration faite par l'une des patientes du groupe des FR nous signalant que les hommes lui disent qu'elle a une voix sensuelle au téléphone alors que ce sont les femmes qui l'appellent « Monsieur » au début d'une conversation téléphonique. Quelle que soit l'interprétation de cette observation, ces résultats contredisent l'hypothèse qui stipule que les êtres humains ont une discrimination plus précise des voix des personnes de sexe opposé en raison de l'augmentation de l'attention vis-à-vis des stimuli qui ont un rôle important dans l'évolution de l'espèce (198). Il faudrait aussi envisager l'hypothèse que les auditeurs et les auditrices utilisent des indices différents dans le classement du genre vocal ambigu ou que l'attractivité vocale joue un rôle dans le

classement du genre vocal ambigu. Ces hypothèses méritent d'être testées ultérieurement.

Nos observations sont surtout vraies pour les voyelles: les FR ont été jugées comme sûrement masculines plus souvent quand elles produisaient les voyelles tenues que quand elles produisaient les mots et les phrases. Cela est compatible avec le fait que les mots et les phrases contiennent des indices supra-segmentaires concernant le genre vocal et permettant un ajustement plus fin de la classification du genre vocal. Cependant la persistance d'un taux élevé de classification inexacte dans les mots et les phrases chez les FR par rapport aux deux groupes témoins et aux données de la littérature nous oriente vers la présence de multiples paramètres associés au stéréotype du genre vocal masculin dans les voix des FR. Ces paramètres seront étudiés dans la section portant sur la manipulation de production.

3.3.6. Conclusion

Dans cette partie, nous avons pu démontrer que les FR étaient perçues comme sûrement masculines par un jury naïf et cela à travers une première étude de perception sur les voyelles et les mots et une deuxième étude de perception sur les phrases. Nous avons pu confirmer notre hypothèse : « Les FR sont plus souvent jugées comme sûrement masculines que les FN » ; par contre nos résultats suggèrent que les FR sont jugées comme sûrement masculines moins souvent que les HN, donc, nous devons rejeter l'hypothèse que « les FR sont jugées comme sûrement masculines aussi souvent que les HN ». Nous pouvons confirmer l'hypothèse suivante : « Le taux de jugement incorrect est plus important pour les voyelles>mots>phrases » et nous pouvons ajouter que le jugement incorrect des FR persiste même dans les mots et les phrases.

3.4. Chapitre 8 : Etude de production

3.4.1. Introduction

Dans cette partie, nous allons présenter les paramètres de production que nous avons choisi d'étudier en fonction des données de la littérature afin d'identifier ceux qui sont spécifiques de chaque groupe restreint de locuteurs/locutrices étudiés : FN, HN et FR. On commencera par exposer nos hypothèses, puis dans la section matériel et méthode, nous présenterons le corpus, les paramètres acoustiques choisis ainsi que les méthodes statistiques utilisées ; nous continuerons par les résultats, puis la discussion et la conclusion.

3.4.2. Hypothèses

Les hypothèses, toutes caractéristiques des voix masculines, que nous souhaitons vérifier dans cette partie sont les suivantes :

- La F0 moyenne est plus basse chez les FR par rapport aux FN et plus élevée chez les FR par rapport aux HN.
- Les formants (F1, F2) sont plus bas chez les FR par rapport aux FN et plus élevés chez les FR par rapport aux HN.
- Le triangle vocalique est plus étroit chez les FR par rapport aux FN.
- Le HNR est plus bas chez les FR par rapport aux FN.
- Le SHR est plus élevé chez les FR.
- Les FR ont des caractéristiques vocales compatibles avec une voix craquée.
- L'étendue fréquentielle est plus étroite chez les FR par rapport aux FN et plus large chez les FR par rapport aux HN.

3.4.3. Matériel et méthode

3.4.3.1. Corpus

Le corpus étudié dans cette partie correspond aux voyelles tenues des groupes restreints (HN, FN, FR), les voyelles accentuées isolées dans les mots ainsi que les phrases. Pour chaque voyelle isolée, une portion de 2 secondes a été utilisée pour l'analyse des échantillons de voix. Le début ainsi que la fin de la voyelle ont été supprimés afin d'éviter toute interférence avec l'enregistrement vocal et de supprimer les perturbations retrouvées au début et à la fin du signal vocal. Pour les voyelles accentuées dans les mots, nous avons aussi choisi la portion centrale de la voyelle afin d'éviter les effets de coarticulation. Nous avons inclus les phrases afin d'étudier l'étendue fréquentielle et la F0 moyenne dans le discours parlé (F0s).

3.4.3.2. Paramètres acoustiques étudiés

Nous avons choisi de rechercher les paramètres acoustiques qui différencient les voix des FR de celles des HN et des FN. Comme nous l'avons mentionné préalablement, certains paramètres ne sont pas tous adaptés aux voix apériodiques (30). De plus, la mesure de certains paramètres varie en fonction de l'intensité vocale, le jitter et le shimmer ayant une relation linéaire inverse avec l'intensité (180). Pour ces raisons, nous avons choisi de ne pas nous limiter à l'étude de certains paramètres usuels impliqués dans la reconnaissance du genre dans la voix (jitter, shimmer), mais de nous intéresser aussi à d'autres paramètres qui peuvent être mesurés de façon fiable dans ces voix apériodiques et qui pourraient jouer un rôle dans l'empreinte genrée de la voix (Cf. Chapitre 3, Partie 2.3.2.3.5 : Qualité vocale).

La majorité des paramètres acoustiques a été collectée automatiquement en utilisant le programme Voice Sauce de Matlab (199). Comme les algorithmes automatiques de détection des formants échouent dans l'analyse des voix pathologiques, nous avons choisi de mesurer automatiquement les paramètres qui ne dépendent que très peu de la détection correcte des formants des voyelles. La détection des formants, quant à elle, a été faite de façon manuelle, en utilisant un script spécialement conçu à cet effet dans le logiciel Praat (184). Le script qui s'appuie conjointement sur les

spectrogrammes, la détection automatique des formants ainsi que les spectres, et qui donne la possibilité d'introduire des corrections manuelles, peut être consulté dans l'annexe 15. A noter que les corrections manuelles ont dû être faites surtout pour la voyelle /u/ dont les deux premiers formants sont extrêmement proches et cela surtout pour les voix des FR et des FN. Praat a aussi permis de recueillir la F0 moyenne dans les phrases ainsi que l'étendue fréquentielle dans les phrases.

Les paramètres acoustiques recueillis par Voice Sauce sont la F0, le niveau d'énergie acoustique, les pics de proéminence cepstrale (CPP), le ratio des harmoniques/bruit dans 4 différentes bandes de fréquence (0-500 Hz (HNR05), 0-1.5 kHz (HNR15), 0-2.5 kHz (HNR25), 0-3.5 kHz (HNR35)), le ratio des subharmoniques par rapport aux harmoniques (SHR) et deux mesures du tilt spectral : la différence entre l'amplitude du premier et du deuxième harmonique (H1H2), la différence entre l'amplitude du deuxième et du quatrième harmonique (H2H4). Suivant la méthode d'Iseli et Alwan, nous avons corrigé les mesures de la pente spectrale en prenant en compte les formants et la largeur de leur bande. Afin de diminuer l'effet de l'estimation erronée de ces paramètres, pour chaque combinaison de locuteur et de stimulus, nous avons calculé la valeur médiane des formants et la largeur de leur bande et nous avons utilisé ces valeurs médianes pour corriger les mesures des pentes spectrales (200).

Nous avons choisi de ne pas nous intéresser à la largeur des bandes fréquentielles des formants car les données qu'elles permettent de capturer le sont de façon aussi fiable par d'autres paramètres acoustiques. De plus, l'ajout de multiples paramètres donnant des informations redondantes limite la puissance des modèles statistiques utilisés.

3.4.3.3. Méthodes statistiques utilisées

Nous procédons à deux types d'analyses statistiques. Dans un premier temps, nous présentons les données de façon descriptive afin d'avoir des informations sur les valeurs numériques de ces paramètres en fonction des groupes retraits. Dans un

deuxième temps nous recherchons les paramètres statistiquement différents entre les 3 groupes en utilisant des modèles mixtes linéaires séparés pour chaque paramètre acoustique.

Pour les voyelles isolées (ainsi que les voyelles accentuées dans les mots) et les mots, dans chaque modèle correspondant à un paramètre acoustique donné, le groupe de locuteurs est représenté par un facteur à trois niveaux avec les FR comme niveau de référence. L'identité de la voyelle est aussi représentée par un facteur à trois niveaux, avec la voyelle /a/ comme voyelle de référence. Le comportement des voyelles a été codé comme une déviation par rapport à la moyenne des voyelles, permettant d'estimer le comportement de /u:/ et de /i:/ par rapport au comportement moyen des voyelles. L'identité du mot contenant la voyelle a été représentée par un facteur. L'interaction entre la catégorie des locuteurs et la catégorie de la voyelle, l'interaction entre la catégorie de voyelles et la catégorie de mots ainsi que l'interaction entre la catégorie de locuteurs et la catégorie de mots ont été incluses. Les triples interactions ont été ajoutées en fonction du paramètre étudié. Les effets aléatoires incluent un intercepte aléatoire pour chaque locuteur et chaque voyelle ainsi qu'un intercepte aléatoire spécifique du mot contenant la voyelle (avec un niveau supplémentaire pour les voyelles isolées). De plus, on a inclus une pente aléatoire spécifique au locuteur pour l'effet de chaque voyelle. A noter que les modèles incluant une pente aléatoire spécifique au locuteur pour l'effet du mot contenant la voyelle n'ont pas convergé. Chaque interaction est retenue dans le cas où elle est considérée comme significative ou bien si son inclusion améliore de façon significative le modèle (après une évaluation par un test de Chi-2 du résidu du modèle avec et sans l'interaction). Les valeurs de p sont calculées en utilisant l'approximation de Satterthwaite (201) pour les degrés de liberté comme implémenté dans R package LmerTest (202). Dans le but de corriger les effets de pseudo-réplication dus au test de plusieurs modèles de différentes caractéristiques à partir des mêmes données, nous avons opté pour l'approche basée sur la méthode : False

Discovery Rate introduite par Benjamini & Yekutieli (203) et qui affecte moins la puissance statistique quand on teste un grand nombre de facteurs issus des mêmes données, par rapport à la correction de Bonferroni.

Pour les phrases, nous avons considéré la F0s moyenne ainsi que l'étendue fréquentielle comme les deux variables indépendantes. Dans chaque modèle, le groupe de locuteurs est représenté par un facteur à trois niveaux avec les FR comme niveau de référence. Les effets aléatoires incluent un intercepte spécifique par locuteur, et un intercepte spécifique par stimulus. Nous n'avons pas pu inclure un terme aléatoire qui prend en compte l'effet des stimuli spécifique à chaque locuteur car le modèle qui le contenait n'a pas convergé.

3.4.4. Résultats

3.4.4.1. Présentation descriptive des paramètres acoustiques en fonction des 3 groupes

Les résultats de l'analyse acoustique pour les voyelles, les voyelles dans les mots et les phrases sont présentés ici de manière synthétique. La première sous-section est consacrée aux voyelles et aux voyelles tenues dans les mots. La deuxième sous-section est consacrée aux phrases.

3.4.4.1.1. Présentation descriptive des paramètres acoustiques des voyelles et des voyelles dans les mots

Nous commencerons par présenter les résultats de la fréquence fondamentale, ensuite ceux des formants, puis ceux des paramètres en relation avec la qualité vocale. Nous regroupons les valeurs obtenues sur les voyelles tenues avec celles obtenues à partir

des voyelles accentuées dans les mots. La F0 moyenne pour chaque groupe de locuteurs/locutrices est présentée dans le tableau 17.

F0 Moyenne	FN	HN	FR
/a:/	211	125	148
/i:/	220	133	158
/u:/	221	132	168
Moyenne de toutes les voyelles	217.3	130	158

Tableau 17 : F0 moyenne pour chaque groupe de locuteurs en fonction de la voyelle

Nous constatons que la F0 est supérieure pour les FN par rapport aux HN, ce qui est compatible avec les données de la littérature. La F0 est supérieure pour les FN par rapport aux FR ; de plus les FR semblent avoir une F0 plus proche de celle des HN avec une valeur moyenne pour toutes les voyelles de 158 Hz, pas loin du seuil des 150 Hz, seuil au-dessous duquel les voix sont plus facilement perçues comme masculines si les autres indices de genre féminin ne sont pas francs (149).

Les valeurs moyennes des 2 premiers formants F1 et F2 des 3 voyelles sont présentées dans le tableau 18. On y retrouve aussi les différences entre les groupes sous forme de ratio.

Voyelle	Formant	FN	HN	FR	Ratio FN/FR	Ratio FN/HN	Ratio FR/HN
/a:/	F1	763	620	741	1.03	1.23	1.20
	F2	1499	1230	1424	1.05	1.22	1.16
/i:/	F1	373	327	360	1.04	1.14	1.10
	F2	2612	2165	2413	1.08	1.21	1.11
/u:/	F1	400	376	410	0.98	1.06	1.09
	F2	862	837	900	0.96	1.03	1.08

Tableau 18: F1 et F2 pour chaque groupe de locuteurs en fonction de la voyelle

D'après ce tableau, les valeurs de F1 et F2 semblent plus élevées chez les FN et chez les FR par rapport aux HN. Il faut noter que le ratio des valeurs correspondant aux FN par rapport à celles correspondant aux FR oscille autour de 1 quelle que soit la voyelle considérée.

Les résultats de F1 et de F2 sont représentés dans la figure 16 sous forme de triangles vocaliques. Ce type de graphique présente la valeur de F1 sur l'axe vertical (croissante de haut vers le bas) et la valeur de F2 sur l'axe horizontal (croissante de droite à gauche). Il permet de rendre compte du lieu d'articulation de la voyelle : F1 étant proportionnelle au degré d'aperture et F2 au degré d'antériorité (204). Les valeurs sont exprimées en hertz dans la figure 16.

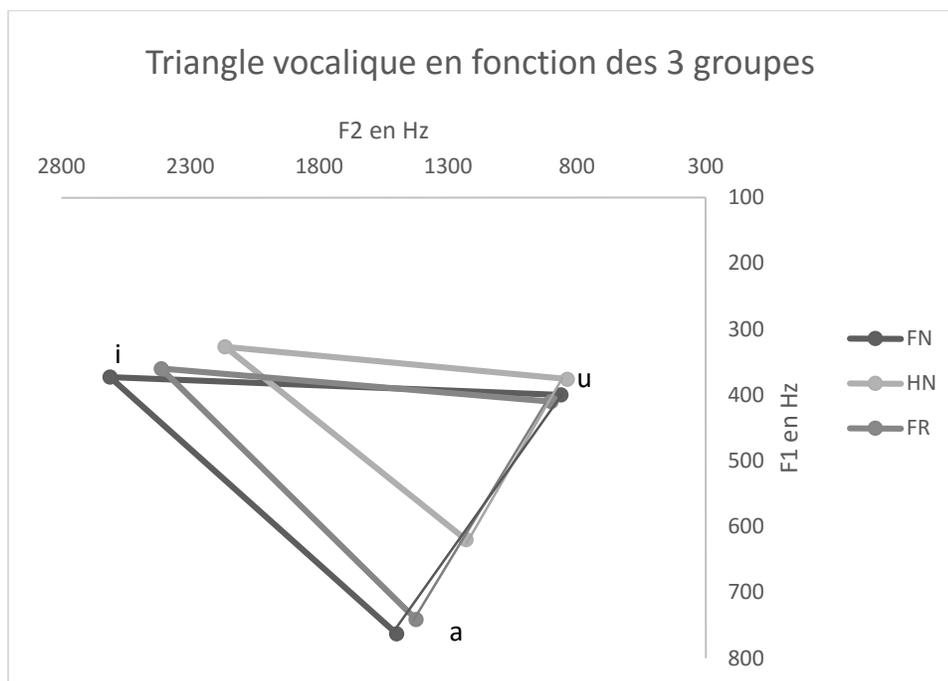


Figure 16 : Triangle vocalique des 3 groupes. Les fréquences des formants sont en Hz

Cette figure permet de montrer que, qualitativement, la surface du triangle vocalique des FN est supérieure à celle des HN. Ce qui est compatible avec les données de la littérature (40,122,156). Cela est particulièrement vrai pour la voyelle ouverte /a/ et pour la voyelle antérieure /i/ car elles dépendent essentiellement de la longueur de la

partie postérieure du conduit vocal qui correspond à la différence majeure qui existe entre les tractus vocaux des hommes et des femmes comme mentionné dans le Chapitre 3, Partie 2.3.2.1. Anatomie et Physiologie : Différences entre hommes et femmes.

Pour les FR, la surface du triangle vocalique ne semble pas très différente de celle des FN. On observe cependant une petite différence pour la voyelle antérieure /i/ qui semble plus postérieure pour les FR et dans la voyelle /a/ qui semble plus fermée chez les FR.

Du point de vue quantitatif, nous avons procédé au calcul de la surface du triangle vocalique en utilisant la formule de Sapir (205) :

$$VSA = 0.5 \text{ ABS } (F1i (F2a - F2u) + F1a(F2u - F2i) + F1u(F2i - F2a))$$

où VSA correspond à la surface du triangle vocalique et ABS à la valeur absolue.

On retrouve une valeur de 165 577 Hz² pour les HN avec un ET= 48 911, une valeur de 326 176 Hz² pour les FN avec un ET=62 165 et une valeur de 262 717 Hz² pour les FR avec un ET= 61 225. Les surfaces des triangles vocaliques apparaissent dans la figure 17. La surface du triangle vocalique des FN est supérieure à celle des HN, ce qui correspond aux données de la littérature (52,155). La surface du triangle vocalique des FR est comprise entre celle des HN et celle des FN. Après avoir vérifié que la surface du triangle vocalique suit une distribution normale dans chacun des groupes en nous basant sur les valeurs de « skewness » et « kurtosis » mentionnées dans l'annexe 16 et le test de Shapiro-Wilk dont les valeurs sont supérieures à 0.05 pour les 3 groupes, nous avons effectué un test paramétrique de Levene pour vérifier l'égalité des variances (p=0.681). Ces vérifications ont permis de réaliser une analyse des variances suivie de tests post hoc afin de vérifier si la valeur de la surface des triangles vocaliques est différente entre les 3 groupes. Celle-ci a montré une différence significative entre les groupes avec une surface significativement inférieure pour les HN par rapport aux FN (p<0.0001) et pour les HN par rapport aux FR (p=0.002), mais elle a révélé aussi l'absence de différence significative entre les

FN et les FR ($p=0.062$). Ainsi la surface du triangle vocalique est plus petite chez les HN par rapport aux FN, mais il n’y a pas de différence statistiquement significative entre les surfaces des triangles vocaliques des FN et des FR.

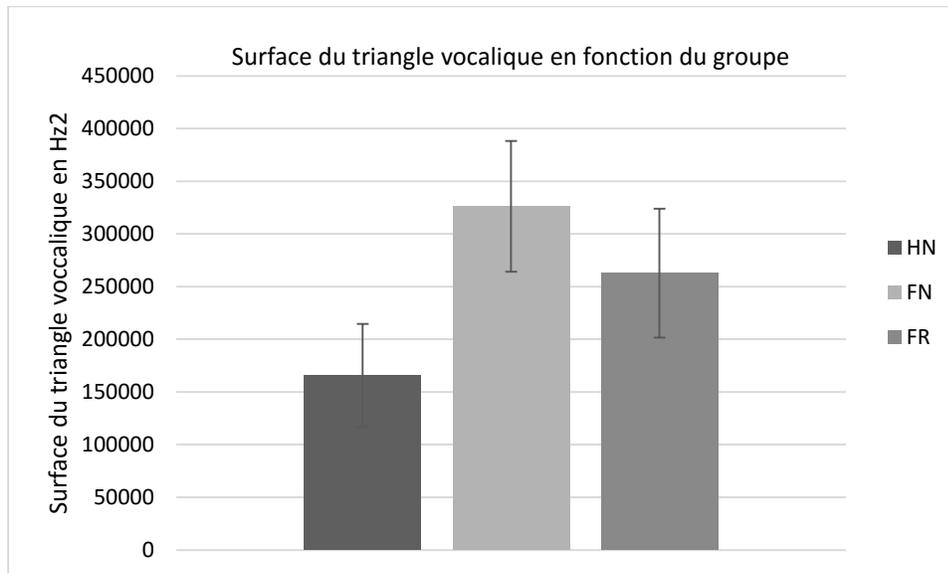


Figure 17 : Histogrammes des surfaces des triangles vocaliques

Nous allons passer maintenant aux mesures en relation avec la qualité vocale. Nous avons vu précédemment, dans le Tableau 6, que les mesures du tilt spectral et du ratio des harmoniques sur le bruit sont liées à des qualités vocales associées au genre. Nous allons donc décrire, ci-après, les résultats de la différence en intensité entre le premier et le deuxième harmonique H1H2 puis entre le deuxième harmonique et le quatrième harmonique H2H4. Ensuite, nous présenterons les résultats des HNR en fonction des différentes bandes de fréquence.

Le tableau 19 présente la différence d’intensité entre le premier et le deuxième harmonique H1H2 en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs. Nous ne présentons que les valeurs corrigées en fonction d’Iseli et Alwan (200).

H1H2cc	FN	HN	FR
/a:/	3.7	-2.2	0.06
/i:/	4.4	-5.3	-0.3
/u:/	7.3	-3.4	0.2

Tableau 19 : Différence d'intensité entre le premier et le deuxième harmonique H1H2 en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Ce tableau 19 montre une forte différence entre les FN et les HN pour le H1H2cc. L'intensité du premier harmonique est nettement plus forte chez les FN par rapport aux HN. La moyenne de H1H2cc chez les FN est de 3.7, 4.4 et 7.3 pour les voyelles /a/, /i/ et /u/ respectivement. Elle est de -2.2, -5.3 et -3.4 pour ces mêmes voyelles chez les HN. Cela suggère que le quotient d'ouverture glottique est supérieur chez les FN, dont les voix peuvent être considérées comme plus soufflées que les HN. Ce chiffre étant négatif chez les HN montre que H2 est plus intense que H1 et représente une voix modale ou craquée chez les HN. Les FR ont des chiffres légèrement négatifs ou proches de zéro, ce qui suggère une voix non soufflée et plus proche de la qualité vocale des HN. Cela est tout à fait compatible avec l'œdème des cordes vocales chez les FR qui limiterait la durée pendant laquelle les cordes vocales ne sont pas en contact l'une avec l'autre. Ainsi les FR ont des caractéristiques glottiques différentes par rapport aux FN parce que l'œdème souvent homogène et bilatéral de leurs cordes vocales permet une fermeture glottique complète, ce qui est souvent rapporté dans la littérature comme une caractéristique glottique des HN entraînant une plus petite perte d'énergie au niveau glottique et donc des valeurs basses de H1H2 (172).

Le tableau 20 représente la différence d'intensité entre le deuxième harmonique et le quatrième H2H4 en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs/locutrices. Là aussi, nous ne présentons que les valeurs corrigées en fonction d'Iseli et Alwan (200).

H2H4cc	FN	HN	FR
/a:/	7.29	0.74	2.88
/i:/	8.15	13.81	11.35
/u:/	8.07	19.99	10.18

Tableau 20 : Différence d'intensité entre le deuxième harmonique et le quatrième harmonique H2H4 en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Le tableau 20 montre des valeurs intermédiaires pour le groupe des FR par rapport aux groupes des FN et des HN. Le tableau 21 représente le ratio des harmoniques/bruit dans 4 différentes bandes de fréquence (0-500 Hz (HNR05), 0-1.5 kHz (HNR15), 0-2.5 kHz (HNR25), 0-3.5 kHz (HNR35)).

HNR05	FN	HN	FR
/a:/	59	45	46
/i:/	46	43	41
/u:/	42	39	41
HNR15	FN	HN	FR
/a:/	55	42	43
/i:/	60	55	53
/u:/	49	47	48
HNR25	FN	HN	FR
/a:/	56	45	46
/i:/	60	53	54
/u:/	54	51	53
HNR35	FN	HN	FR
/a:/	55	44	45
/i:/	58	50	51
/u:/	55	51	53

Tableau 21: Ratio des harmoniques/bruit dans 4 différentes bandes de fréquence (0-500 Hz (HNR05), 0-1.5 kHz (HNR15), 0-2.5 kHz (HNR25), 0-3.5 kHz (HNR35) en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Pour toutes les bandes fréquentielles et les trois voyelles, on retrouve des valeurs supérieures pour le groupe des FN par rapport aux HN. Les valeurs retrouvées chez les FR sont très proches de celles retrouvées chez les HN avec une à deux unités de divergence parfois vers le haut et parfois vers le bas. Le HNR (sur les bandes de hautes fréquences) élevé est compatible avec une voix soufflée plus souvent jugée comme féminine. Le HNR (sur les bandes de basses fréquences) élevé, peut être retrouvé dans les voix rauques et dans les voix craquées plus souvent jugées comme masculines (Chapitre 3, Partie 2.3.2.3.5 : Qualité vocale).

Le tableau 22 représente la distribution des SHR par voyelle et par groupe de locuteurs en fonction d'intervalles de 0.2 de largeur allant de 0 à 1.

SHR distribution	0	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1	Total
FN	135	2	2	14	31	21	212
HN	102	7	18	33	27	16	216
FR	80	17	13	30	36	28	210

Tableau 22 : Distribution des SHR

Si l'on transforme ces chiffres en fréquences des ratios dans les intervalles <0.2 , entre 0.2 et 0.4 et >0.4 (Tableau 23), on retrouve une fréquence de survenue du ratio >0.4 de 46% chez les FR. Cette fréquence est supérieure chez les FR par rapport aux HN et aux FN. D'après Sun, quand la proportion de SHR au-dessus de 0.4 est élevée, le pitch est perçu à une octave plus bas, correspondant à la fréquence de la subharmonique la plus basse (154). Cela pourrait contribuer à la perception masculine de la voix des FR.

SHR distribution %	<0.2	0.2-0.4	>0.4
FN	66%	2%	33%
HN	51%	9%	39%
FR	47%	7%	46%

Tableau 23 : Fréquence de distribution des SHR

Le tableau 24 représente les pics de proéminence cepstrale

CPP	FN	HN	FR
/a:/	26.1	25.2	22.17
/i:/	22.5	25.41	21.17
/u:/	19.84	21.99	20.16

Tableau 24: Pics de proéminence cepstrale en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Le CPP est une mesure du degré de l'organisation des harmoniques. Une voix avec une structure harmonique bien définie aura un pic spectral élevé. Même si le CPP a été lié à la voix soufflée, des études plus récentes le décrivent comme intégrant plusieurs mesures de l'apériodicité et de la forme de l'onde sonore avec un lien plus fiable avec la sévérité de la dysphonie en général sans pouvoir prédire une qualité vocale spécifique (206). Dans notre étude, on retrouve une valeur inférieure de CPP chez les FR par rapport aux FN et HN pour les voyelles /a/ et /i/. La valeur du CPP pour la voyelle /u/ chez les FR est comprise entre celle retrouvée chez les HN et celle retrouvée chez les FN. Les FR auraient donc une configuration des harmoniques dans le spectre moins bien définie.

Le tableau 25 représente le niveau d'énergie acoustique

Energie acoustique	FN	HN	FR
/a:/	0.31	1.31	0.38
/i:/	0.07	0.54	0.17
/u:/	0.22	0.42	0.31

Tableau 25: Energie acoustique en fonction de la voyelle et du groupe de locuteurs.

Le niveau d'énergie acoustique semble plus bas pour les FR et les FN par rapport aux HN et ceci est vrai pour chacune des voyelles prises séparément. Cela est compatible avec une intensité sonore moindre chez les FN et FR par rapport aux HN et cela après normalisation par rapport à la F0 (199).

3.4.4.1.2. Présentation descriptive des paramètres acoustiques dans les phrases

Nous commencerons par présenter les résultats de la fréquence fondamentale moyenne dans les phrases (F0s) en fonction des 3 groupes, ensuite ceux des étendues fréquentielles en fonction des 3 groupes. La F0 moyenne et l'étendue fréquentielle pour chaque groupe de locuteurs/locutrices sont présentées dans le tableau 26.

Nous constatons que la F0s est supérieure pour les FN par rapport aux HN, ce qui est compatible avec les données de la littérature. La F0 est supérieure pour les FN par rapport aux FR ; de plus les FR semblent avoir une F0 plus proche de celle des HN avec une valeur moyenne de 151 Hz, pas loin du seuil des 150 Hz. L'étendue fréquentielle des FN est plus grande que celle des HN. Cela est compatible avec les données mentionnées dans le Chapitre 3 (Partie : 2.3.2.3.1. : F0 et ses paramètres) où la large étendue vocale est compatible avec une perception féminine ou moins masculine du genre vocal. L'étendue fréquentielle des FR est comprise entre celle des HN et celle des FN.

	FN	HN	FR
F0s Moyenne	203	128	152
F0s Ecart type	26	12	30
Etendue fréquentielle moyenne	110	64	83
Etendue fréquentielle écart-type	60	59	68

Tableau 26 : F0s et l'étendue fréquentielle pour chaque groupe de locuteurs/locutrices pour les phrases

3.4.4.2. Paramètres acoustiques distinguant le groupe de FR par rapport aux autres groupes

Afin d'établir si les tendances décrites dans la section précédente sont statistiquement significatives et de vérifier les interactions possibles entre les différents facteurs, nous avons procédé à une analyse statistique basée sur les modèles linéaires mixtes comme mentionné plus haut.

Concernant les paramètres en relation avec les voyelles tenues et les voyelles accentuées dans les mots on retrouve les résultats ci-après.

La F0 est significativement plus élevée chez les FN par rapport aux FR (Tableau 27, Ligne 2). Et, il n'y a pas de différence significative entre la F0 des HN et la F0 des FR (Tableau 27, ligne 3). De plus, la F0 est significativement plus élevée pour la voyelle /u:/ par rapport à la moyenne des voyelles, au moins chez les FR. (Tableau 27, ligne 5)

F1 est significativement plus bas chez les HN par rapport aux FR (Tableau 27, ligne 21). Et, il n'y a pas de différence significative dans F1 entre les FN et les FR (Tableau 27, ligne 20). Comme attendu, F1 est significativement plus bas pour les voyelles /i:/ (Tableau 27, ligne 22) et /u:/ chez les FR (Tableau 27, ligne 23). L'absence d'interaction significative entre la voyelle et le groupe de locuteurs permet de dire que F1 est significativement plus bas pour les voyelles /i:/ et /u:/ chez les HN et les FN aussi.

F2 est significativement plus bas chez les HN par rapport aux FR (Tableau 27, ligne 30). Et, il n'y a pas de différence significative dans F2 entre les FN et les FR (Tableau 27, ligne 29). Comme attendu, F2 est significativement plus élevé pour la voyelle /i:/ chez les FR (Tableau 27, ligne 31); F2 est significativement plus bas pour la voyelle /u:/ les FR (Tableau 27, ligne 32). L'absence d'interaction significative entre la voyelle et le groupe de locuteurs permet de dire que les mêmes tendances sont observées pour la voyelle /i:/ chez les HN et chez les FN. Par contre la différence entre /u:/ et la moyenne des voyelles est significativement plus basse chez les HN (Tableau 27, ligne 36), ce qui est compatible avec un triangle vocalique plus centré chez les HN.

H1H2 est significativement plus élevée chez les FN par rapport aux FR (Tableau 27, Ligne 38). Et il n'y a pas de différence dans H1H2 entre les FR et les HN (Tableau 27, ligne 39). La différence de H1H2 entre FN et FR est réduite pour la voyelle /u:/ quand celle-ci est produite à l'intérieur du mot. Ceci peut être en relation avec une hyperarticulation plus importante chez les FN par rapport aux FR dans les voyelles isolées.

H2H4 diminue significativement dans la voyelle /u:/ produite par les FN par rapport aux FR (Tableau 27, Ligne 63), ce qui peut être en relation avec une valeur de H1H2 plus élevée chez les FN vu la relation inverse de ces deux paramètres (207). La différence de H2H4 entre /u:/ et la voyelle moyenne diminue quand le /u:/ est produit à l'intérieur du mot (Tableau 27, Ligne 71).

L'énergie acoustique ne semble pas être influencée par les différentes variables indépendantes étudiées ni par leurs interactions.

La CPP est significativement plus basse dans la production de la voyelle /u/ pour les FR par rapport à la moyenne des voyelles (Tableau 27, ligne 95); cela est compatible avec un spectre moins bien défini de la voyelle /u/ et pourrait expliquer le jugement masculin des FR plus fréquent pour cette voyelle. La différence de CPP entre la

voyelle /u:/ et la moyenne des voyelles est plus importante chez les FR. (Tableau 27, Ligne 99).

Le HNR05 est plus bas chez les FN par rapport aux FR dans la production des mots (Tableau 27, ligne 111), ce qui est compatible avec une voix plus rauque chez les FR(21). LE HNR05 est plus bas chez les HN par rapport aux FR dans la production des mots (Tableau 27, ligne 114).

Le HNR 15 est plus élevé pour la voyelle /i:/ produite par les FR (Tableau 27, Ligne 118) ; l'absence d'effet de l'interaction des groupes de locuteurs avec la voyelle /i:/ montre que cette tendance est respectée dans les 3 groupes. Dans les productions de la voyelle /u:/ par les FN, le HNR15 est plus bas par rapport aux FR (Tableau 27, Ligne 123). La différence entre le /u:/ et la moyenne des voyelles diminue quand le /u:/ est produit par les HN à l'intérieur des mots (Tableau 27, ligne 126).

Le HNR25 est plus élevé pour la voyelle /u:/ produite par les FR par rapport à la moyenne des voyelles (Tableau 27, ligne 131), cet effet diminue quand dans les voyelles produites à l'intérieur des mots (Tableau 27, ligne 132). La différence de HNR25 entre le /u:/ et la moyenne des voyelles est réduite chez les FN (Tableau 27, ligne 135). La différence de HNR25 entre les voyelles isolées et les voyelles dans les mots est réduite chez les HN (Tableau 27, ligne 138). Ceci peut être compatible avec une composante soufflée du /u:/ chez les FR, le HNR élevé dans les hautes fréquences étant associé à une voix soufflé d'après Biemans (21).

Le HNR35 est plus élevé pour la voyelle /u:/ produite par les FR par rapport à la moyenne des voyelles (Tableau 27, ligne 145), mais cet effet est réduit quand le /u:/ est produit par les FN (Tableau 27, ligne 149) et il est aussi réduit quand le /u:/ est produit à l'intérieur des mots (Tableau 27, ligne 152).

On n'a pas pu trouver d'effet significatif sur le SHR que pour la voyelle /i:/ à l'intérieur des mots avec un SHR plus élevé pour les voyelles produites à l'intérieur des mots par les FN par rapport aux FR (Tableau 27, ligne 174). Il est possible que cela soit dû à la prise en compte de la variable du SHR comme variable continue

dans notre modèle statistique, alors qu'une prise en compte catégorielle comme illustré dans le tableau 23 serait plus adaptée.

Les détails des résultats des paramètres acoustiques des voyelles tenues et des voyelles accentuées retrouvées dans les mots sont répertoriés dans le tableau 27 qui s'étale sur les 5 pages suivantes.

Ligne	effects (dependent var.____ effect)	INLINEAllestimates	T-vals	Adjusted P vals
1	pF0__(Intercept)	163,046	11,92402494	0,003912289
2	pF0__classF_H	54,87137	4,45002301	0,004825569
3	pF0__classH_H	-34,05717	-2,76405687	0,2204854
4	pF0__vowfI	-2,333252	-0,79169435	1
5	pF0__vowfU	17,58399	4,84293704	0,000491864
6	pF0__stimClasswrđ	-9,405308	-0,78036101	1
7	pF0__classF_H:vowfI	7,686332	1,86229204	0,8695693
8	pF0__classH_H:vowfI	5,784448	1,41085023	1
9	pF0__classF_H:vowfU	-10,17894	-1,98077881	0,759056
10	pF0__classH_H:vowfU	-15,92645	-3,15997002	0,06512693
11	pF0__classF_H:stimClasswrđ	8,286463	1,90389419	0,7936423
12	pF0__classH_H:stimClasswrđ	11,5574	2,66838587	0,1812395
13	pF0__vowfI:stimClasswrđ	-1,55486	-0,1696626	1
14	pF0__vowfU:stimClasswrđ	-12,87551	-1,64353108	1
15	pF0__classF_H:vowfI:stimClasswrđ	-6,307945	-0,96114731	1
16	pF0__classH_H:vowfI:stimClasswrđ	0,9500391	0,14506826	1
17	pF0__classF_H:vowfU:stimClasswrđ	8,067189	1,34408852	1
18	pF0__classH_H:vowfU:stimClasswrđ	13,43652	2,25875487	0,4125564
19	F1M__(Intercept)	517,9164	29,67192001	1,05769E-07
20	F1M__classF_H	1,614114	0,12814142	1
21	F1M__classH_H	-69,63923	-5,53259682	0,000454969
22	F1M__vowfI	-128,9993	-14,26059688	2,93099E-13
23	F1M__vowfU	-116,3399	-11,60411661	5,96987E-11
24	F1M__classF_H:vowfI	-10,77442	-0,88003073	1
25	F1M__classH_H:vowfI	13,84197	1,13146033	1
26	F1M__classF_H:vowfU	-11,03358	-0,81285526	1
27	F1M__classH_H:vowfU	37,65932	2,78037648	0,2204854
28	F2M__(Intercept)	1634,974	26,02469913	1,35892E-05
29	F2M__classF_H	58,46849	2,03105273	0,759056
30	F2M__classH_H	-186,7812	-6,49301907	3,82527E-05
31	F2M__vowfI	947,211	37,03737194	0
32	F2M__vowfU	-713,0643	-30,92489827	0
33	F2M__classF_H:vowfI	86,26996	2,47597027	0,3578918
34	F2M__classH_H:vowfI	-114,8286	-3,29723075	0,07027364

35	F2M__classF_H:vowfU	-99,01229	-3,19478629	0,08688597
36	F2M__classH_H:vowfU	127,0573	4,10844056	0,01298571
37	H1H2cc__(Intercept)	0,1086077	0,06262934	1
38	H1H2cc__classF_H	5,92301	3,71833589	0,02328323
39	H1H2cc__classH_H	-3,986908	-2,50751974	0,3413942
40	H1H2cc__vowfI	0,1678565	0,14601708	1
41	H1H2cc__vowfU	0,8577418	0,83658875	1
42	H1H2cc__stimClasswrđ	-1,189624	-0,75325637	1
43	H1H2cc__classF_H:vowfI	-1,508186	-0,93504759	1
44	H1H2cc__classH_H:vowfI	-1,663436	-1,03315895	1
45	H1H2cc__classF_H:vowfU	3,529302	2,43850359	0,3578918
46	H1H2cc__classH_H:vowfU	-1,164443	-0,81260633	1
47	H1H2cc__classF_H:stimClasswrđ	-0,4022569	-0,47291499	1
48	H1H2cc__classH_H:stimClasswrđ	1,747638	2,06555947	0,6311205
49	H1H2cc__vowfI:stimClasswrđ	-0,5393601	-0,39672113	1
50	H1H2cc__vowfU:stimClasswrđ	-0,084709	-0,07228434	1
51	H1H2cc__classF_H:vowfI:stimClasswrđ	1,256208	0,9738463	1
52	H1H2cc__classH_H:vowfI:stimClasswrđ	0,2352109	0,18276244	1
53	H1H2cc__classF_H:vowfU:stimClasswrđ	-3,677091	-3,14028273	0,04892511
54	H1H2cc__classH_H:vowfU:stimClasswrđ	1,105504	0,95362212	1
55	H2H4cc__(Intercept)	8,14308	3,8496389	0,3686571
56	H2H4cc__classF_H	-2,97517	-1,49467212	1
57	H2H4cc__classH_H	4,198818	2,11581589	0,6650121
58	H2H4cc__vowfI	3,429045	1,82440121	0,9554564
59	H2H4cc__vowfU	3,053076	1,9622962	0,7936423
60	H2H4cc__stimClasswrđ	0,74652	0,37429118	1
61	H2H4cc__classF_H:vowfI	1,408064	0,53354399	1
62	H2H4cc__classH_H:vowfI	-1,37661	-0,52252441	1
63	H2H4cc__classF_H:vowfU	-7,702281	-3,50776218	0,03263969
64	H2H4cc__classH_H:vowfU	6,941495	3,19655089	0,07107998
65	H2H4cc__classF_H:stimClasswrđ	3,343593	2,47546136	0,2806727
66	H2H4cc__classH_H:stimClasswrđ	-2,609585	-1,94262785	0,759056
67	H2H4cc__vowfI:stimClasswrđ	-0,9658344	-0,50828882	1
68	H2H4cc__vowfU:stimClasswrđ	-1,123823	-0,68008741	1
69	H2H4cc__classF_H:vowfI:stimClasswrđ	-8,676353	-4,23376842	0,00129673
70	H2H4cc__classH_H:vowfI:stimClasswrđ	1,064899	0,52086619	1
71	H2H4cc__classF_H:vowfU:stimClasswrđ	10,08982	5,42131354	7,33656E-06
72	H2H4cc__classH_H:vowfU:stimClasswrđ	-1,77678	-0,96438638	1
73	Energy__(Intercept)	0,2363094	0,91573746	1
74	Energy__classF_H	-0,06305005	-0,20101277	1
75	Energy__classH_H	0,5523111	1,76216788	1
76	Energy__vowfI	-0,07340138	-0,68590007	1
77	Energy__vowfU	-0,03194731	-0,29787163	1
78	Energy__stimClasswrđ	0,09327674	0,56101367	1

79	Energy__classF_H:vowfI	-0,03253165	-0,21570653	1
80	Energy__classH_H:vowfI	-0,2375156	-1,58001043	1
81	Energy__classF_H:vowfU	0,04063134	0,26770165	1
82	Energy__classH_H:vowfU	-0,4567415	-3,05329028	0,08724309
83	Energy__classF_H:stimClasswrđ	-0,04627649	-0,41561973	1
84	Energy__classH_H:stimClasswrđ	-0,1008877	-0,90963856	1
85	Energy__vowfI:stimClasswrđ	-0,09812023	-0,63158806	1
86	Energy__vowfU:stimClasswrđ	0,09832537	0,71619781	1
87	Energy__classF_H:vowfI:stimClasswrđ	0,06945445	0,41576383	1
88	Energy__classH_H:vowfI:stimClasswrđ	0,3048545	1,82806018	0,8736111
89	Energy__classF_H:vowfU:stimClasswrđ	-0,09645369	-0,62748106	1
90	Energy__classH_H:vowfU:stimClasswrđ	0,1698715	1,11447222	1
91	CPP__(Intercept)	21,09976	16,69350392	3,57031E-09
92	CPP__classF_H	1,37092	0,98007381	1
93	CPP__classH_H	3,463472	2,47726569	0,3578918
94	CPP__vowfI	0,02776245	0,08360439	1
95	CPP__vowfU	-1,920983	-7,32408854	8,46403E-07
96	CPP__stimClasswrđ	-0,08464358	-0,0919476	1
97	CPP__classF_H:vowfI	-0,03259745	-0,07321006	1
98	CPP__classH_H:vowfI	1,218944	2,74196687	0,2371369
99	CPP__classF_H:vowfU	-1,435344	-4,27739627	0,008256464
100	CPP__classH_H:vowfU	-0,5899404	-1,77156936	1
101	CPP__classF_H:stimClasswrđ	0,7645829	1,6942979	1
102	CPP__classH_H:stimClasswrđ	-0,5395008	-1,19977856	1
103	HNR05__(Intercept)	44,28944	16,19763914	1,95552E-12
104	HNR05__classF_H	4,510769	1,25449068	1
105	HNR05__classH_H	0,6309133	0,17558807	1
106	HNR05__vowfI	-3,010542	-3,21442182	0,07367155
107	HNR05__vowfU	-1,401933	-1,47471306	1
108	HNR05__stimClasswrđ	-1,37273	-0,9585387	1
109	HNR05__classF_H:vowfI	-0,2973631	-0,23260744	1
110	HNR05__classH_H:vowfI	2,624508	2,05685399	0,7346932
111	HNR05__classF_H:vowfU	-5,078141	-3,91499707	0,01609517
112	HNR05__classH_H:vowfU	-1,407358	-1,09044332	1
113	HNR05__classF_H:stimClasswrđ	1,650837	1,29041695	1
114	HNR05__classH_H:stimClasswrđ	-4,445369	-3,49099662	0,01609517
115	HNR15__(Intercept)	49,55615	13,22647119	0,000454969
116	HNR15__classF_H	3,789458	1,31922867	1
117	HNR15__classH_H	0,9379183	0,3268395	1
118	HNR15__vowfI	3,879016	3,92101092	0,01421361
119	HNR15__vowfU	1,986255	2,32597932	0,4256542
120	HNR15__stimClasswrđ	-1,481014	-0,41605987	1
121	HNR15__classF_H:vowfI	-0,05551759	-0,04168319	1
122	HNR15__classH_H:vowfI	2,602233	1,95673262	0,8216952

123	HNR15__classF_H:vowfU	-5,275689	-4,73049339	0,002366452
124	HNR15__classH_H:vowfU	-1,763001	-1,59034193	1
125	HNR15__classF_H:stimClasswrđ	2,142935	1,7405672	1
126	HNR15__classH_H:stimClasswrđ	-4,273523	-3,48613343	0,01609517
127	HNR25__(Intercept)	53,3183	29,51079986	0
128	HNR25__classF_H	4,010905	1,57051529	1
129	HNR25__classH_H	-0,3515573	-0,13780242	1
130	HNR25__vowfI	1,945844	2,20925813	0,5513411
131	HNR25__vowfU	3,654716	4,71652907	0,001309708
132	HNR25__stimClasswrđ	-2,908528	-3,50393144	0,01609517
133	HNR25__classF_H:vowfI	1,718321	1,4616988	1
134	HNR25__classH_H:vowfI	1,062035	0,90491821	1
135	HNR25__classF_H:vowfU	-5,414534	-5,43228579	0,000454969
136	HNR25__classH_H:vowfU	-1,133163	-1,14419512	1
137	HNR25__classF_H:stimClasswrđ	2,18865	1,90179655	0,7936423
138	HNR25__classH_H:stimClasswrđ	-4,100023	-3,57788428	0,01360964
139	HNR25__vowfI:stimClasswrđ	-1,648344	-2,31209751	0,3686571
140	HNR25__vowfU:stimClasswrđ	-1,098947	-1,68535116	1
141	HNR35__(Intercept)	52,48785	31,11215441	0
142	HNR35__classF_H	4,207238	1,76374046	1
143	HNR35__classH_H	-1,392856	-0,58456703	1
144	HNR35__vowfI	-0,3462098	-0,43545747	1
145	HNR35__vowfU	4,750773	5,86692081	1,13557E-05
146	HNR35__stimClasswrđ	-2,36764	-3,04028212	0,06512693
147	HNR35__classF_H:vowfI	2,251243	2,01954891	0,7338776
148	HNR35__classH_H:vowfI	2,285547	2,06099796	0,6792937
149	HNR35__classF_H:vowfU	-4,251487	-3,7062416	0,01421361
150	HNR35__classH_H:vowfU	-0,5296616	-0,47223512	1
151	HNR35__classF_H:stimClasswrđ	1,659431	1,53060924	1
152	HNR35__classH_H:stimClasswrđ	-4,670109	-4,32236665	0,000920982
153	HNR35__vowfI:stimClasswrđ	-0,1185666	-0,10077359	1
154	HNR35__vowfU:stimClasswrđ	-0,09884794	-0,09256191	1
155	HNR35__classF_H:vowfI:stimClasswrđ	-0,9135198	-0,56040542	1
156	HNR35__classH_H:vowfI:stimClasswrđ	-2,47965	-1,52346466	1
157	HNR35__classF_H:vowfU:stimClasswrđ	-2,002676	-1,34082752	1
158	HNR35__classH_H:vowfU:stimClasswrđ	-2,258726	-1,52370048	1
159	SHR__(Intercept)	0,3702168	7,83492661	2,09897E-07
160	SHR__classF_H	-0,1604612	-2,40254417	0,3686571
161	SHR__classH_H	-0,0417078	-0,6273831	1
162	SHR__vowfI	-0,05490775	-1,30002875	1
163	SHR__vowfU	-0,098887	-1,71615702	1
164	SHR__stimClasswrđ	-0,01281643	-0,30750984	1
165	SHR__classF_H:vowfI	-0,1537959	-2,59755931	0,2506083
166	SHR__classH_H:vowfI	0,1486675	2,52582429	0,2921211

167	SHR__classF_H:vowfU	0,1971922	2,41903516	0,3578918
168	SHR__classH_H:vowfU	0,04992594	0,62111185	1
169	SHR__classF_H:stimClasswrđ	0,1248663	2,14022099	0,5407634
170	SHR__classH_H:stimClasswrđ	-0,04375707	-0,75376184	1
171	SHR__vowfI:stimClasswrđ	-0,008611685	-0,13581994	1
172	SHR__vowfU:stimClasswrđ	0,1158775	2,02427779	0,677649
173	SHR__classF_H:vowfI:stimClasswrđ	0,3029804	3,44295464	0,01831788
174	SHR__classH_H:vowfI:stimClasswrđ	-0,1055686	-1,20227427	1
175	SHR__classF_H:vowfU:stimClasswrđ	-0,1436104	-1,78447526	0,9402457
176	SHR__classH_H:vowfU:stimClasswrđ	-0,1946276	-2,44027687	0,2985221

Tableau 27 : Résultats des modèles linéaires mixtes de la manipulation de production pour les voyelles tenues et les voyelles accentuées dans les mots. Les valeurs significatives sont surlignées en gris.

Concernant les paramètres en relation avec les phrases on retrouve les résultats ci-après. La F0s est significativement plus basse chez les HN par rapport aux FR (estimate = -28.77, t = -9.5, Pr (>|t|) = 2 e-16, p<0.001) et significativement plus élevée chez les FN par rapport aux FR (estimate = 46.2, t = 16.84, Pr (>|t|) = 2 e-16, p<0.001).

L'étendue fréquentielle est significativement plus basse chez les HN par rapport aux FR (estimate = -19.38, t = -3.33, Pr (>|t|) = 0.0009, p<0.001) et significativement plus élevée chez les FN par rapport aux FR (estimate = 26.79, t = 4.62, Pr (>|t|) = 4.6 e-6, p<0.001). Ces résultats sont répertoriés dans le tableau 28.

F0 MEAN	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr (> t)	P value
(Intercept)	153.100	4.675	2.500	32.751	0.000249	<0;001
spclassF_H	46.214	2.745	551.400	16.839	< 2e-16	<0;001
spclassH_H	-28.769	3.030	370.000	-9.495	< 2e-16	<0;001
F0 RANGE	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr (> t)	P Value
(Intercept)	83.329	6.928	18.300	12.028	3.97e-10	<0;001
spclassF_H	26.791	5.797	634.100	4.621	4.62e-06	<0;001
spclassH_H	-19.379	5.814	635.100	-3.333	0.000908	<0;001

Tableau 28 : Résultats des modèles linéaires mixtes de la manipulation de production pour les phrases.

3.4.5. Discussion

Nous avons trouvé que la F0 est plus basse chez les FR par rapport aux FN aussi bien dans les voyelles tenues que dans les phrases. Cela correspond à la caractéristique principale des FR rapportée dans la littérature et qui est responsable de la qualité « grave » de leur voix (36,39). Notons que dans le questionnaire que nous avons utilisé pour spécifier la plainte vocale des FR, l'une des principales différences entre les voix des FN et celles des FR est la déclaration Q2 : « La fréquence de ma voix est trop basse ». De plus, la F0 est reconnue comme l'un des principaux paramètres acoustiques responsables de la reconnaissance du genre vocal dans la voix, même si son rôle peut être plus ou moins prédominant en fonction des langues (Chapitre 3, Partie 2.3.2.3.1 : F0 et ses paramètres). Enfin, l'étendue fréquentielle des FR est comprise entre celle des FN et des HN. Ainsi les FR ont une F0 compatible avec une voix masculine et leur étendue fréquentielle est réduite par rapport à celle des FN, ce qui peut contribuer à une perception masculine de leur voix.

Concernant les fréquences des deux premiers formants F1 et F2, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les valeurs observées chez les FR et chez les FN, d'après les données des modèles mixtes. De plus nous n'avons pas trouvé de différence significative dans la surface des triangles vocaliques des FN et des FR. Ces résultats ne sont pas inattendus car les tractus vocaux des FR et des FN ne sont pas censés avoir des dimensions différentes. De plus, cette constatation nous permet de dire que les FN et les FR ont des stratégies articulatoires pour les voyelles qui sont similaires. Ainsi, les FR ont des caractéristiques formantiques féminines (Chapitre 3, Partie 2.3.2.3.2 : Formants).

Concernant les paramètres acoustiques liés à la qualité vocale, les voix des FR sont caractérisées par : une H1H2 plus basse par rapport aux FN, une CPP plus basse, un HNR05 plus élevé par rapport aux FN et un HNR05 plus élevé par rapport aux HN dans la production des mots, un HNR15 plus élevé par rapport aux FN pour la voyelle

/u:/, un HNR25 plus élevé pour la voyelle /u:/ par rapport à la moyenne des voyelles surtout dans les voyelles isolées, et un HNR35 plus élevé pour la voyelle /u:/ par rapport à la moyenne des voyelles.

Comme mentionné précédemment, la H1H2 basse (ainsi que la H2H4 élevée) est le reflet d'une voix moins soufflée ou plus craquée chez les FR par rapport aux FN. Ces caractéristiques vocales sont davantage observées dans les voix masculines (Chapitre 3, Partie 2.3.2.3.5 : Qualité vocale).

Le CPP est une mesure du degré de l'organisation des harmoniques. Une voix avec une structure harmonique bien définie aura un pic spectral élevé. Dans notre étude, la valeur inférieure de la CPP chez les FR par rapport aux FN et HN reflète une désorganisation de la structure des harmoniques chez les FR. Comme déjà mentionné, le CPP est corrélé à un haut degré de dysphonie sans lien constant avec une qualité vocale particulière. Il faut noter que le CPP, été corrélé au genre vocal chez l'enfant : il est plus élevé chez les garçons par rapport aux filles (208). Il a aussi été lié au degré d'attractivité de la voix de l'adulte indépendamment du genre du locuteur, un CPP élevé étant associé à une voix sexuellement attractive (209).

Le HNR est plus élevé chez les FR par rapport aux HN et aux FN dans les fréquences inférieures à 500 Hz, il est plus élevé chez les FR/ FN dans les fréquences au-dessus de 500 Hz. Les premiers résultats sont compatibles avec des caractéristiques masculines concernant le genre vocal alors que les deuxièmes constatations sont compatibles avec des voix féminines. En effet, d'après Biemans, un HNR élevé entre 0 et 400 HZ est compatible avec une voix rauque et donc plus volontiers masculine alors qu'un HNR élevé dans les fréquences au-dessus de 500 Hz est compatible avec une voix soufflée et donc plus volontiers féminine. Ainsi le groupe de FR ayant un HNR 05 plus élevé par rapport aux HN a une voix pouvant être qualifiée de rauque et donc plus caractéristique des voix masculines. Ce même groupe ayant des HNR15, 25 et 35 plus élevés par rapport aux FN a une voix qui comporte une composante soufflée plus volontiers féminine (21).

3.4.6. Conclusion

Dans cette partie, nous avons pu démontrer que les FR possèdent plusieurs caractéristiques vocales masculines, notamment :

- La F0 moyenne est plus basse chez les FR par rapport aux FN et plus élevée chez les FR par rapport aux HN.
- Le HNR05 est plus élevé dans les basses fréquences chez les FR par rapport aux HN et aux FN.
- Leur H1H2 est plus basse par rapport aux FN, ce qui est compatible avec une voix craquée.
- L'étendue fréquentielle est plus étroite chez les FR par rapport aux FN et plus large chez les FR par rapport aux HN.
- Le CPP est inférieur chez les FR par rapport aux HN et aux FN.

Cependant, nous n'avons pas pu établir un lien entre le SHR et le genre vocal.

Par ailleurs, les FR gardent certaines caractéristiques vocales féminines :

- Les Formants (F1, F2) sont similaires chez les FR par rapport aux FN et plus élevés chez les FR par rapport aux HN.
- La surface du triangle vocalique est similaire chez les FR et les FN et plus grande par rapport aux HN.
- Les HNR15, 25 et 35 sont plus élevés dans les fréquences élevées chez les FR par rapport aux FN.

La question qui reste à résoudre est la suivante : Quels paramètres acoustiques sont utilisés par le jury d'écoute pour effectuer les jugements concernant le genre vocal des locuteurs et les locutrices. Nous essayerons d'y répondre dans la section suivante.

3.5. Chapitre 9: Croisement des études

3.5.1. Introduction

L'objectif de notre étude étant de retrouver les paramètres acoustiques responsables de la perception du genre vocal chez les FR. Nous allons croiser les résultats de l'étude de perception avec ceux de l'étude de production pour pouvoir y répondre.

3.5.2. Hypothèses

L'hypothèse que l'on souhaite vérifier dans cette dernière partie est la suivante :

Il existe une corrélation entre la perception de la masculinité de la voix par le jury d'écoute et les différents paramètres acoustiques discriminant par rapport au genre.

3.5.3. Matériel et méthode

Dans le but d'évaluer la présence d'une relation entre les paramètres acoustiques et l'évaluation du genre vocal par le jury d'écoute, nous avons choisi de travailler uniquement sur les voyelles tenues. Nous avons fait ce choix car pour les phrases nous n'avons étudié que la F0 moyenne et son étendue. Or les données en relation avec la F0 moyennes sont aussi retrouvées dans les voyelles.

Conformément au choix fait pour l'étude de production (et en raison de la répartition bimodale des réponses des membres du jury), seulement les réponses correspondant aux valeurs extrêmes sont prises en considération.

Nous avons construit un modèle linéaire mixte différent par paramètre. Dans le but de corriger les effets de pseudo-réplication dus au test de plusieurs modèles de différentes caractéristiques à partir des mêmes données, nous avons opté pour l'approche se basant sur la méthode : False Discovery Rate introduite par Benjamini and Yekutieli (203).

Dans chaque modèle la variable dépendante correspond à la probabilité que chaque voyelle soit classée comme produite par une voix sûrement masculine par rapport à la probabilité qu'elle soit classée comme produite par une voix sûrement féminine. Les facteurs fixes sont: la valeur du paramètres acoustique considéré (avec un paramètre différent par modèle), l'appartenance à un groupe de locuteurs/locutrices (avec le groupe des FR comme niveau de référence) l'identité de la voyelle (avec la voyelle /a:/ comme niveau de référence) et les interactions double et triple entre ces facteurs. Les effets aléatoires incluent un intercepte spécifique par locuteur et une pente spécifique par locuteur pour chaque facteur fixe.

3.5.4. Résultats

Nous avons retrouvé une relation significative entre 6 paramètres acoustiques et l'évaluation du genre vocal par le jury d'écoute en se basant sur les voyelles tenues. Il s'agit en premier lieu de la F0. L'effet de la F0, quel que soit le groupe de locuteurs est négatif et significatif. Ainsi, plus la F0 augmente, plus la probabilité que des locuteurs ou des locutrices soient jugés comme sûrement masculins ou masculines diminue, et ceci est en particulier vrai pour les FR (Tableau 29, Ligne2).

Le deuxième paramètre qui est pris en compte par le jury d'écoute dans le jugement du genre du locuteur est le H1H2. L'effet est significatif et négatif. Ainsi plus le H1H2 augmente plus la probabilité que les FR soient jugées comme sûrement masculines diminue (Tableau 29, Ligne 30). Cet effet est spécifique du jugement porté sur les FR puisqu'on retrouve d'effet significatif de l'interaction entre le groupe et le H1H2 ni pour les FN (Tableau 29, Ligne 35), ni pour les HN (Tableau 29, Ligne 36).

Le troisième paramètre qui est pris en compte par le jury d'écoute dans le jugement du genre du locuteur est le CPP. L'effet est significatif et négatif. Ainsi plus le CPP augmente plus la probabilité que les FR soient jugées comme sûrement masculines diminue (Tableau 29, Ligne 63). Cet effet est retrouvé de manière significative et

positive aussi bien chez les FN (Tableau 29, Ligne 66), que chez les HN (Tableau 29, Ligne 67). Cependant cet effet est moins prononcé dans ces deux groupes par rapport aux FR. Quand le CPP augmente, la probabilité que les FN ou les HN soient jugés comme sûrement masculins diminue, mais cet effet est moins important que chez les FR car le signe de l'interaction est positif alors que le signe de l'effet simple de CPP est négatif.

Le quatrième paramètre qui est pris en compte par le jury d'écoute dans le jugement du genre du locuteur est le HNR05. Pour la voyelle /i:/, l'effet est significatif et positif. Une augmentation du HNR05 pour la voyelle /i:/ est associée à l'augmentation de la probabilité d'être jugé comme sûrement masculin par rapport à la moyenne des voyelles (Tableau 29, Ligne 76). Pour la voyelle /u:/, l'effet est significatif et négatif. Une augmentation du HNR05 pour la voyelle /u:/ est associée à une diminution de la probabilité d'être jugé comme sûrement masculin par rapport à la moyenne des voyelles (Tableau 29, Ligne 77). L'effet observé pour la voyelle /i:/ chez les FR est significativement réduit chez les HN (Tableau 29, Ligne 83) ; il en est de même pour l'effet observé pour la voyelle /u:/ (Tableau 29, Ligne 85).

Le cinquième paramètre qui est pris en compte par le jury d'écoute dans le jugement du genre du locuteur est le HNR15. Pour la voyelle /u:/, l'effet est significatif et négatif. Une augmentation du HNR15 pour la voyelle /u:/ est associée à une diminution de la probabilité d'être jugé comme sûrement masculin par rapport à la moyenne des voyelles (Tableau 19, Ligne 95). L'effet observé pour la voyelle /u:/ chez les FR est significativement diminué chez les HN (Tableau 29, Ligne 103).

Le dernier paramètre qui est pris en compte par le jury d'écoute dans le jugement du genre du locuteur est le HNR25. L'effet est significatif et négatif. Une augmentation du HNR25 est associée avec une diminution de la probabilité d'être jugé comme sûrement masculin (Tableau 29, Ligne 105). Cet effet est plus marqué pour la voyelle /u:/ chez les FR (Tableau 29, Ligne 113). L'effet de la voyelle /u:/ observé chez les FR diminue chez les HN (Tableau 29, Ligne 121).

Tous les résultats des statistiques concernant la mise en commun de la manipulation de production et de la manipulation de perception sont listés dans le tableau 29 qui s'étend sur les 3 pages suivantes.

0	INLINEAllEffNames	INLINEAllestimates	INLINEAllouttvals	adjustedPs
1	pF0__(Intercept)	3,426452643	14,8218867	0,00000
2	pF0__pF0	-0,003674185	-2,9929845	0,02976
3	pF0__spPathF_H	-0,701807644	-3,9136943	0,00950
4	pF0__spPathH_H	1,037589772	6,116552	0,00014
5	pF0__vowfI	-0,140151984	-1,7674022	0,56388
6	pF0__vowfU	0,398622425	4,7003019	0,00014
7	pF0__spPathF_H:vowfI	0,184144021	1,815422	0,51750
8	pF0__spPathH_H:vowfI	0,154980758	1,5722036	0,78682
9	pF0__spPathF_H:vowfU	-0,370123534	-3,4470659	0,00950
10	pF0__spPathH_H:vowfU	-0,372921669	-3,5945185	0,00586
11	pF1__(Intercept)	2,833901536	19,8583856	0,00000
12	pF1__spPathF_H	-0,907904955	-4,5597611	0,00211
13	pF1__spPathH_H	1,159882027	5,847763	0,00014
14	pF1__vowfI	-0,131631997	-1,6568581	0,68035
15	pF1__vowfU	0,333042419	3,9896851	0,00166
16	pF1__spPathF_H:vowfI	0,154230085	1,5218869	0,83231
17	pF1__spPathH_H:vowfI	0,135219882	1,3709075	1,00000
18	pF1__spPathF_H:vowfU	-0,332187892	-3,0947222	0,02327
19	pF1__spPathH_H:vowfU	-0,31546327	-3,0615058	0,02327
20	pF2__(Intercept)	2,833901536	19,8583856	0,00000
21	pF2__spPathF_H	-0,907904955	-4,5597611	0,00211
22	pF2__spPathH_H	1,159882027	5,847763	0,00014
23	pF2__vowfI	-0,131631997	-1,6568581	0,68035
24	pF2__vowfU	0,333042419	3,9896851	0,00166
25	pF2__spPathF_H:vowfI	0,154230085	1,5218869	0,83231
26	pF2__spPathH_H:vowfI	0,135219882	1,3709075	1,00000
27	pF2__spPathF_H:vowfU	-0,332187892	-3,0947222	0,02327
28	pF2__spPathH_H:vowfU	-0,31546327	-3,0615058	0,02327
29	H1H2cc__(Intercept)	2,842164924	23,6982262	0,00000
30	H1H2cc__H1H2cc	-0,035058279	-3,3632312	0,01222
31	H1H2cc__spPathF_H	-0,894722561	-5,1546554	0,00076
32	H1H2cc__spPathH_H	1,167186836	6,7422674	0,00003
33	H1H2cc__vowfI	-0,106790594	-1,3352865	1,00000
34	H1H2cc__vowfU	0,378585355	4,5241442	0,00021
35	H1H2cc__H1H2cc:spPathF_H	0,031433761	2,3567258	0,15315
36	H1H2cc__H1H2cc:spPathH_H	0,039149802	2,3137044	0,16946
37	H1H2cc__spPathF_H:vowfI	0,125067008	1,2230931	1,00000
38	H1H2cc__spPathH_H:vowfI	0,118093801	1,1555439	1,00000
39	H1H2cc__spPathF_H:vowfU	-0,361830466	-3,1864696	0,01918
40	H1H2cc__spPathH_H:vowfU	-0,361424237	-3,5012639	0,00815
41	H2H4cc__(Intercept)	2,833901536	19,8583856	0,00000
42	H2H4cc__spPathF_H	-0,907904955	-4,5597611	0,00211
43	H2H4cc__spPathH_H	1,159882027	5,847763	0,00014

44	H2H4cc__vowfI	-0,131631997	-1,6568581	0,68035
45	H2H4cc__vowfU	0,333042419	3,9896851	0,00166
46	H2H4cc__spPathF_H:vowfI	0,154230085	1,5218869	0,83231
47	H2H4cc__spPathH_H:vowfI	0,135219882	1,3709075	1,00000
48	H2H4cc__spPathF_H:vowfU	-0,332187892	-3,0947222	0,02327
49	H2H4cc__spPathH_H:vowfU	-0,31546327	-3,0615058	0,02327
50	Energy__(Intercept)	2,81097537	19,0169662	0,00000
51	Energy__Energy	0,14562526	2,1851572	0,22257
52	Energy__spPathF_H	-0,911428579	-4,4338383	0,00287
53	Energy__spPathH_H	1,138333789	5,5333147	0,00028
54	Energy__vowfI	-0,120121705	-1,4742443	0,89751
55	Energy__vowfU	0,284332668	3,3096502	0,01362
56	Energy__Energy:vowfI	-0,059842168	-0,9108712	1,00000
57	Energy__Energy:vowfU	0,209396806	2,3003968	0,17150
58	Energy__spPathF_H:vowfI	0,162583981	1,5948338	0,75856
59	Energy__spPathH_H:vowfI	0,127231966	1,2788445	1,00000
60	Energy__spPathF_H:vowfU	-0,330144394	-3,0729121	0,02327
61	Energy__spPathH_H:vowfU	-0,319654293	-3,0682021	0,02327
62	CPP__(Intercept)	4,418258081	10,7837836	0,00000
63	CPP__CPP	-0,074348901	-4,1496674	0,00112
64	CPP__spPathF_H	-2,523503226	-4,911388	0,00008
65	CPP__spPathH_H	-0,420555495	-0,7514752	1,00000
66	CPP__CPP:spPathF_H	0,07563629	3,4889818	0,00863
67	CPP__CPP:spPathH_H	0,074131869	3,2130804	0,01831
68	HNR05__(Intercept)	3,698365331	10,0250041	0,00000
69	HNR05__HNR05	-0,019715087	-2,5507939	0,09303
70	HNR05__spPathF_H	-1,975585678	-3,7953568	0,00328
71	HNR05__spPathH_H	0,333667161	0,6533705	1,00000
72	HNR05__vowfI	-1,031662727	-3,4366119	0,00950
73	HNR05__vowfU	1,565978381	4,658638	0,00014
74	HNR05__HNR05:spPathF_H	0,024245866	2,3127803	0,16946
75	HNR05__HNR05:spPathH_H	0,01888142	1,7788386	0,55890
76	HNR05__HNR05:vowfI	0,021158316	3,0509585	0,02378
77	HNR05__HNR05:vowfU	-0,030211343	-3,9017934	0,00211
78	HNR05__spPathF_H:vowfI	0,797241032	1,6470331	0,68806
79	HNR05__spPathH_H:vowfI	1,379767728	3,168936	0,01969
80	HNR05__spPathF_H:vowfU	-1,497813864	-3,0735931	0,02327
81	HNR05__spPathH_H:vowfU	-1,666314838	-3,8252175	0,00254
82	HNR05__HNR05:spPathF_H:vowfI	-0,015613818	-1,4618375	0,91146
83	HNR05__HNR05:spPathH_H:vowfI	-0,028783392	-2,9469886	0,03212
84	HNR05__HNR05:spPathF_H:vowfU	0,028944678	2,686332	0,06318
85	HNR05__HNR05:spPathH_H:vowfU	0,032938169	3,3311184	0,01286
86	HNR15__(Intercept)	3,779891439	8,451853	0,00000
87	HNR15__HNR15	-0,018972966	-2,2425432	0,19458
88	HNR15__spPathF_H	-2,06276603	-3,1915556	0,01946
89	HNR15__spPathH_H	0,315161979	0,4984078	1,00000
90	HNR15__vowfI	-1,295236582	-2,9525933	0,03196
91	HNR15__vowfU	2,038908662	3,9177665	0,00211
92	HNR15__HNR15:spPathF_H	0,022605764	1,9206277	0,41746
93	HNR15__HNR15:spPathH_H	0,017786981	1,5037377	0,85648
94	HNR15__HNR15:vowfI	0,02351742	2,7701662	0,05262

95	HNR15__HNR15:vowfU	-0,033539102	-3,2711386	0,01505
96	HNR15__spPathF_H:vowfI	0,902993498	1,2400967	1,00000
97	HNR15__spPathH_H:vowfI	1,785321547	2,7206606	0,05869
98	HNR15__spPathF_H:vowfU	-1,814996688	-2,648805	0,06906
99	HNR15__spPathH_H:vowfU	-2,147856067	-3,2717928	0,01505
100	HNR15__HNR15:spPathF_H:vowfI	-0,016316379	-1,2362244	1,00000
101	HNR15__HNR15:spPathH_H:vowfI	-0,032563015	-2,6946777	0,06233
102	HNR15__HNR15:spPathF_H:vowfU	0,02963135	2,2415711	0,19458
103	HNR15__HNR15:spPathH_H:vowfU	0,035218235	2,7500138	0,05527
104	HNR25__(Intercept)	4,245686935	8,013184	0,00000
105	HNR25__HNR25	-0,02578977	-2,7343496	0,05777
106	HNR25__spPathF_H	-2,532923167	-3,4197605	0,01016
107	HNR25__spPathH_H	-0,118575797	-0,1629632	1,00000
108	HNR25__vowfI	-1,584659016	-2,9255704	0,03398
109	HNR25__vowfU	2,667778954	3,9342161	0,00203
110	HNR25__HNR25:spPathF_H	0,029236739	2,2966733	0,17213
111	HNR25__HNR25:spPathH_H	0,023859663	1,8294936	0,50757
112	HNR25__HNR25:vowfI	0,026874012	2,7186219	0,05869
113	HNR25__HNR25:vowfU	-0,041934423	-3,4160057	0,01004
114	HNR25__spPathF_H:vowfI	1,130239217	1,3645372	1,00000
115	HNR25__spPathH_H:vowfI	2,117128098	2,7909023	0,04997
116	HNR25__spPathF_H:vowfU	-2,420422895	-2,8532331	0,04220
117	HNR25__spPathH_H:vowfU	-2,721840406	-3,2245453	0,01740
118	HNR25__HNR25:spPathF_H:vowfI	-0,019079014	-1,3412463	1,00000
119	HNR25__HNR25:spPathH_H:vowfI	-0,036710411	-2,6720395	0,06519
120	HNR25__HNR25:spPathF_H:vowfU	0,037888716	2,5019626	0,10323
121	HNR25__HNR25:spPathH_H:vowfU	0,042756591	2,790997	0,04997
122	HNR35__(Intercept)	2,833901536	19,8583856	0,00000
123	HNR35__spPathF_H	-0,907904955	-4,5597611	0,00211
124	HNR35__spPathH_H	1,159882027	5,847763	0,00014
125	HNR35__vowfI	-0,131631997	-1,6568581	0,68035
126	HNR35__vowfU	0,333042419	3,9896851	0,00166
127	HNR35__spPathF_H:vowfI	0,154230085	1,5218869	0,83231
128	HNR35__spPathH_H:vowfI	0,135219882	1,3709075	1,00000
129	HNR35__spPathF_H:vowfU	-0,332187892	-3,0947222	0,02327
130	HNR35__spPathH_H:vowfU	-0,31546327	-3,0615058	0,02327
131	SHR__(Intercept)	2,833901536	19,8583856	0,00000
132	SHR__spPathF_H	-0,907904955	-4,5597611	0,00211
133	SHR__spPathH_H	1,159882027	5,847763	0,00014
134	SHR__vowfI	-0,131631997	-1,6568581	0,68035
135	SHR__vowfU	0,333042419	3,9896851	0,00166
136	SHR__spPathF_H:vowfI	0,154230085	1,5218869	0,83231
137	SHR__spPathH_H:vowfI	0,135219882	1,3709075	1,00000
138	SHR__spPathF_H:vowfU	-0,332187892	-3,0947222	0,02327
139	SHR__spPathH_H:vowfU	-0,31546327	-3,0615058	0,02327

Tableau 29 : Résultats de la régression logistique de la combinaison entre la manipulation de perception et la manipulation de production. Les valeurs significatives sont surlignées en gris.

3.5.5. Discussion générale

Nous avons pu démontrer, dans cette dernière partie, que les membres du jury utilisent 6 paramètres acoustiques principaux pour différencier le genre vocal des locuteurs et des locutrices et que ces 6 paramètres ne sont pas utilisés de façon homogène pour les 3 groupes. F0 semble être un paramètre très robuste quel que soit le groupe de locuteurs. Son augmentation, en relation avec une voix aigüe, pousse l'auditeur à faire un jugement de voix sûrement féminine, alors que sa diminution, en relation avec une voix grave, le pousse à faire le jugement d'une voix sûrement masculine. Ainsi, une voix aigüe est perçue comme féminine par les auditeurs libanais, une voix grave est perçue comme masculine par les auditeurs libanais. Pour les auditeurs libanais, la F0 semble être un paramètre majeur pour le jugement du genre vocal.

Le CPP semble lui aussi un paramètre important puisque sa diminution, quel que soit le groupe de locuteurs ou locutrices augmente la probabilité de jugement d'une voix masculine ; cependant son effet est plus important chez les FR par rapport aux FN et aux HN. Ainsi la désorganisation de la structure des harmoniques du signal, compatible avec une voix dysphonique, mais pas nécessairement soufflé pousse l'auditeur à faire un jugement de voix sûrement masculine surtout chez les FR. Le CPP ayant déjà été lié au genre du locuteur chez l'enfant, devrait faire l'objet d'études plus poussées quant à sa relation avec le genre vocal surtout que chez les enfants on a retrouvé un CPP plus élevé chez les garçons par rapport aux filles (208). Quant au H1H2, bien que classiquement associée aux voix féminines, il ne semble corrélé aux jugements des locuteurs que dans le groupe des FR. Cette constatation pourrait faire évoquer l'hypothèse que selon le type de voix entendue, les paramètres acoustiques utilisés par l'auditeur ou l'auditrice pour faire le jugement du genre vocal peuvent varier avec la nécessité d'avoir recours à un nombre de paramètres plus important quand le genre vocal est ambigu. Cette observation est confirmée par le

fait que les HNR05, HNR15 et HNR25 ont un effet plus prononcé chez les FR par rapport aux HN. Il est aussi possible que certains paramètres acoustiques soient plus parlants dans certaines voyelles. En effet, nous avons retrouvé un effet majoré des 3 HNR précités dans la voyelle /u:/.

En reprenant le cadre de Scherer, on peut dire que les FR auto-évaluent leur voix comme étant masculine alors qu'elles reconnaissent avoir une personnalité globalement féminine. L'étude de production révèle qu'elles présentent certains paramètres acoustiques liés au genre masculin alors qu'elles conservent d'autres paramètres acoustiques féminins. Elles sont plus souvent identifiées par un jury naïf comme sûrement masculines même lors de la production de phrases. D'après le questionnaire d'évaluation du handicap vocal, les FR sont gênées par le fait d'être souvent perçues comme sûrement masculines. Ces données sont résumées dans la dernière ligne du tableau 30.

I	II	III	IV	V
IDENTITE	REPRESENTATION			IMPRESSION
SEXE ET GENRE	QUALITE VOCALE			
Locuteur	Instruments	Jury naïf		Locuteur
Auto-évaluation	Etude de production	Etude de perception		Vécu social
Personnalité féminine Voix masculine	Paramètres acoustiques masculins	Identification du genre souvent comme masculine		Gênant

Tableau 30 : Approche multidimensionnelle du genre vocal inspirée du cadre théorique de Scherer complété pour les FR

4. Conclusions, limitations et perspectives

Ce travail a été inspiré par une constatation clinique correspondant à la plainte des femmes avec œdème de Reinke dont la voix est souvent perçue comme une voix masculine. L'œdème de Reinke n'est pas une pathologie grave en soi, en ce sens que dans la majorité des cas, cette maladie n'a pas de conséquences dramatiques sur la santé des patientes ; cependant elle peut avoir des conséquences sociales qui sont souvent négligées car mal verbalisées par les patientes ou encore mal cernées par l'équipe soignante. En partant de ce fait, nous avons proposé une approche transdisciplinaire permettant de caractériser plus précisément la plainte de ces patientes en alliant une approche médicale, une approche phonétique et une approche sociologique. L'intérêt d'une telle approche est de clarifier la plainte des patientes, mais aussi d'introduire dans le domaine de la sociophonétique un objet de travail jusqu'alors méconnu dans cette discipline.

Afin de pouvoir élucider la question, nous avons revu la littérature pour dégager les éléments qui font l'objet d'un débat dans la perception du genre vocal et qui peuvent être appliqués au cas des femmes avec œdème de Reinke.

Les principaux aspects qui se distinguent sont l'auto-évaluation de la voix, la perception de la voix et la production vocale. Pour cette raison, nous avons choisi de nous intéresser à ces trois thèmes qui sont étroitement liés et qui s'influencent mutuellement.

Nos questions de recherche ont pu être éclaircies ; cependant, d'autres interrogations ont été soulevées. Nous allons dans un premier temps résumer les principales réponses apportées à nos questions de recherche, puis nous allons exposer les interrogations soulevées en nous intéressant d'une part aux limitations du travail, et de l'autre aux projets futurs qui pourraient le compléter.

L'étude d'auto-évaluation du genre vocal a permis de répondre aux questions suivantes :

-Les femmes avec œdème de Reinke s'auto-évaluent-elles comme ayant une voix plus masculine par rapport aux femmes à la voix normale ?

-Quelles sont les répercussions sociales de l'altération du genre vocal chez les patientes avec œdème de Reinke ?

Nous avons trouvé que les FR s'auto-évaluent comme ayant une voix significativement plus masculine que les FN et qu'elles estiment avoir une personnalité globalement aussi féminine que les FN. Ce résultat est important, car même si l'étude de l'ambiguïté du genre vocal a un intérêt en soi, cet intérêt devient plus évident quand il répond à un mal-être social. De fait, les FR sont stigmatisées à cause de leur voix : on leur demande plus fréquemment si elles ont un problème avec leur voix, elles sont significativement moins souvent perçues en tant que femmes, leur perception par les autres en tant qu'« hommes » les dérange de façon significative, la qualité de leur voix les dérange. Ainsi, ces résultats devraient pousser la communauté scientifique à leur porter plus d'intérêt, malgré les difficultés préalablement citées relatives aux études sur les voix des femmes. Nous avons pu constater que les questionnaires actuellement utilisés dans la pratique clinique pour évaluer le handicap vocal ne sont pas suffisamment ciblés pour évaluer les plaintes des FR. Pour cette raison, il serait intéressant d'ajouter aux questionnaires usuels quelques questions spécifiques au genre vocal comme « Je suis gênée d'être perçue comme un homme à cause de ma voix » ou « Ma voix fait que je suis difficilement identifiée en tant que femme ». Les réponses à ces questions pourraient orienter la prise en charge thérapeutique des FR et permettre de prédire puis d'évaluer leur satisfaction quant au résultat du traitement.

L'étude de perception du genre vocal a permis de répondre à la question suivante :

-Les femmes avec œdème de Reinke sont-elles perçues comme ayant une voix plus masculine que les femmes à la voix normale et cela par un jury naïf ?

Il s'est avéré que les FR sont plus fréquemment classées comme sûrement masculines que les FN et que cette désignation, contradictoire par rapport à l'image de soi

qu'elles souhaitent afficher, persiste quel que soit le type de stimulus : voyelles, mots, phrases mais avec un pourcentage décroissant en fonction de l'ordre précité. Ainsi la plainte vocale des FR est bien réelle dans la société libanaise. Elle est en relation avec les caractéristiques vocales des FR et elle n'est pas exacerbée par la transmission à travers la bande passante du téléphone puisque nous avons retrouvé cette plainte sans exposer les voix à une bande passante identique à celle du téléphone. De plus, nous avons pu montrer que les auditeurs et les auditrices dans la société libanaise ont une perception binaire du genre, cela est en accord avec Eckert (20). Finalement, dans notre jury, ce sont les auditrices qui ont jugé les FR plus souvent comme sûrement masculines par rapport aux auditeurs. Cette constatation doit être vérifiée par d'autres études et si elle est confirmée, le genre de l'auditeur devrait être pris en considération dans les études sur le genre vocal.

L'étude de production a permis de répondre à la question suivante :

-Quels sont les paramètres acoustiques qui distinguent les voix des patientes avec œdème de Reinke ?

Les résultats de l'analyse acoustique multiparamétrique ont révélé des différences significatives entre les trois groupes de l'étude, sur le plan de la fréquence fondamentale, de l'étendue fréquentielle, ainsi que des paramètres acoustiques liés à la qualité de la voix : H1H2, HNR05 et CPP. Ces paramètres sont liés à une qualité vocale masculine. Par contre d'autres paramètres se sont révélés non significativement différents entre les FR et les FN ; il s'agit des formants, de la surface du triangle vocalique et des HNR15, 25 et 35. Ces paramètres, quant à eux, sont liés à une qualité vocale féminine. Ainsi les FR ont certaines caractéristiques vocales féminines, mais leurs caractéristiques vocales masculines semblent prédominer puisqu'elles sont plus souvent jugées comme sûrement masculines.

Le croisement entre les études a permis d'apporter des réponses aux questions suivantes :

-Y a-t-il une corrélation entre les paramètres acoustiques des voix des femmes avec œdème de Reinke et la masculinité de leur voix perçue par un jury naïf ?

-Les femmes avec œdème de Reinke constituent-elles un groupe permettant d'étudier les paramètres acoustiques associés au trouble du genre vocal ?

On peut dire que les paramètres acoustiques en lien avec le jugement perceptif du jury, en arabe libanais, concerne la F0 ainsi que cinq paramètres en lien avec la qualité vocale : le CPP, le H1H2, le HNR05, le HNR15 et le HNR25. Les paramètres en relation avec les formants n'ont pas eu un rôle significatif dans le choix des membres du jury. Ainsi en arabe libanais, la F0 et la qualité vocale semblent influencer plus fortement les auditeurs dans la perception du genre vocal comme c'est le cas pour les auditeurs anglophones d'après Pépiot (40). De plus on a pu montrer que quand ils sont soumis à des voix ambiguës, les auditeurs ont tendance à utiliser plusieurs paramètres acoustiques afin de reconnaître le genre vocal. Certains paramètres ont déjà été étudiés en relation avec le genre (H1H2, HNR05, HNR25, HNR35), par contre le CPP mérite de plus amples investigations.

Ce travail de recherche aura donc permis d'enrichir les connaissances scientifiques sur les différences entre les voix masculines et les voix féminines, sur les conséquences psychosociales de ces différences acoustiques, ainsi que sur le processus d'identification du genre par la voix. Pour toutes les raisons précitées et résumées dans le tableau 30, on peut conclure que les FR constituent bien un groupe permettant d'étudier les paramètres acoustiques associés au trouble du genre vocal.

Malgré tous nos efforts, le travail souffre de nombreuses limitations comme l'inclusion de seulement 10 locuteurs/locutrices par groupe, des caractéristiques démographiques légèrement différentes entre les groupes (nombre de personnes sans travail, nombre de langues parlées), des caractéristiques non spécifiées (absence d'information sur les pays où les différents locuteurs et auditeurs ont vécu car ceci

pourrait influencer la production vocal des premiers et la perception du genre vocal par les seconds), l'étude des 3 voyelles cardinales du libanais seulement, ainsi que la restriction des paramètres acoustiques étudiés en raison de la qualité apériodique des voix des FR et du fait que les enregistrements n'ont pas été faits dans une chambre sourde (le niveau du bruit de fond n'a pas été évalué). Finalement, les questionnaires d'auto-évaluation de la voix ont été soumis à un stade où les locutrices étaient au courant des hypothèses du travail de recherche, ce qui a pu avoir des répercussions sur leurs réponses.

Au regard des résultats obtenus dans la présente étude, de nombreuses perspectives se dessinent, tant sur le plan de la recherche fondamentale que des applications pratiques.

Dans un premier temps, l'analyse acoustique multiparamétrique pourrait être poursuivie sur un plus grand nombre de locuteurs et locutrices des trois groupes, afin de neutraliser de manière plus sûre les variations interindividuelles et de mieux comprendre l'auto-évaluation du genre vocal notamment dans la population normale. On pourrait inclure un quatrième groupe de femmes dysphoniques ne se plaignant pas d'être perçues comme des hommes afin de retrouver les paramètres utilisés dans la reconnaissance du genre vocal dans d'autres voix pathologiques sans ambiguïté genrée ; il serait aussi intéressant d'évaluer le vécu des hommes avec œdème de Reinke pour voir si leur qualité vocale influence le degré de masculinité perçu chez eux. Il est aussi extrêmement important de faire la même étude sur des FR avant et après qu'elles eurent bénéficié du traitement chirurgical qui leur est actuellement proposé (traitement qui consiste à réduire l'œdème de Reinke et à réséquer l'excès de muqueuse) afin de voir s'il est suffisant pour changer la perception de leur genre vocal. Ce dernier type d'étude pourrait aussi, d'un côté, nous renseigner sur l'éventuelle présence d'un aspect positif lié à la qualité vocale masculine et qui pourrait disparaître après le traitement ; et d'un autre côté, nous permettre d'explorer

les mécanismes articulatoires en relation avec les paramètres acoustiques et leur modification avec le traitement.

On a utilisé une échelle bipolaire pour l'évaluation du genre, mais il serait intéressant de confronter les résultats de cette étude à ceux d'une étude sur les FR où l'évaluation du genre se ferait sur deux échelles différentes de masculinité et féminité.

On pourrait inclure des mesures non linéaires – capturant la variabilité du signal sonore dans le temps et l'intensité dans les signaux aperiodiques (178) –, ainsi qu'une analyse de l'intonation et du tempo, afin d'étudier leur relation avec la perception du genre vocal. L'élargissement du corpus aux fricatives sourdes doit être envisagé car plusieurs études ont été menées sur l'identification du genre dans la voix à partir des fricatives sourdes (27,40) et il serait intéressant de voir les répercussions de la qualité vocale des FR à cet égard. L'enregistrement et l'étude d'un corpus spontané seraient aussi d'un grand intérêt.

On pourrait encore utiliser l'électroglottographie afin d'étudier la configuration glottique des FR en raison du lien démontré entre la configuration glottique et le genre de la voix (172).

Dans un deuxième temps, l'analyse acoustique multiparamétrique pourrait être étendue aux productions de locuteurs (HN) et de locutrices (FN et FR) d'autres langues, en suivant des méthodes de choix du corpus et des procédures d'enregistrement standardisées. Cela permettrait d'obtenir des données complémentaires sur les variations inter-langues des caractéristiques acoustiques des FR, de même qu'il pourrait permettre de vérifier si dans les langues où la perception du genre dépend en grande partie des fréquences des premiers formants, la perception du genre vocal des FR est moins souvent erronée. Sur un autre plan, les comparaisons inter-langues pourraient conduire à des comparaisons entre des sociétés où la femme est plus ou moins émancipée et où son rôle social est plus ou moins stéréotypique. Il est possible que dans les sociétés où les femmes ont des rôles

sociaux moins traditionnels, l'impact de la qualité vocale des FR soit moins prononcé quant à la classification du genre vocal.

Il serait par ailleurs intéressant d'étudier la difficulté rencontrée par les auditeurs pour l'identification du message linguistique véhiculé par la voix des FR par rapport aux FN et aux HN, car des études sur des voyelles synthétisées ont montré une difficulté d'identification des voyelles isolées proportionnelle à la F0 des stimuli au-dessus de 150 Hz (157). Une des questions à résoudre serait : les FR sont-elles mieux comprises que les FN à cause de leur F0 basse ? De même qu'il serait intéressant de considérer plus avant l'impact de la qualité vocale des FR sur la compréhension du message linguistique. Une autre question à envisager serait : les FR sont-elles mal comprises à cause de leur qualité vocale (110) ? On pourrait aussi s'intéresser aux zones cérébrales activées lors de l'écoute des FR à travers l'utilisation de l'IRM fonctionnelle ; est-ce les zones qui sont classiquement activées lors de l'écoute de voix d'hommes ou de voix de femmes ? Il serait aussi utile de vérifier si les auditeurs et les auditrices utilisent les mêmes indices pour l'identification du genre vocal devant des voix ambiguës.

Concernant les applications pratiques, les données obtenues dans le présent travail pourraient s'avérer particulièrement utiles pour les personnes transgenres et pour la réhabilitation vocale des FR. Au-delà de la fréquence fondamentale moyenne, qui est la principale cible des traitements chirurgicaux proposés aux FR et aux personnes transgenres, d'autres éléments en relation avec la qualité vocale ainsi que l'étendue fréquentielle pourraient être travaillés.

Enfin, les données de production et de perception obtenues ici sont susceptibles de fournir des indications intéressantes aux chercheurs travaillant dans le domaine du traitement automatique de la parole. Leur prise en compte permettrait, d'une part, de mieux adapter au genre du locuteur les modèles utilisés pour la reconnaissance vocale et, d'autre part, d'améliorer les techniques d'identification automatique du

genre du locuteur (par exemple, en criminologie). Ainsi, il est possible qu'en introduisant des paramètres acoustiques comme le H1H2, le CPP, le HNR05 et le HNR25, la reconnaissance automatique du genre des locuteurs soit plus fiable, notamment dans le cas des voix qui ne sont pas stéréotypiquement féminines ou masculines.

Références

1. Van Den Berg J. Myoelastic-aerodynamic theory of voice production. *J Speech Hear Res.* 1958 Sep; 1(3):227–44.
2. Breton DL. *Eclats de voix : Une anthropologie des voix.* Paris: Editions Métailié; 2011. 281 p.
3. Kreiman J, Sidtis D. *Foundations of Voice Studies: An Interdisciplinary Approach to Voice Production and Perception.* 1 edition. Malden, MA: Wiley-Blackwell; 2013. 512 p.
4. Crevier-Buchman L. *Phonétique Clinique: Contribution à la compréhension de la voix et de la parole normale et pathologique [Internet] [Mémoire d’habilitation à diriger des recherches].* [Aix-Marseille]; 2012. Available from: http://lpp.in2p3.fr/IMG/pdf/memoire-HDR-Lise_CB.pdf
5. Simpson AP. Phonetic differences between male and female speech. *Lang Linguist Compass.* 2009 Mar 1; 3(2):621–40.
6. Belin P, Fecteau S, Bedard C. Thinking the voice: neural correlates of voice perception. *Trends Cogn Sci.* 2004; 8(3):129–35.
7. Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. Sex hormones and the female voice. *J Voice Off J Voice Found.* 1999 Sep; 13(3):424–46.
8. Bertau M-C. Voice: A pathway to consciousness as “Social Contact to Oneself.” *Integr Psychol Behav Sci.* 2008; 42(1):92–113.
9. Johnson K. The role of perceived speaker identity in F0 normalization of vowels. *J Acoust Soc Am.* 1990 Aug; 88(2):642–54.
10. Spence JT. Gender-related traits and gender ideology: evidence for a multifactorial theory. *J Pers Soc Psychol.* 1993 Apr; 64(4):624–35.
11. Eckert P, McConnell-Ginet S. *Language and Gender [Internet].* 2003 [cited 2015 Jul 2]. Available from: <http://www.cambridge.org/us/academic/subjects/languages-linguistics/sociolinguistics/language-and-gender>
12. Löwy I, Rouch H. Genèse et développement du genre : les sciences et les origines de la distinction entre sexe et genre. *Cah Genre.* 2003;34(1):5.
13. Arnold A. *La prosodie comme espace d’émergence du genre (119 p.).* Mém Master. 2008;2.
14. Beauvoir S de. *Le deuxième sexe, 2 vols.* Paris Gallimard. 1949;
15. Oakley A. *Sex, Gender and Society.* San Francisco: Harper Colophon Books; 1972.
16. Guionnet C, Neveu E. *Féminins/Masculins : Sociologie du genre.* Paris: Armand Colin; 2004. 286 p.

17. Butler J. *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*. New Ed edition. New York: Routledge; 2006. 272 p.
18. Maccoby EE. Perspectives on gender development. *Int J Behav Dev*. 2000 Dec 1; 24(4):398–406.
19. Baider F. C'est le ton qui fait la chanson : Comment l'intonation influence notre rôle dans la société. In: *Promenades Phonétiques*. Promenades Phonétiques. Toronto: Martin P. & H. Gezundhajt; 1997. p. 35–50.
20. Eckert P. The Problem with Binaries: Coding for Gender and Sexuality. *Lang Linguist Compass*. 2014 Nov 1; 8(11):529–35.
21. Biemans M. Gender variation in voice quality [Internet]. Netherlands Graduate School of Linguistics; 2000 [cited 2015 Jul 2]. Available from: http://www.lotpublications.nl/Documents/38_fulltext.pdf
22. Laver J. *Principles of Phonetics*. Cambridge ; New York, NY: Cambridge University Press; 1994. 736 p.
23. Tielen MTJ. *Male and Female Speech: An Experimental Study of Sex-related Voice and Pronunciation Characteristics*. Univ.; 1992. 180 p.
24. Van Rie J, Van Bezooijen R. Perceptual characteristics of voice quality in Dutch males and females from 9 to 85 years. In: *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences*. 1995. p. 290–3.
25. Pegoraro Krook MI. Speaking fundamental frequency characteristics of normal Swedish subjects obtained by glottal frequency analysis. *Folia Phoniatr (Basel)*. 1988; 40(2):82–90.
26. Henton CG, Bladon RAW. Breathiness in normal female speech: Inefficiency versus desirability. *Lang Commun*. 1985; 5(3):221–7.
27. Munson B. The acoustic correlates of perceived masculinity, perceived femininity, and perceived sexual orientation. *Lang Speech*. 2007; 50(Pt 1):125–42.
28. *Gender Voices* by Graddol, David: Blackwell Publishers 9780631137344 - Powell's Books [Internet]. [cited 2015 Jul 2]. Available from: <http://www.abebooks.co.uk/Gender-Voices-Graddol-David-Blackwell-Publishers/10584484708/bd>
29. Munson B, Crocker L, Pierrehumbert JB, Owen-Anderson A, Zucker KJ. Gender typicality in children's speech: A comparison of boys with and without gender identity disorder. *J Acoust Soc Am*. 2015 Apr; 137(4):1995–2003.
30. Titze IR, Abbott KV. *Vocology: The Science and Practice of Voice Habilitation*. Salt Lake City, Utah: National Center for Voice and Speech; 2012. 358 p.
31. Sokhi DS, Hunter MD, Wilkinson ID, Woodruff PWR. Male and female voices activate distinct regions in the male brain. *NeuroImage*. 2005 Sep; 27(3):572–8.
32. Lattner S, Meyer ME, Friederici AD. Voice perception: Sex, pitch, and the right hemisphere. *Hum Brain Mapp*. 2005 Jan; 24(1):11–20.

33. Dacakis G. Long-term maintenance of fundamental frequency increases in male-to-female transsexuals. *J Voice Off J Voice Found.* 2000 Dec; 14(4):549–56.
34. Dacakis G, Davies S, Oates JM, Douglas JM, Johnston JR. Development and preliminary evaluation of the transsexual voice questionnaire for male-to-female transsexuals. *J Voice Off J Voice Found.* 2013 May;27(3):312–20.
35. Révis J. *La voix et soi ce que notre voix dit de nous.* 1re ed. Bruxelles; Marseille: Solal Editeurs; 2013. 352 p.
36. Zeitels SM, Hillman RE, Bunting GW, Vaughn T. Reinke's edema: phonatory mechanisms and management strategies. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1997 Jul; 106(7 Pt 1):533–43.
37. Sakae FA, Imamura R, Sennes LU, Tsuji DH, Mauad T, Saldiva PHN. Elastic fibers in Reinke's edema. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2010 Sep; 119(9):609–14.
38. Cummings CW, Flint PW, Harker LA. *Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery.* Elsevier Mosby; 2004.
39. Lim J-Y, Choi J-N, Kim K-M, Choi H-S. Voice analysis of patients with diverse types of Reinke's edema and clinical use of electroglottographic measurements. *Acta Otolaryngol (Stockh).* 2006 Jan;126(1):62–9.
40. Pepiot E. *Voix de femmes, voix d'hommes : differences acoustiques, identification du genre par la voix et implications psycholinguistiques chez les locuteurs anglophones et francophones* [Internet]. Paris 8; 2013 [cited 2015 Jul 3]. Available from: <http://www.theses.fr/2013PA083875>
41. Andrews ML, Schmidt CP. Gender presentation: Perceptual and acoustical analyses of voice. *J Voice.* 1997; 11(3):307–13.
42. Andrianopoulos MV, Darrow KN, Chen J. Multimodal standardization of voice among four multicultural populations: fundamental frequency and spectral characteristics. *J Voice.* 2001; 15(2):194–219.
43. Assmann PF, Dembling S, Nearey TM. Effects of frequency shifts on perceived naturalness and gender information in speech. In: *INTERSPEECH* [Internet]. 2006 [cited 2015 Jul 2]. Available from: <http://www.utdallas.edu/~assmann/icslp06.pdf>
44. Bachorowski J-A, Owren MJ. Acoustic correlates of talker sex and individual talker identity are present in a short vowel segment produced in running speech. *J Acoust Soc Am.* 1999; 106(2):1054–63.
45. Bellandese MH. Fundamental frequency and gender identification in standard esophageal and tracheoesophageal speakers. *J Commun Disord.* 2009; 42(2):89–99.
46. Hwa Chen S. Sex differences in frequency and intensity in reading and voice range profiles for Taiwanese adult speakers. *Folia Phoniatr Logop Off Organ Int Assoc Logop Phoniatr IALP.* 2007; 59(1):1–9.
47. Fellowes JM, Remez RE, Rubin PE. Perceiving the sex and identity of a talker without natural vocal timbre. *Percept Psychophys.* 1997 Aug; 59(6):839–49.

48. Hillenbrand JM, Clark MJ. The role of f (0) and formant frequencies in distinguishing the voices of men and women. *Atten Percept Psychophys*. 2009 Jul; 71(5):1150–66.
49. Johnson K. Resonance in an Exemplar-based Lexicon: The Emergence of Social Identity and Phonology. *eScholarship* [Internet]. 2005 Jan 1 [cited 2015 Jul 2]; Available from: <http://escholarship.org/uc/item/8kf3z3s9>
50. McNeill EJM, Wilson JA, Clark S, Deakin J. Perception of voice in the transgender client. *J Voice Off J Voice Found*. 2008 Nov; 22(6):727–33.
51. Mullennix JW, Johnson KA, Topcu-Durgun M, Farnsworth LM. The perceptual representation of voice gender. *J Acoust Soc Am*. 1995 Dec; 98(6):3080–95.
52. Munson B, McDonald EC, DeBoe NL, White AR. The acoustic and perceptual bases of judgments of women and men’s sexual orientation from read speech. *J Phon*. 2006 Apr; 34(2):202–40.
53. Owen K, Hancock AB. The Role of Self- and Listener Perceptions of Femininity in Voice Therapy. *Int J Transgenderism*. 2010 Mar 2; 12(4):272–84.
54. Gelfer MP, Mikos VA. The relative contributions of speaking fundamental frequency and formant frequencies to gender identification based on isolated vowels. *J Voice Off J Voice Found*. 2005 Dec; 19(4):544–54.
55. Strand E. *Gender Stereotype Effects in Speech Processing*. [Ohio State University]; 2000.
56. Khattab G. Lebanese Arabic speech acquisition. In: *The International Guide to Speech Acquisition*. Delmar Cengage Learning. Clifton Park, NY: McLoad; 2007.
57. Heine B, Nurse D, editors. *African Languages: An Introduction*. 1 edition. Cambridge: Cambridge University Press; 2000. 408 p.
58. Versteegh K. *The Arabic Language*. Edinburgh: Columbia University Press; 2001. 288 p.
59. Ferguson C. Two problems in arabic phonology. *Word*. 1956;460–78.
60. Al-Tamimi J. Indices dynamiques et perception des voyelles: étude translinguistique en arabe dialectal et en français. [Université de Lyon]; 2007.
61. Embarki M. Les dialectes arabes modernes: état et nouvelles perspectives pour la classification géo-sociologique. *Arabica*. 2008 Oct 1;55(5/6):583–604.
62. Cantineau J. *Études de linguistique arabe. Mémorial Jean Cantineau*. Par J. Cantineau.
63. Fleisch H. *Etudes d’arabe dialectal*. Dar El-Machreq. 1974.
64. Yeou M, Embarki M, Maqtari SA, Dodane C. F0 Alignment Patterns in Arabic Dialects.
65. Eid M, McCarthy J. *Perspectives on Arabic Linguistics II: Papers from the Second Annual Symposium on Arabic Linguistics*. John Benjamins Publishing; 1990. 345 p.

66. Pierrehumbert J. Dissimilarity in the Arabic Verbal Roots. In: Proceedings of the 23rd Meeting of the Northeastern Linguistic Society, Graduate Student Association. U. Mass. Amherst.; 1992. p. 367–81.
67. Ryding KC. A Reference Grammar of Modern Standard Arabic. New York: Cambridge University Press; 2005. 736 p.
68. Perrot J. Les Langues dans le monde ancien et moderne. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique; 1988. 336 p.
69. Salibi K. A House of Many Mansions: The History of Lebanon Reconsidered. Reprint edition. University of California Press; 1990. 254 p.
70. Lewis MP, editor. Ethnologue: Languages of the World, 16th Edition. 16th edition. Dallas, Tex: SIL International; 2009. 1248 p.
71. Kotob H. Etude comparée de l'emprunt en arabe libanais et en arabe littéral. [Beyrouth]; 1994.
72. Abu-Haider F. A study of the spoken Arabic of Baskinta [Internet]. University of London; 1971 [cited 2015 Jul 2]. Available from: <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.510135>
73. Haddad G. Problems and issues in the phonology of Lebanese Arabic. [Urbana]: University of Illinois; 1984.
74. Nasr R. Colloquial Arabic: An Oral Approach. Intl Book Centre; 1968.
75. Barkat M. Détermination d'indices acoustiques robustes pour l'identification automatique des parlers arabes. Caractér À L'identification Lang. 2000;95.
76. Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. PLoS Med. 2006 Nov; 3(11):e442.
77. Office of the Surgeon General (US), Office on Smoking and Health (US). The Health Consequences of Smoking: A Report of the Surgeon General [Internet]. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention (US); 2004 [cited 2015 Jul 3]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK44695/>
78. Zyoud SH, Al-Jabi SW, Sweileh WM. Bibliometric analysis of scientific publications on waterpipe (narghile, shisha, hookah) tobacco smoking during the period 2003-2012. Tob Induc Dis. 2014; 12(1):7.
79. Aslam HM, Saleem S, German S, Qureshi WA. Harmful effects of shisha: literature review. Int Arch Med. 2014; 7(1):16.
80. WHO TWHO. Women and the Tobacco Epidemic Challenges for the 21st Century The World Health Organization. Presumed First Edition edition. Samet JM, Yoon S-Y, editors. The World Health Organization; 2001.
81. Murphy CH, Doyle PC. The effects of cigarette smoking on voice-fundamental frequency. Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg. 1987 Oct; 97(4):376–80.

82. Sakae FA, Imamura R, Sennes LU, Mauad T, Saldiva PH, Tsuji DH. Disarrangement of collagen fibers in Reinke's edema. *The Laryngoscope*. 2008 Aug; 118(8):1500–3.
83. Van Houtte E, Van Lierde K, D'Haeseleer E, Claeys S. The prevalence of laryngeal pathology in a treatment-seeking population with dysphonia. *The Laryngoscope*. 2010 Feb; 120(2):306–12.
84. Awan SN, Morrow DL. Videostroboscopic characteristics of young adult female smokers vs. nonsmokers. *J Voice*. 2007; 21(2):211–23.
85. Dursun G, Ozgursoy OB, Kemal O, Coruh I. One-year follow-up results of combined use of CO2 laser and cold instrumentation for Reinke's edema surgery in professional voice users. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. 2007 Sep;264(9):1027–32.
86. Lindeberg H, Felding JU, Sjøgaard H, Illum P. Reinke's oedema and thyroid function: a prospective study in 43 patients. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1987 Dec; 12(6):417–20.
87. White A, Sim DW, Maran AG. Reinke's oedema and thyroid function. *J Laryngol Otol*. 1991 Apr; 105(4):291–2.
88. Marcotullio D, Magliulo G, Pezone T. Reinke's edema and risk factors: clinical and histopathologic aspects. *Am J Otolaryngol*. 2002 Apr; 23(2):81–4.
89. Branski RC, Saltman B, Sulica L, Szeto H, Duflo S, Felsen D, et al. Cigarette smoke and reactive oxygen species metabolism: implications for the pathophysiology of Reinke's edema. *The Laryngoscope*. 2009; 119(10):2014–8.
90. Kravos A, Hočevnar-Boltežar I, Geršak K. Serum levels of sex hormones in males with Reinke's edema. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. 2013 Jan;270(1):233–8.
91. Gray SD, Pignatari SS, Harding P. Morphologic ultrastructure of anchoring fibers in normal vocal fold basement membrane zone. *J Voice Off J Voice Found*. 1994 Mar; 8(1):48–52.
92. Reinke F. About the functional structure of the human vocal cord with special reference to the elastic tissue. *Anat Hefte*. 1897; 9:103–17.
93. Behrman A. *Speech and voice science*. Plural Pub Incorporated; 2007.
94. Bennett S, Bishop S, Lumpkin SM. Phonatory characteristics associated with bilateral diffuse polypoid degeneration. *The Laryngoscope*. 1987; 97(4):446–50.
95. Vecerina Volić S, Kirincić N, Markov D. Some morphological, histological, cytological and histochemical aspects of Reinke's oedema. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 1996 Mar; 116(2):322–4.
96. Yonekawa H. A Clinical Study of Reinke's Edema. *Auris Nasus Larynx*. 1988; 15(1):57–78.
97. Lim S, Sau P, Cooper L, McPhaden A, Mackenzie K. The incidence of premalignant and malignant disease in Reinke's edema. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2014 Mar; 150(3):434–6.

98. García Alvarez CD, Campos Bañales ME, López Campos D, Rivero J, Pérez Piñero B, López Aguado D. [Polyps, nodules, and Reinke edema. An epidemiological and histopathological study]. *Acta Otorrinolaringológica Esp.* 1999 Sep; 50(6):443–7.
99. Goswami S, Patra TK. A Clinico-pathological study of Reinke’s oedema. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg Off Publ Assoc Otolaryngol India.* 2003 Jul; 55(3):160–5.
100. Moesgaard Nielsen V, Højslet PE, Palvio D. Reinke’s oedema: a premalignant condition? *J Laryngol Otol.* 1986 Oct; 100(10):1159–62.
101. Artico M, Bronzetti E, Ionta B, Bruno M, Greco A, Ruoppolo G, et al. Reinke’s edema: investigations on the role of MIB-1 and hepatocyte growth factor. *Eur J Histochem EJH* [Internet]. 2010 [cited 2015 Jul 2]; 54(3). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3167312/>
102. Sorensen D, Horii Y. Cigarette smoking and voice fundamental frequency. *J Commun Disord.* 1982 Mar; 15(2):135–44.
103. Gonzalez J, Carpi A. Early effects of smoking on the voice: a multidimensional study. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 2004 Dec; 10(12):CR649–56.
104. Chai L, Sprecher AJ, Zhang Y, Liang Y, Chen H, Jiang JJ. Perturbation and nonlinear dynamic analysis of adult male smokers. *J Voice Off J Voice Found.* 2011 May; 25(3):342–7.
105. Vincent I, Gilbert HR. The effects of cigarette smoking on the female voice. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2012 Apr; 37(1):22–32.
106. Aronson AE, Bless D. Clinical voice disorders [Internet]. Thieme; 2011 [cited 2015 Jul 2]. Available from: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=kmugBjlqGBkC&oi=fnd&pg=PR9&dq=%09Aronson+A.+Clinical+Voice+Disorders.&ots=8jclxDuFdU&sig=hUAsMW2Eo4IPMBQCdQ8-MsyjfUI>
107. Hippel W von, Sekaquaptewa D, Vargas P. On the role of encoding processes in stereotype maintenance. In: *Advances in experimental social psychology*, Vol 27. San Diego, CA, US: Academic Press; 1995. p. 177–254.
108. Fiske ST, Taylor SE. *Social Cognition*. New York, NY: McGraw-Hill Education; 1991. 717 p.
109. Amossy R, Pierrot AH. *Stéréotypes et clichés*. Armand Colin; 2011.
110. Sumner M, Kim SK, King E, McGowan KB. The socially weighted encoding of spoken words: a dual-route approach to speech perception. *Front Psychol.* 2013; 4:1015.
111. Ron Smyth, Jacobs G, Rogers H. Male Voices and Perceived Sexual Orientation: An Experimental and Theoretical Approach. *Lang Soc.* 2003 Juin; 32(3):329–50.
112. Tannen D. *You Just Don’t Understand: Women and Men in Conversation*. 1 edition. New York: William Morrow Paperbacks; 2007. 352 p.
113. Hancock AB, Krissing J, Owen K. Voice perceptions and quality of life of transgender people. *J Voice Off J Voice Found.* 2011 Sep; 25(5):553–8.

114. Bennett S, Montero-Diaz L. Children's perception of speaker sex. *J Phon* [Internet]. 1982 [cited 2015 Jul 2]; Available from: <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1982-25480-001>
115. Miller CL, Younger BA, Morse PA. The categorization of male and female voices in infancy. *Infant Behav Dev*. 1982; 5(2-4):143-59.
116. Avery JD, Liss JM. Acoustic characteristics of less-masculine-sounding male speech. *J Acoust Soc Am*. 1996; 99(6):3738-48.
117. Coleman RO. Male and Female Voice Quality and Its Relationship to Vowel Formant Frequencies. *J Speech Lang Hear Res*. 1971 Sep 1; 14(3):565.
118. Lass NJ, Hughes KR, Bowyer MD, Waters LT, Bourne VT. Speaker sex identification from voiced, whispered, and filtered isolated vowels. *J Acoust Soc Am*. 1976 Mar; 59(3):675-8.
119. Perry TL, Ohde RN, Ashmead DH. The acoustic bases for gender identification from children's voices. *J Acoust Soc Am*. 2001 Jun; 109(6):2988-98.
120. Hoffman RM. The Measurement of Masculinity and Femininity: Historical Perspective and Implications for Counseling. *J Couns Dev*. 2001 Oct 1; 79(4):472-85.
121. Lewin M. *In the Shadow of the Past: Psychology Portrays the Sexes - A Social and Intellectual History*. New York: Columbia University Press; 1984. 336 p.
122. Peterson GE, Barney HL. Control Methods Used in a Study of the Vowels. *J Acoust Soc Am*. 1952 Mar 1; 24(2):175-84.
123. Vorperian HK, Wang S, Chung MK, Schimek EM, Durtschi RB, Kent RD, et al. Anatomic development of the oral and pharyngeal portions of the vocal tract: an imaging study. *J Acoust Soc Am*. 2009 Mar; 125(3):1666-78.
124. Titze IR. Physiologic and acoustic differences between male and female voices. *J Acoust Soc Am*. 1989 Apr; 85(4):1699-707.
125. Rendall D, Owren MJ, Weerts E, Hienz RD. Sex differences in the acoustic structure of vowel-like grunt vocalizations in baboons and their perceptual discrimination by baboon listeners. *J Acoust Soc Am*. 2004 Jan; 115(1):411-21.
126. Harries M, Hawkins S, Hacking J, Hughes I. Changes in the male voice at puberty: vocal fold length and its relationship to the fundamental frequency of the voice. *J Laryngol Otol*. 1998 May; 112(5):451-4.
127. Baker J. A report on alterations to the speaking and singing voices of four women following hormonal therapy with virilizing agents. *J Voice*. 1999; 13(4):496-507.
128. Vorperian HK, Kent RD, Lindstrom MJ, Kalina CM, Gentry LR, Yandell BS. Development of vocal tract length during early childhood: a magnetic resonance imaging study. *J Acoust Soc Am*. 2005 Jan; 117(1):338-50.
129. Mueller PB, Sweeney RJ, Baribeau LJ. Acoustic and morphologic study of the senescent voice. *Ear Nose Throat J*. 1984 Jun; 63(6):292-5.

130. Mueller PB. The aging voice. *Semin Speech Lang*. 1997 May; 18(2):159–68; quiz 168–9.
131. Nishio M, Niimi S. Changes in speaking fundamental frequency characteristics with aging. *Folia Phoniatr Logop Off Organ Int Assoc Logop Phoniatr IALP*. 2008; 60(3):120–7.
132. Russell A, Penny L, Pemberton C. Speaking fundamental frequency changes over time in women: a longitudinal study. *J Speech Hear Res*. 1995 Feb; 38(1):101–9.
133. Benjamin BJ. Frequency variability in the aged voice. *J Gerontol*. 1981; 36(6):722–6.
134. Ramig LO, Gray S, Baker K, Corbin-Lewis K, Buder E, Luschei E, et al. The aging voice: a review, treatment data and familial and genetic perspectives. *Folia Phoniatr Logop Off Organ Int Assoc Logop Phoniatr IALP*. 2001 Oct; 53(5):252–65.
135. Benjamin BJ. Phonological performance in gerontological speech. *J Psycholinguist Res*. 1982; 11(2):159–67.
136. Decoster W, Debruyne F. The ageing voice: changes in fundamental frequency, waveform stability and spectrum. *Acta Otorhinolaryngol Belg*. 1997; 51(2):105–12.
137. de Pinto O, Hollien H. Speaking fundamental frequency characteristics of Australian women: Then and now. *J Phon*. 1982; 10(4):367–75.
138. Sataloff RT, Rosen DC, Hawkshaw M, Spiegel JR. The aging adult voice. *J Voice Off J Voice Found*. 1997 Jun; 11(2):156–60.
139. Awan SN. The aging female voice: acoustic and respiratory data. *Clin Linguist Phon*. 2006; 20(2-3):171–80.
140. Majewski W, Hollien H, Zalewski J. Speaking fundamental frequency of Polish adult males. *Phonetica*. 1972; 25(2):119–25.
141. Wu K, Childers DG. Gender recognition from speech. Part I: Coarse analysis. *J Acoust Soc Am*. 1991 Oct; 90(4 Pt 1):1828–40.
142. Childers DG, Wu K. Gender recognition from speech. Part II: Fine analysis. *J Acoust Soc Am*. 1991 Oct; 90(4 Pt 1):1841–56.
143. Baker S, Weinrich B, Bevington M, Schroth K, Schroeder E. The effect of task type on fundamental frequency in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2008; 72(6):885–9.
144. Zraick RI, Marshall W, Smith-Olinde L, Montague JC. The effect of task on determination of habitual loudness. *J Voice Off J Voice Found*. 2004 Jun; 18(2):176–82.
145. Burris C, Vorperian HK, Fourakis M, Kent RD, Bolt DM. Quantitative and descriptive comparison of four acoustic analysis systems: vowel measurements. *J Speech Lang Hear Res JSLHR*. 2014 Feb; 57(1):26–45.
146. Cain Porter C. Voice Quality and Gender Identification: Acoustic And Perceptual Analysis. 2012 Jul 9 [cited 2015 Jul 3]; Available from: <http://DalSpace.library.dal.ca:8080/xmlui/handle/10222/15065>

147. Colton RH, Casper JK, Leonard R. *Understanding Voice Problems: A Physiological Perspective for Diagnosis and Treatment*. Fourth edition. Philadelphia: LWW; 2011. 496 p.
148. Adler RK, Hirsch S, Mordaunt M. *Voice and Communication Therapy for the Transgender/Transsexual Client: A Comprehensive Clinical Guide*. Second Edition edition. San Diego, CA: Plural Publishing; 2012. 576 p.
149. Fitzsimons M, Sheahan N, Staunton H. Gender and the integration of acoustic dimensions of prosody: implications for clinical studies. *Brain Lang*. 2001 Jul; 78(1):94–108.
150. Henton CG. Fact and fiction in the description of female and male pitch. *Lang Commun*. 1989; 9(4):299–311.
151. Daly N, Warren P. Pitching it differently in New Zealand English: Speaker sex and intonation patterns. *J Socioling*. 2001 Feb 1; 5(1):85–96.
152. Stevens SS, Volkman J, Newman EB. A Scale for the Measurement of the Psychological Magnitude Pitch. *J Acoust Soc Am*. 1937 Jan 1; 8(3):185–90.
153. Hermes DJ, van Gestel JC. The frequency scale of speech intonation. *J Acoust Soc Am*. 1991 Jul; 90(1):97–102.
154. Sun X. Pitch determination and voice quality analysis using Subharmonic-to-Harmonic Ratio. In 2002.
155. Henton C. Cross-language variation in the vowels of female and male speakers. In: *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences*. 1995. p. 420–3.
156. Simpson AP. Gender-specific articulatory–acoustic relations in vowel sequences. *J Phon*. 2002 Jul; 30(3):417–35.
157. Diehl RL, Lindblom B, Hoemeke KA, Fahey RP. On explaining certain male-female differences in the phonetic realization of vowel categories. *J Phon*. 1996 Apr; 24(2):187–208.
158. Schwartz MF, Rine HE. Identification of speaker sex from isolated, whispered vowels. *J Acoust Soc Am*. 1968 Dec; 44(6):1736–7.
159. Eisler FG. *Psycholinguistics: Experiments in Spontaneous Speech*. 1st edition. London: Academic Press Inc; 1968. 169 p.
160. Clopper CG, Smiljanic R. Effects of gender and regional dialect on prosodic patterns in American English. *J Phon*. 2011 Apr 1; 39(2):237–45.
161. Jacewicz E, Fox RA, O'Neill C, Salmons J. Articulation rate across dialect, age, and gender. *Lang Var Change*. 2009 Jul 1; 21(2):233–56.
162. Oyer HJ, Deal LV. Temporal aspects of speech and the aging process. *Folia Phoniatri (Basel)*. 1985; 37(3-4):109–12.
163. Weirich M, Simpson AP. Acoustic vowel space size and perceived speech tempo. *Proc Meet Acoust*. 2013 Jun 2; 19(1):060217.

164. Terango L. Pitch and Duration Characteristics of the Oral Reading of Males on a Masculinity-Femininity Dimension. *J Speech Lang Hear Res.* 1966 Dec 1; 9(4):590.
165. Eskenazi L, Childers DG, Hicks DM. Acoustic correlates of vocal quality. *J Speech Hear Res.* 1990 Jun; 33(2):298–306.
166. Awan SN, Roy N. Acoustic prediction of voice type in women with functional dysphonia. *J Voice.* 2005; 19(2):268–82.
167. Singh S, Murry T. Multidimensional classification of normal voice qualities. *J Acoust Soc Am.* 1978 Jul; 64(1):81–7.
168. Murry T, Singh S. Multidimensional analysis of male and female voices. *J Acoust Soc Am.* 1980 Nov; 68(5):1294–300.
169. Klatt DH, Klatt LC. Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers. *J Acoust Soc Am.* 1990 Feb; 87(2):820–57.
170. Mendoza E, Valencia N, Muñoz J, Trujillo H. Differences in voice quality between men and women: use of the long-term average spectrum (LTAS). *J Voice Off J Voice Found.* 1996 Mar; 10(1):59–66.
171. Van Borsel J, Janssens J, De Bodt M. Breathiness as a feminine voice characteristic: a perceptual approach. *J Voice Off J Voice Found.* 2009 May; 23(3):291–4.
172. Hanson HM. Glottal characteristics of female speakers: acoustic correlates. *J Acoust Soc Am.* 1997 Jan; 101(1):466–81.
173. Hanson HM, Chuang ES. Glottal characteristics of male speakers: acoustic correlates and comparison with female data. *J Acoust Soc Am.* 1999 Aug; 106(2):1064–77.
174. Günzburger D. Breathiness in male and female speakers. In: *Proceedings of the XIIth International Congress of Phonetic Sciences.* 1991. p. 62–5.
175. Trittin PJ, de Santos y Lleó A. Voice quality analysis of male and female Spanish speakers. *Speech Commun.* 1995 Jun; 16(4):359–68.
176. Laver J. *The Phonetic Description of Voice Quality.* 1 edition. Cambridge: Cambridge University Press; 2009. 200 p.
177. Butte CJ, Zhang Y, Song H, Jiang JJ. Perturbation and nonlinear dynamic analysis of different singing styles. *J Voice Off J Voice Found.* 2009 Nov; 23(6):647–52.
178. Little MA, McSharry PE, Roberts SJ, Costello DAE, Moroz IM. Exploiting nonlinear recurrence and fractal scaling properties for voice disorder detection. *Biomed Eng Online.* 2007; 6:23.
179. Zhang Y, Jiang JJ, Wallace SM, Zhou L. Comparison of nonlinear dynamic methods and perturbation methods for voice analysis. *J Acoust Soc Am.* 2005 Oct; 118(4):2551–60.
180. Brockmann M, Storck C, Carding PN, Drinnan MJ. Voice loudness and gender effects on jitter and shimmer in healthy adults. *J Speech Lang Hear Res JSLHR.* 2008 Oct; 51(5):1152–60.

181. Byrne C, Foulkes P. The “Mobile Phone Effect” on vowel formants. *Int J Speech Lang Law*. 2007 Jan 25; 11(1):83–102.
182. Kunzel HJ. Beware of the “telephone effect”: the influence of telephone transmission on the measurement of formant frequencies. *Int J Speech Lang Law*. 2007 Feb 28; 8(1):80–99.
183. Minoru H. *Clinical examination of voice*. Wien, New York: Springer-Verlag; 1981. xi, 100 p.
184. Boersma P, Weenink D. Praat, a system for doing phonetics by computer. 2001;
185. Smith JS. Women in Charge: Politeness and Directives in the Speech of Japanese Women. *Lang Soc*. 1992 Mar 1; 21(1):59–82.
186. Pasricha N, Dacakis G, Oates J. Communicative satisfaction of male-to-female transsexuals. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2008; 33(1):25–34.
187. Jacobson BH, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit A, Jacobson G, Benninger MS, et al. The Voice Handicap Index (VHI): Development and Validation. *Am J Speech Lang Pathol*. 1997 Aug 1;6(3):66.
188. Hogikyan ND, Sethuraman G. Validation of an instrument to measure voice-related quality of life (V-RQOL). *J Voice Off J Voice Found*. 1999 Dec; 13(4):557–69.
189. Ma EP, Yiu EM. Voice activity and participation profile: assessing the impact of voice disorders on daily activities. *J Speech Lang Hear Res JSLHR*. 2001 Jun; 44(3):511–24.
190. Deary IJ, Wilson JA, Carding PN, MacKenzie K. VoiSS: a patient-derived Voice Symptom Scale. *J Psychosom Res*. 2003 May; 54(5):483–9.
191. Rosen CA, Lee AS, Osborne J, Zullo T, Murry T. Development and validation of the voice handicap index-10. *The Laryngoscope*. 2004 Sep; 114(9):1549–56.
192. Forti S, Amico M, Zambarbieri A, Ciabatta A, Assi C, Pignataro L, et al. Validation of the Italian Voice Handicap Index-10. *J Voice Off J Voice Found*. 2014 Mar; 28(2):263.e17–263.e22.
193. T'Sjoen G, Moerman M, van Borsel J, Feyen E, Rubens R, Monstrey S, et al. Impact of Voice in Transsexuals. *Int J Transgenderism*. 2006 Jun 14; 9(1):1–7.
194. Schneider W, Eschman A, Zuccolotto A. *E-Prime: User's Guide*. 2002. 208 p.
195. Statistical Package Software for Social Science - Google Search [Internet]. [cited 2015 Jul 7]. Available from: <https://www.google.com.lb/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Statistical+Package+Software+for+Social+Science>
196. Wiskirska-Woźnica B, Obrebowski A, Swidziński P, Wojnowski W, Wojciechowska A. [Effect of smoking on phonation]. *Przegląd Lek*. 2004; 61(10):1068–70.
197. Namy LL, Nygaard LC, Sauerteig D. Gender Differences in Vocal Accommodation: The Role of Perception. *J Lang Soc Psychol*. 2002 Dec 1; 21(4):422–32.
198. Junger J, Pauly K, Bröhr S, Birkholz P, Neuschaefer-Rube C, Kohler C, et al. Sex matters: Neural correlates of voice gender perception. *NeuroImage*. 2013 Oct 1; 79:275–87.

199. Yen-Liang Shue PK. VoiceSauce: A program for voice analysis. *J Acoust Soc Am*. 2009; 126(4).
200. Iseli M, Alwan A. An improved correction formula for the estimation of harmonic magnitudes and its application to open quotient estimation. In: *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2004 Proceedings (ICASSP '04)*. 2004. p. I – 669–72 vol.1.
201. Bolker BM, Brooks ME, Clark CJ, Geange SW, Poulsen JR, Stevens MHH, et al. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends Ecol Evol*. 2009 Mar; 24(3):127–35.
202. Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB. lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models [Internet]. 2015 [cited 2015 Jul 9]. Available from: <http://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest/index.html>
203. Yoav Benjamini DY. The Control of the False Discovery Rate in Multiple Testing Under Dependency. *Ann Stat*. 2001; 29(4).
204. Stevens KN, House AS. Development of a Quantitative Description of Vowel Articulation. *J Acoust Soc Am*. 1955 May 1; 27(3):484–93.
205. Sapir S, Ramig LO, Spielman JL, Fox C. Formant centralization ratio: a proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech. *J Speech Lang Hear Res JSLHR*. 2010 Feb; 53(1):114–25.
206. Fraile R, Godino-Llorente JI. Cepstral peak prominence: A comprehensive analysis. *Biomed Signal Process Control*. 2014 Nov; 14:42–54.
207. Garellek M, Keating P, Esposito CM, Kreiman J. Voice quality and tone identification in White Hmong. *J Acoust Soc Am*. 2013 Feb; 133(2):1078–89.
208. Chen G, Feng X, Shue Y, Alwan A. On using voice source measures in automatic gender classification of children's speech. In 2010. p. 673–6.
209. Balasubramaniam RK, Bhat JS, Srivastava M, Eldose A. Cepstral analysis of sexually appealing voice. *J Voice Off J Voice Found*. 2012 Jul;26(4):412–5.

Annexes

Annexe 1: Accord du comité d'éthique



Comité d'éthique

Pr. Georges Halaby, *Président*
Pr. Michel Scheuer s.j.
Dr Georges Abi Tayeh
Mme Maguy Abou Selwan
Pr. Nasri Diab
Sr Suzanne Eid
Dr Jad Habib
Mme Hyam Kahi
Dr Sami Richa
Pr Thom Sicking s.j.
Dr Georges Dabar

Beyrouth, le 3 février 2014

Madame le Docteur Nayla MATAR
Service ORL
Hôtel-Dieu de France

Dossier CEHDF 390 (numéro à rappeler dans toute correspondance)

Titre du protocole : Etude des paramètres acoustiques et prosodiques de l'arabe libanais responsables de la perception du genre dans la voix.

Chère Collègue,

Lors de sa réunion du 30 janvier, le Comité a pris acte de votre récent courrier lui notifiant la 2ème phase de l'étude menée dans le cadre d'un travail de fin d'études d'un étudiant de médecine. Cette étude a reçu l'accord du Comité en juin 2012, accord confirmé en mai 2013. Le Comité vous notifie bien volontiers son accord pour cette deuxième phase.

Tous les membres du Comité étaient présents à cette réunion, à l'exception de Sr Suzanne EID et du Dr Jad HABIB, excusés. Le Comité d'éthique de l'Hôtel-Dieu de France agit en concordance avec les bonnes pratiques cliniques et selon un protocole de fonctionnement écrit.

Avec nos meilleures salutations,


Professeur Georges HALABY
Président



Annexe 2: Consentement éclairé en arabe et en français

دراسة على تحديد الخصائص الفيزيائية عند الاستماع لصوت البالغين المتكلمين لهجة اللبنانية

ورقة معلومات

في نطاق رسالة الدكتوراة في علوم اللغة المقدمة من قبل الدكتورة نائلة مطر تحت الإشراف المشترك للدكتور كريستل بورت" و "البروفسور أمين حداد" من "جامعة القديس يوسف" في بيروت و "جامعة بروفنس الفرنسية"، ستم دراسة تحديد الخصائص الفيزيائية عند الاستماع لصوت البالغين المتكلمين لهجة اللبنانية.

خلال هذه الدراسة سيتم اختيار مجموعة من المتكلمين بأصوات إما مبحوحة أو طبيعية.

من أجل معرفة سبب البحة في الصوت، سيتم فحص المتكلمين ذوي الصوت المبحوح لدى طبيب أنف وأذن وحنجرة وذلك بدون دفع أي رسوم أو أتعاب.

سيطلب من كل المشتركين أن يقولوا مجموعة من الأصوات والكلمات والجمل. سيتم عرض هذه المجموعات الصوتية على شاشة باستخدام برنامج (power point) وذلك لتفادي أي أحاديث جانبية بين الباحث والمتكلم والتي من الممكن أن تؤثر على جودة التسجيل. سيتم أخذ طول ووزن كل متكلم كما سيطلب منه الإجابة على مجموعة من الأسئلة.

سيتم تسجيل هذه المنتجات الصوتية ثم الاستماع إليها من قبل لجنة من المستمعين ليس لديها أي خلفية عن المتكلمين والتي ستحدد بدورها الخصائص الفيزيائية في الأصوات المسجلة (العمر، الوزن، الطول و الجنس).

الأصوات المسجلة ستبقى سرية ولن يتم التصريح عن هوية المتكلمين لأي شخص كان، مع اعتبار إمكانية استخدامها في بحوث أخرى.

الرجاء أن لا تقوموا بأية أحاديث جانبية خلال التسجيل وإذا كان لديكم أية أسئلة فبإمكانكم طرحها الآن.

لكم كامل الحرية في الانسحاب من التسجيل في أي وقت تريدون.

نشكركم لاشتراككم في هذه الدراسة الجديدة من نوعها في لبنان.

التاريخ: _____

الاسم: _____

التوقيع: _____

Etude de la perception des caractéristiques physiques des adultes libanais à travers la voix

Fiche d'information pour consentement éclairé

Dans le cadre d'une thèse de doctorat en sciences du langage effectuée par Dr Nayla Matar et sous la co-direction de Dr Cristel Portes et Pr Amine Haddad en cotutelle entre l'université Saint-Joseph à Beyrouth et l'Université de Provence en France, nous souhaitons étudier les paramètres vocaux responsables de la reconnaissance de certaines caractéristiques physiques chez les adultes parlant le libanais.

Au cours de cette étude, des locuteurs à la voix normale ainsi que des locuteurs à la voix dysphonique seront sélectionnés.

Afin de pouvoir spécifier la cause responsable de la dysphonie, une évaluation par endoscopie laryngée sera faire en cabinet d'ORL et ceci de façon gratuite.

Pour les personnes ayant une voix normale, on ne prévoit pas d'endoscopie laryngée.

Il sera demandé à chaque locuteur de produire un corpus composé de x voyelles, x mots et x phrases et de décrire des images muettes. Le corpus sera présenté sur un écran en powerpoint afin d'éviter les interactions entre les chercheurs et les locuteurs, ce qui pourrait biaiser les enregistrements.

Il sera demandé à chaque locuteur de répondre à une série de questions ainsi que de mesurer sa taille et son poids.

Les productions vocales de tous les locuteurs seront enregistrées puis réécoutées de façon anonyme par un jury naïf qui identifiera les caractéristiques physiques (Age, genre, taille, poids) du locuteur dépendamment de la production vocale entendue.

Les enregistrements seront conservés de façon confidentielle. Ils pourront être utilisés dans d'autres recherches et à des fins éducatives, mais sans aucune divulgation de l'identité des locuteurs.

Il vous sera demandé d'éviter toute conversation secondaire lors des enregistrements. Nous vous encourageons ainsi à poser toutes questions utiles dès maintenant.

Vous êtes libre de vous retirer de l'enregistrement à tout moment.

Nous vous remercions de votre participation à cette étude unique en son genre sur le libanais.

Date

Nom et Prénom

Signature du Locuteur

Annexe 3: Recueil des données démographiques locuteurs/locutrices

Numéro de Fiche :

Initiales:

No identifiant

Age :

Sexe :

Région actuelle :

Habitée depuis quelle date :

Région d'origine :

Profession :

Statut marital : - Célibataire

-Marié(e)

-Divorcé

(e)

Nombre d'enfants :

Nombre d'enfants de moins de 4ans :

Nombre d'heures d'utilisation de la voix parlée par jour :

Nombre d'heures d'utilisation de la voix projetée par jour :

Nombre de langues parlées:

Liste des langues parlées:

Fréquence des langues parlées autres que le libanais

- Au travail
- A domicile

Libanais parlé depuis combien de temps:

Pathologie vocale connue:

- oui
- non

ATCD de trouble vocal:

Examen ORL:

Chirurgie laryngée:

-Type de chirurgie

Problème pulmonaire :

Tabagisme : -oui

-non

- nombre de cigarettes par jour

- nombre d'années de tabagisme
- autre

Tabagisme passif:

Reflux Gastro œsophagien connu:

Troubles hormonaux:

- oui
- non
- type

Ménopause:

- date du début
- traitement substitutif

Poids:

Taille:

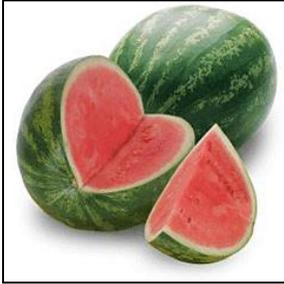
Prise médicamenteuse:

- type de médicaments

Annexe 4: Caractéristiques démographiques des locuteurs et locutrices des groupes restreints

GROUPE	No identifiant	Age	Sexe	Poids en Kg	Taille en cm	AutoGenreVoix	AutoGenrePersonnalite	Statut Marital	PA*	Profession	Langues
FN	Nayla_F16_52_Arabe	52	F	55	156	7	5	Mariee	0	Médicale	3
FN	Nayla_F18_50_Arabe	50	F	63	158	9	7	Célibataire	0	Administrative	2
FN	Nayla_F19_55_Arabe	55	F	57	150	7	7	Célibataire	0	Administrative	3
FN	Nayla_F20_48_Arabe	48	F	53	159	9	9	Célibataire	0	Administrative	2
FN	Valery_F30_51_Arabe	51	F	55	160	8	8	Mariee	0	FAF**	3
FN	Valery_F31_52_Arabe	52	F	57	165	9	9	Mariee	0	Enseignement	3
FN	Valery_F36_56_Arabe	56	F	53	166	4	10	Célibataire	0	Administrative	3
FN	Valery_F37_51_Arabe	51	F	51	155	5	5	Mariee	0	Médicale	3
FN	Valery_F39_53_Arabe	53	F	90	155	5	8	Mariee	0	Administrative	3
FN	Valery_F34_46_Arabe	46	F	67	153	6	6	Mariee	0	Médicale	3
HN	Jose_H21_40_Arabe	40	M	93	178	1	2	Célibataire	0	Administrative	3
HN	Valery_H24_52_Arabe	52	M	76	173	1	1	Marie	0	Administrative	3
HN	Valery_H25_48_Arabe	48	M	73	173	2	2	Marie	0	Administrative	2
HN	Valery_H27_46_Arabe	46	M	75	170	5	6	Marie	0	Administrative	3
HN	Valery_H28_53_Arabe	53	M	74	176	3	2	Marie	0	Administrative	3
HN	Valery_H29_49_Arabe	49	M	70	171	1	1	Marie	0	Médicale	3
HN	Valery_H30_47_Arabe	47	M	88	177	3	4	Marie	0	Médicale	3
HN	Valery_H31_46_Arabe	46	M	98	176	3	3	Marie	0	Médicale	3
HN	Nayla_H22_48_Arabe	48	M	65	172	4	4	Marie	0	Enseignement	3
HN	Nayla_H23_43_Arabe	43	M	116	182	2	2	Marie	0	Administrative	3
FR	Nayla_FR1_51_Arabe	51	F	54	157	2	5	Mariee	20	FAF	3
FR	Nayla_FR2_52_Arabe	52	F	58	160	1	7	Divorcee	40	Médicale	2
FR	Nayla_FR3_54_Arabe	54	F	58	159	5	5	Mariee	40	FAF	2
FR	Nayla_FR4_57_Arabe	57	F	81	155	7	5	Mariee	50	Médicale	1
FR	Nayla_FR5_57_Arabe	57	F	61	159	1	9	Célibataire	40	Médicale	1
FR	Nayla_FR7_48_Arabe	48	F	60	172	4,5	4,5	Célibataire	40	FAF	1
FR	Nayla_FR9_63_Arabe	60	F	100	173	4	7	Mariee	80	FAF	2
FR	Nayla_FR10_56_Arabe	56	F	56	156	1	6	Mariee	80	Administrative	1
FR	Nayla_FR12_59_Arabe	59	F	85	163	5	9	Mariee	40	Médicale	2
FR	Nayla_FR13_53_Arabe	53	F	63	160	3	9	Mariee	40	FAF	2
				* Nombre de paquets de cigarettes fumées par jour*Nombre d'années de tabagisme							
				** Femme au foyer							

Annexe 5: Mots du corpus: Images et transcriptions phonétiques.



baʃi:k



ʒaras



ʃweʒne:t



bu:za



banadu:ra



ʃanʒra

Annexe 6: Phrases et Proverbes du corpus ainsi que leurs transcriptions phonétiques.

PROVERBES- TRANSCRIPTION PHONETIQUE	PROVERBES EN LIBANAIS	CATEGORIE DE PROVERBE
ke:sir i:do wʃe:ħid ʕlaja	كاسر إيدو وشاحد عليها	Féminin
ħa'zo mne'sama lebethə'bo lħama	حظو من السما اللي بتحبو الحما	Féminin
[?] ɛlf kelmet zabe:n wla kelmet alla jerħamo	ألف كلمة جبان ولا كلمة الله يرحمه	Masculin
[?] tekra:r biʕa'lim leħma:r	التكرار بيعلم الحمار	Masculin
taŋzra wle: [?] jt yaða:ha	طنجرة ولقيت غطاها	Neutre
xo:d sra:ron mnezġa:ron	خود اسرارهم من صغارهم	Neutre
PHRASES- TRANSCRIPTION PHONETIQUE	PHRASES EN LIBANAIS	
de:ni đarab ra:mi	داني ضرب رامي	
[?] ɛrmi:d bejtna zdi:d	قرميد بيتنا جديد	
ġa:r ʕɛ:mer min lamja	غار عامر من لميا	
ne:zi yamar ma:ja	ناجي غمر مايا	
ġa:da zɛrħit ʕajna	غادة جرحت عينا	
de:ni ġa:b zemʕa	داني غاب جمعة	

Annexe 7: Questionnaire: QGenreReinke

QUESTIONNAIRE EN FRANCAIS	QUESTIONNAIRE EN ARABE
Souhaiteriez-vous nous faire part d'une expérience dans laquelle votre voix a eu un rôle valorisant/dévalorisant ?	فيك تختبرينا بإيجاز عن تجربة شعرت فيها أنو صوتك كان الو تأثير سلبي او ايجابي على صورتك بالمجتمع؟
Accepteriez-vous de participer à un groupe de discussion concernant la voix avec des femmes qui ont les mêmes plaintes que vous?	هل بتقبلي تشاركي بمناقشة عن الصوت مع سيدات بعاتو من مشاكل صوتية؟ و ليش؟
Avez-vous déjà consulté pour votre voix? Quelles étaient vos attentes quand vous avez consulté pour votre voix ?	إذا استشرتني طبيب لصوتك؟ / شو كانت أميتك لما استشرت الطبيب لصوتك؟
Selon votre expérience, veuillez répondre aux affirmations ci-dessous par 0 à 4 0=jamais 1= presque jamais, 2= parfois, 3= souvent, 4= toujours.	بحسب تجربتك، فيك تجاوب على الجمل التالية من 0 إلى 4: 0 أبداً 1- قليل كثير 2- أوقات 3- أكثر الأوقات 4- دائماً
Je suis anxieuse à l'idée d'utiliser ma voix (TVQMtF)	Q1 بشعر بالقلق لما بحكي صوتي خشن كثير
La fréquence de ma voix est trop basse (TVQMtF)	Q2 صوتي بينمعني كون مثل بقية النساء
Ma voix m'empêche de vivre ma vie de femme (TVQMtF)	Q3 صوتي بخليني إتقادي إحكي بالتلفون
J'évite d'utiliser le téléphone à cause de ma voix (TVQMtF)	Q4 صوتي بينمع الناس تتعرف بسهولة على أني امرأة
Ma voix fait que je suis difficilement identifiée en tant que femme (TVQMtF)	Q5 صوتي بيفرض قيود على حياتي الاجتماعية
Mes difficultés vocales entraînent des restrictions sur ma vie sociale (TVQMtF)	Q6 صوتي ما بيتناسب مع شكلي
Ma voix ne correspond pas à mon apparence (TVQMtF)	Q7 صوتي بحد من الوظائف لي في قوم فيا
Ma voix entraîne des restrictions sur le type de travail que je fais (TVQMtF)	Q8 بشعر أن صوتي ما بيهكس شخصيتي الفعلية
Je sens que ma voix ne reflète pas ma véritable personnalité (TVQMtF)	Q9 بيزعني إذا فكروني رجل بس يسمعو صوتي
Je suis gênée d'être perçue comme un homme à cause de ma voix (TVQMtF)	Q10 بحب أنو يفكروني رجل بس يسمعو صوتي
J'aime qu'on me prenne pour un homme quand on entend ma voix (Add)	Q11 نوعية صوتي بتعطيني قيمة
La qualité de ma voix me valorise (Add)	Q12 صوتي بخلني الناس تسمعي بصعوبة
J'ai des difficultés à me faire entendre à cause de ma voix (VHI)	Q13 صوتي بخلني الناس تفهمني بصعوبة لما يكون في ضجة
On a des difficultés à me comprendre dans une atmosphère bruyante (VHI)	Q14 صوتي بضايقني بحياتي الشخصية و الاجتماعية
Ma voix entraîne des restrictions sur ma vie personnelle et sociale (VHI)	Q15 صوتي بخليني العزل
Je me sens écarté des conversations à cause de ma voix (VHI)	Q16 صوتي بخليني غيب عن شغلي وهالشي بينعكس سلبي على معاشي
Mon problème de voix limite mes rentrées d'argent (VHI)	Q17 بشعر أنو لازم شد ليطلع صوتي
Je sens que je dois forcer pour parler (VHI)	Q18 عندي شك بنقاوة صوتي
Je ne peux pas prévoir la clarté de ma voix (VHI)	Q19 نوعية صوتي بيزعني
Mon problème de voix me dérange (VHI)	Q20 صوتي بحسنني اني عاجزة
Je me sens handicapé à cause de ma voix (VHI)	Q21 الناس ببسالوني شو بي صوتي
Les gens me demandent si j'ai un problème avec ma voix (VHI)	Q22

TVQMtF indique la provenance de la question du Transsexual Voice Questionnaire (34)

VHI indique la provenance de la question du VHI-10 (190)

Annexe 8: Détails des réponses de chacune des participantes au groupe FN au VHI-10

Question du VHI	FN1	FN2	FN3	FN4	FN5	FN6	FN7	FN8	FN9	FN10
J'ai des difficultés à me faire entendre à cause de ma voix	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0
On a des difficultés à me comprendre dans une atmosphère bruyante	0	1	1	0	2	1	0	2	2	0
Ma voix entraîne des restrictions sur ma vie personnelle et sociale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ma voix limite mes rentrées d'argent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Je sens que je dois forcer pour parler	0	0	0	0	1	2	2	2	0	2
Je ne peux pas prévoir la clarté de ma voix	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
La qualité de ma voix me dérange	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Les gens me demandent si j'ai un problème avec ma voix	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
Je me sens handicapé à cause de ma voix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Je me sens écarté des conversations à cause de ma voix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total VHI-10	0	2	1	0	5	5	3	7	2	2

Annexe 9: Détails des réponses de chacune des participantes au groupe FR au VHI-10

Question du VHI	FR1	FR2	FR3	FR4	FR5	FR6	FR7	FR9	FR10	FR11	FR12	FR13
J'ai des difficultés à me faire entendre à cause de ma voix	0	0	0	4	0	0	3	0	2	0	2	0
On a des difficultés à me comprendre dans une atmosphère bruyante	0	2	0	4	0	3	3	3	3	0	3	3
Ma voix entraîne des restrictions sur ma vie perso	0	0	0	4	1	0	0	0	2	2	2	0
Ma voix limite mes rentrées d'argent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Je sens que je dois forcer pour parler	2	0	1	1	2	0	1	2	2	3	2	2
Je ne peux pas prévoir la clarté de ma voix	0	3	0	4	2	0	4	3	2	2	2	3
La qualité de ma voix me dérange	4	2	0	4	2	0	2	0	4	3	4	0
Les gens me demandent si j'ai un problème avec	0	0	1	4	4	1	1	2	3	3	3	2
Je me sens handicapé à cause de ma voix	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2
Je me sens écarté des conversations à cause de m	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Total VHI-10	6	7	2	33	11	4	14	10	18	13	18	12

Annexe 10: Détails des questions montrant la plainte des FR

Questions différentes entre les groupes	Moyenne FN	Moyenne FR	Médiane FN	Médiane FR	p
Je suis gênée d'être perçue comme un homme à cause de ma voix	0	2	0	1	0.03
Ma voix fait que je suis difficilement identifiée en tant que femme	0	2	0	2	0.01
La fréquence de ma voix est très basse	0	2	0	3	0.01
Je ne peux pas prévoir la clarté de ma voix	0	2	0	2	0.007
Mon problème de voix me dérange	0	2	0	2	0.005
Les gens me demandent si j'ai un problème avec ma voix	0	2	0	2	0.01

Annexe 11: Corpus de voyelles et mots présenté dans la manipulation de perception

Elise_F1_30_Arabe_A1

Elise_F1_30_Arabe_I1

Elise_F1_30_Arabe_OU1

Jose_H21_40_Arabe_A1

Jose_H21_40_Arabe_A2

Jose_H21_40_Arabe_A3

Jose_H21_40_Arabe_I1

Jose_H21_40_Arabe_I2

Jose_H21_40_Arabe_I3

Jose_H21_40_Arabe_OU1

Jose_H21_40_Arabe_OU2

Jose_H21_40_Arabe_OU3

Nayla_F16_52_Arabe_A1

Nayla_F16_52_Arabe_A2

Nayla_F16_52_Arabe_A3

Nayla_F16_52_Arabe_I1

Nayla_F16_52_Arabe_I2

Nayla_F16_52_Arabe_I3

Nayla_F16_52_Arabe_OU1

Nayla_F16_52_Arabe_OU2

Nayla_F16_52_Arabe_OU3

Nayla_F18_50_Arabe_A1

Nayla_F18_50_Arabe_A2

Nayla_F18_50_Arabe_A3

Nayla_F18_50_Arabe_I1

Nayla_F18_50_Arabe_I2

Nayla_F18_50_Arabe_I3

Nayla_F18_50_Arabe_OU1

Nayla_F19_55_Arabe_A1

Nayla_F19_55_Arabe_A2

Nayla_F19_55_Arabe_A3
Nayla_F19_55_Arabe_I1
Nayla_F19_55_Arabe_I2
Nayla_F19_55_Arabe_I3
Nayla_F19_55_Arabe_OU1
Nayla_F20_48_Arabe_A1
Nayla_F20_48_Arabe_A2
Nayla_F20_48_Arabe_A3
Nayla_F20_48_Arabe_I1
Nayla_F20_48_Arabe_I2
Nayla_F20_48_Arabe_I3
Nayla_F20_48_Arabe_OU1
Nayla_F20_48_Arabe_OU2
Nayla_F20_48_Arabe_OU3
Nayla_FR1_51_Arabe_A1
Nayla_FR1_51_Arabe_A2
Nayla_FR1_51_Arabe_A3
Nayla_FR1_51_Arabe_I1
Nayla_FR1_51_Arabe_I2
Nayla_FR1_51_Arabe_I3
Nayla_FR1_51_Arabe_OU1
Nayla_FR1_51_Arabe_OU2
Nayla_FR1_51_Arabe_OU3
Nayla_FR2_52_Arabe_A1
Nayla_FR2_52_Arabe_A2
Nayla_FR2_52_Arabe_A3
Nayla_FR2_52_Arabe_I1
Nayla_FR2_52_Arabe_I2
Nayla_FR2_52_Arabe_I3
Nayla_FR2_52_Arabe_OU1
Nayla_FR2_52_Arabe_OU2
Nayla_FR2_52_Arabe_OU3

Nayla_FR3_54_Arabe_A1
Nayla_FR3_54_Arabe_A2
Nayla_FR3_54_Arabe_A3
Nayla_FR3_54_Arabe_I1
Nayla_FR3_54_Arabe_I2
Nayla_FR3_54_Arabe_I3
Nayla_FR4_57_Arabe_A1
Nayla_FR4_57_Arabe_A2
Nayla_FR4_57_Arabe_A3
Nayla_FR4_57_Arabe_I1
Nayla_FR4_57_Arabe_I2
Nayla_FR4_57_Arabe_I3
Nayla_FR4_57_Arabe_OU1
Nayla_FR4_57_Arabe_OU2
Nayla_FR4_57_Arabe_OU3
Nayla_FR5_57_Arabe_A1
Nayla_FR5_57_Arabe_A2
Nayla_FR5_57_Arabe_A3
Nayla_FR5_57_Arabe_OU1
Nayla_FR5_57_Arabe_OU2
Nayla_FR5_57_Arabe_OU3
Nayla_FR7_48_Arabe_A1
Nayla_FR7_48_Arabe_A2
Nayla_FR7_48_Arabe_A3
Nayla_FR7_48_Arabe_I1
Nayla_FR7_48_Arabe_I2
Nayla_FR7_48_Arabe_I3
Nayla_FR7_48_Arabe_OU1
Nayla_FR7_48_Arabe_OU2
Nayla_FR7_48_Arabe_OU3
Nayla_FR9_63_Arabe_A1
Nayla_FR9_63_Arabe_A2

Nayla_FR9_63_Arabe_A3
Nayla_FR9_63_Arabe_I1
Nayla_FR9_63_Arabe_I2
Nayla_FR9_63_Arabe_I3
Nayla_FR9_63_Arabe_OU1
Nayla_FR9_63_Arabe_OU2
Nayla_FR9_63_Arabe_OU3
Nayla_FR10_56_Arabe_A1
Nayla_FR10_56_Arabe_A2
Nayla_FR10_56_Arabe_A3
Nayla_FR10_56_Arabe_I1
Nayla_FR10_56_Arabe_I2
Nayla_FR10_56_Arabe_I3
Nayla_FR10_56_Arabe_OU1
Nayla_FR10_56_Arabe_OU2
Nayla_FR10_56_Arabe_OU3
Nayla_FR12_59_Arabe_A1
Nayla_FR12_59_Arabe_A2
Nayla_FR12_59_Arabe_A3
Nayla_FR12_59_Arabe_I1
Nayla_FR12_59_Arabe_I2
Nayla_FR12_59_Arabe_I3
Nayla_FR12_59_Arabe_OU1
Nayla_FR12_59_Arabe_OU2
Nayla_FR12_59_Arabe_OU3
Nayla_FR13_53_Arabe_A1
Nayla_FR13_53_Arabe_A2
Nayla_FR13_53_Arabe_A3
Nayla_FR13_53_Arabe_I1
Nayla_FR13_53_Arabe_I2
Nayla_FR13_53_Arabe_I3
Nayla_FR13_53_Arabe_OU1

Nayla_FR13_53_Arabe_OU2
Nayla_FR13_53_Arabe_OU3
Nayla_H22_48_Arabe_A1
Nayla_H22_48_Arabe_A2
Nayla_H22_48_Arabe_A3
Nayla_H22_48_Arabe_I1
Nayla_H22_48_Arabe_I2
Nayla_H22_48_Arabe_I3
Nayla_H22_48_Arabe_OU1
Nayla_H22_48_Arabe_OU2
Nayla_H22_48_Arabe_OU3
Nayla_H23_43_Arabe_A1
Nayla_H23_43_Arabe_A2
Nayla_H23_43_Arabe_A3
Nayla_H23_43_Arabe_I1
Nayla_H23_43_Arabe_I2
Nayla_H23_43_Arabe_I3
Nayla_H23_43_Arabe_OU1
Nayla_H23_43_Arabe_OU2
Nayla_H23_43_Arabe_OU3
Valery_F30_51_Arabe_A1
Valery_F30_51_Arabe_A2
Valery_F30_51_Arabe_A3
Valery_F30_51_Arabe_I1
Valery_F30_51_Arabe_I2
Valery_F30_51_Arabe_I3
Valery_F30_51_Arabe_OU1
Valery_F30_51_Arabe_OU2
Valery_F30_51_Arabe_OU3
Valery_F31_52_Arabe_A1
Valery_F31_52_Arabe_A2
Valery_F31_52_Arabe_A3

Valery_F31_52_Arabe_I1
Valery_F31_52_Arabe_I2
Valery_F31_52_Arabe_I3
Valery_F31_52_Arabe_OU1
Valery_F31_52_Arabe_OU2
Valery_F31_52_Arabe_OU3
Valery_F34_46_Arabe_A1
Valery_F34_46_Arabe_A2
Valery_F34_46_Arabe_A3
Valery_F34_46_Arabe_I1
Valery_F34_46_Arabe_I2
Valery_F34_46_Arabe_I3
Valery_F34_46_Arabe_OU1
Valery_F34_46_Arabe_OU2
Valery_F34_46_Arabe_OU3
Valery_F36_56_Arabe_A1
Valery_F36_56_Arabe_A2
Valery_F36_56_Arabe_A3
Valery_F36_56_Arabe_I1
Valery_F36_56_Arabe_I2
Valery_F36_56_Arabe_I3
Valery_F36_56_Arabe_OU1
Valery_F36_56_Arabe_OU2
Valery_F36_56_Arabe_OU3
Valery_F37_51_Arabe_A1
Valery_F37_51_Arabe_A2
Valery_F37_51_Arabe_A3
Valery_F37_51_Arabe_I1
Valery_F37_51_Arabe_I2
Valery_F37_51_Arabe_I3
Valery_F37_51_Arabe_OU1
Valery_F37_51_Arabe_OU2

Valery_F37_51_Arabe_OU3
Valery_F39_53_Arabe_A1
Valery_F39_53_Arabe_A2
Valery_F39_53_Arabe_A3
Valery_F39_53_Arabe_I1
Valery_F39_53_Arabe_I2
Valery_F39_53_Arabe_I3
Valery_F39_53_Arabe_OU1
Valery_F39_53_Arabe_OU2
Valery_F39_53_Arabe_OU3
Valery_H24_52_Arabe_A1
Valery_H24_52_Arabe_A2
Valery_H24_52_Arabe_A3
Valery_H24_52_Arabe_I1
Valery_H24_52_Arabe_I2
Valery_H24_52_Arabe_I3
Valery_H24_52_Arabe_OU1
Valery_H24_52_Arabe_OU2
Valery_H24_52_Arabe_OU3
Valery_H25_48_Arabe_A1
Valery_H25_48_Arabe_A2
Valery_H25_48_Arabe_A3
Valery_H25_48_Arabe_I1
Valery_H25_48_Arabe_I2
Valery_H25_48_Arabe_I3
Valery_H25_48_Arabe_OU1
Valery_H25_48_Arabe_OU2
Valery_H25_48_Arabe_OU3
Valery_H27_46_Arabe_A1
Valery_H27_46_Arabe_A2
Valery_H27_46_Arabe_A3
Valery_H27_46_Arabe_I1

Valery_H27_46_Arabe_I2
Valery_H27_46_Arabe_I3
Valery_H27_46_Arabe_OU1
Valery_H27_46_Arabe_OU2
Valery_H27_46_Arabe_OU3
Valery_H28_53_Arabe_A1
Valery_H28_53_Arabe_A2
Valery_H28_53_Arabe_A3
Valery_H28_53_Arabe_I1
Valery_H28_53_Arabe_I2
Valery_H28_53_Arabe_I3
Valery_H28_53_Arabe_OU1
Valery_H28_53_Arabe_OU2
Valery_H28_53_Arabe_OU3
Valery_H29_49_Arabe_A1
Valery_H29_49_Arabe_A2
Valery_H29_49_Arabe_A3
Valery_H29_49_Arabe_I1
Valery_H29_49_Arabe_I2
Valery_H29_49_Arabe_I3
Valery_H29_49_Arabe_OU1
Valery_H29_49_Arabe_OU2
Valery_H29_49_Arabe_OU3
Valery_H30_47_Arabe_A1
Valery_H30_47_Arabe_A2
Valery_H30_47_Arabe_A3
Valery_H30_47_Arabe_I1
Valery_H30_47_Arabe_I2
Valery_H30_47_Arabe_I3
Valery_H30_47_Arabe_OU1
Valery_H30_47_Arabe_OU2
Valery_H30_47_Arabe_OU3

Valery_H31_46_Arabe_A1
Valery_H31_46_Arabe_A2
Valery_H31_46_Arabe_A3
Valery_H31_46_Arabe_I1
Valery_H31_46_Arabe_I2
Valery_H31_46_Arabe_I3
Valery_H31_46_Arabe_OU1
Valery_H31_46_Arabe_OU2
Valery_H31_46_Arabe_OU3
Jose_H21_40_Arabe_baṭi:k1
Jose_H21_40_Arabe_baṭi:k 2
Jose_H21_40_Arabe_banadura1
Jose_H21_40_Arabe_banadura2
Jose_H21_40_Arabe_buza1
Jose_H21_40_Arabe_jaras1
Jose_H21_40_Arabe_jaras2
Jose_H21_40_Arabe_ṭanṣra 1
Jose_H21_40_Arabe_ṭanṣra 2
Nayla_F16_52_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_F16_52_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_F16_52_Arabe_banadura1
Nayla_F16_52_Arabe_banadura2
Nayla_F16_52_Arabe_buza1
Nayla_F16_52_Arabe_buza2
Nayla_F16_52_Arabe_jaras1
Nayla_F16_52_Arabe_jaras2
Nayla_F16_52_Arabe_ṣwejne:t 1
Nayla_F16_52_Arabe_ṣwejne:t 2
Nayla_F16_52_Arabe_ṭanṣra 1
Nayla_F16_52_Arabe_ṭanṣra 2
Nayla_F18_50_Arabe_baṭi:k

1

Nayla_F18_50_Arabe_baṭi:k
2
Nayla_F18_50_Arabe_banadura1
Nayla_F18_50_Arabe_banadura2
Nayla_F18_50_Arabe_buza1
Nayla_F18_50_Arabe_buza2
Nayla_F18_50_Arabe_jaras1
Nayla_F18_50_Arabe_jaras2
Nayla_F18_50_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_F18_50_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_F18_50_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_F18_50_Arabe_ṭanʒra 2
Nayla_F19_55_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_F19_55_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_F19_55_Arabe_banadura1
Nayla_F19_55_Arabe_banadura2
Nayla_F19_55_Arabe_buza1
Nayla_F19_55_Arabe_buza2
Nayla_F19_55_Arabe_jaras1
Nayla_F19_55_Arabe_jaras2
Nayla_F19_55_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_F19_55_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_F19_55_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_F19_55_Arabe_ṭanʒra 2
Nayla_F20_48_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_F20_48_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_F20_48_Arabe_banadura1
Nayla_F20_48_Arabe_banadura2
Nayla_F20_48_Arabe_buza1
Nayla_F20_48_Arabe_buza2
Nayla_F20_48_Arabe_jaras1
Nayla_F20_48_Arabe_jaras2

Nayla_F20_48_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_F20_48_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_F20_48_Arabe_ʿtanʒra 1
Nayla_F20_48_Arabe_ʿtanʒra 2
Nayla_FR1_51_Arabe_baʿti:k 1
Nayla_FR1_51_Arabe_baʿti:k 2
Nayla_FR1_51_Arabe_banadura1
Nayla_FR1_51_Arabe_banadura2
Nayla_FR1_51_Arabe_buza1
Nayla_FR1_51_Arabe_buza2
Nayla_FR1_51_Arabe_jaras1
Nayla_FR1_51_Arabe_jaras2
Nayla_FR1_51_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR1_51_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR1_51_Arabe_ʿtanʒra 1
Nayla_FR1_51_Arabe_ʿtanʒra 2
Nayla_FR2_52_Arabe_baʿti:k 1
Nayla_FR2_52_Arabe_baʿti:k 2
Nayla_FR2_52_Arabe_banadura1
Nayla_FR2_52_Arabe_banadura2
Nayla_FR2_52_Arabe_buza1
Nayla_FR2_52_Arabe_buza2
Nayla_FR2_52_Arabe_jaras1
Nayla_FR2_52_Arabe_jaras2
Nayla_FR2_52_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR2_52_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR2_52_Arabe_ʿtanʒra 1
Nayla_FR2_52_Arabe_ʿtanʒra 2
Nayla_FR3_54_Arabe_baʿti:k 1
Nayla_FR3_54_Arabe_baʿti:k 2
Nayla_FR3_54_Arabe_banadura1
Nayla_FR3_54_Arabe_banadura2

Nayla_FR3_54_Arabe_buza1
Nayla_FR3_54_Arabe_jaras1
Nayla_FR3_54_Arabe_jaras2
Nayla_FR3_54_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR3_54_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR3_54_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_FR3_54_Arabe_ṭanʒra 2
Nayla_FR4_57_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_FR4_57_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_FR4_57_Arabe_banadura1
Nayla_FR4_57_Arabe_banadura2
Nayla_FR4_57_Arabe_buza1
Nayla_FR4_57_Arabe_buza2
Nayla_FR4_57_Arabe_jaras1
Nayla_FR4_57_Arabe_jaras2
Nayla_FR4_57_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_FR4_57_Arabe_ṭanʒra 2
Nayla_FR5_57_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_FR5_57_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_FR5_57_Arabe_banadura1
Nayla_FR5_57_Arabe_banadura2
Nayla_FR5_57_Arabe_buza1
Nayla_FR5_57_Arabe_buza2
Nayla_FR5_57_Arabe_jaras1
Nayla_FR5_57_Arabe_jaras2
Nayla_FR5_57_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR5_57_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR5_57_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_FR5_57_Arabe_ṭanʒra 2
Nayla_FR7_48_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_FR7_48_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_FR7_48_Arabe_banadura1

Nayla_FR7_48_Arabe_banadura2
Nayla_FR7_48_Arabe_buza1
Nayla_FR7_48_Arabe_buza2
Nayla_FR7_48_Arabe_jaras1
Nayla_FR7_48_Arabe_jaras2
Nayla_FR7_48_Arabe_jaras3
Nayla_FR7_48_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR7_48_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR7_48_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_FR9_63_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_FR9_63_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_FR9_63_Arabe_banadura1
Nayla_FR9_63_Arabe_banadura2
Nayla_FR9_63_Arabe_banadura3
Nayla_FR9_63_Arabe_buza1
Nayla_FR9_63_Arabe_buza2
Nayla_FR9_63_Arabe_jaras1
Nayla_FR9_63_Arabe_jaras2
Nayla_FR9_63_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR9_63_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR9_63_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_FR9_63_Arabe_ṭanʒra 2
Nayla_FR10_56_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_FR10_56_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_FR10_56_Arabe_banadura1
Nayla_FR10_56_Arabe_banadura2
Nayla_FR10_56_Arabe_buza1
Nayla_FR10_56_Arabe_buza2
Nayla_FR10_56_Arabe_jaras1
Nayla_FR10_56_Arabe_jaras2
Nayla_FR10_56_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR10_56_Arabe_ʿwejne:t 2

Nayla_FR10_56_Arabe_tan3ra 1
Nayla_FR12_59_Arabe_bati:k 1
Nayla_FR12_59_Arabe_bati:k 2
Nayla_FR12_59_Arabe_banadura1
Nayla_FR12_59_Arabe_banadura2
Nayla_FR12_59_Arabe_buza1
Nayla_FR12_59_Arabe_buza2
Nayla_FR12_59_Arabe_jaras1
Nayla_FR12_59_Arabe_jaras2
Nayla_FR12_59_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR12_59_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR12_59_Arabe_tan3ra 1
Nayla_FR12_59_Arabe_tan3ra 2
Nayla_FR13_53_Arabe_bati:k 1
Nayla_FR13_53_Arabe_bati:k 1
Nayla_FR13_53_Arabe_banadura1
Nayla_FR13_53_Arabe_banadura2
Nayla_FR13_53_Arabe_buza1
Nayla_FR13_53_Arabe_buza2
Nayla_FR13_53_Arabe_jaras1
Nayla_FR13_53_Arabe_jaras2
Nayla_FR13_53_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_FR13_53_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_FR13_53_Arabe_tan3ra 1
Nayla_FR13_53_Arabe_tan3ra 2
Nayla_H22_48_Arabe_bati:k 1
Nayla_H22_48_Arabe_bati:k 2
Nayla_H22_48_Arabe_banadura1
Nayla_H22_48_Arabe_banadura2
Nayla_H22_48_Arabe_buza1
Nayla_H22_48_Arabe_buza2
Nayla_H22_48_Arabe_jaras1

Nayla_H22_48_Arabe_jaras2
Nayla_H22_48_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_H22_48_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_H22_48_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_H22_48_Arabe_ṭanʒra 2
Nayla_H23_43_Arabe_baṭi:k 1
Nayla_H23_43_Arabe_baṭi:k 2
Nayla_H23_43_Arabe_banadura1
Nayla_H23_43_Arabe_banadura2
Nayla_H23_43_Arabe_buza1
Nayla_H23_43_Arabe_buza2
Nayla_H23_43_Arabe_jaras1
Nayla_H23_43_Arabe_jaras2
Nayla_H23_43_Arabe_ʿwejne:t 1
Nayla_H23_43_Arabe_ʿwejne:t 2
Nayla_H23_43_Arabe_ṭanʒra 1
Nayla_H23_43_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_F30_51_Arabe_baṭi:k 1
Valery_F30_51_Arabe_baṭi:k 2
Valery_F30_51_Arabe_banadura1
Valery_F30_51_Arabe_banadura2
Valery_F30_51_Arabe_buza1
Valery_F30_51_Arabe_buza2
Valery_F30_51_Arabe_jaras1
Valery_F30_51_Arabe_jaras2
Valery_F30_51_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_F30_51_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_F30_51_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_F30_51_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_F31_52_Arabe_baṭi:k 1
Valery_F31_52_Arabe_baṭi:k 2
Valery_F31_52_Arabe_banadura1

Valery_F31_52_Arabe_banadura2
Valery_F31_52_Arabe_buza1
Valery_F31_52_Arabe_buza2
Valery_F31_52_Arabe_jaras1
Valery_F31_52_Arabe_jaras2
Valery_F31_52_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_F31_52_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_F31_52_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_F31_52_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_F34_46_Arabe_baṭi:k 1
Valery_F34_46_Arabe_baṭi:k 2
Valery_F34_46_Arabe_banadura1
Valery_F34_46_Arabe_banadura2
Valery_F34_46_Arabe_buza1
Valery_F34_46_Arabe_buza2
Valery_F34_46_Arabe_jaras1
Valery_F34_46_Arabe_jaras2
Valery_F34_46_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_F34_46_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_F34_46_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_F34_46_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_F36_56_Arabe_baṭi:k 1
Valery_F36_56_Arabe_baṭi:k 2
Valery_F36_56_Arabe_banadura1
Valery_F36_56_Arabe_banadura2
Valery_F36_56_Arabe_buza1
Valery_F36_56_Arabe_buza2
Valery_F36_56_Arabe_jaras1
Valery_F36_56_Arabe_jaras2
Valery_F36_56_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_F36_56_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_F37_51_Arabe_baṭi:k 1

Valery_F37_51_Arabe_baṭi:k 2
Valery_F37_51_Arabe_banadura1
Valery_F37_51_Arabe_banadura2
Valery_F37_51_Arabe_buza1
Valery_F37_51_Arabe_buza2
Valery_F37_51_Arabe_jaras1
Valery_F37_51_Arabe_jaras2
Valery_F37_51_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_F37_51_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_F37_51_Arabe_ʿwejne:t 3
Valery_F37_51_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_F37_51_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_F39_53_Arabe_baṭi:k 1
Valery_F39_53_Arabe_baṭi:k 2
Valery_F39_53_Arabe_banadura1
Valery_F39_53_Arabe_banadura2
Valery_F39_53_Arabe_buza1
Valery_F39_53_Arabe_buza2
Valery_F39_53_Arabe_jaras1
Valery_F39_53_Arabe_jaras2
Valery_F39_53_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_F39_53_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_F39_53_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_F39_53_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_H24_52_Arabe_baṭi:k 1
Valery_H24_52_Arabe_baṭi:k 2
Valery_H24_52_Arabe_banadura1
Valery_H24_52_Arabe_banadura2
Valery_H24_52_Arabe_buza1
Valery_H24_52_Arabe_buza2
Valery_H24_52_Arabe_jaras1
Valery_H24_52_Arabe_jaras2

Valery_H24_52_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_H24_52_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_H24_52_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_H24_52_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_H25_48_Arabe_baṭi:k 1
Valery_H25_48_Arabe_baṭi:k 2
Valery_H25_48_Arabe_banadura1
Valery_H25_48_Arabe_banadura2
Valery_H25_48_Arabe_buza1
Valery_H25_48_Arabe_buza2
Valery_H25_48_Arabe_jaras1
Valery_H25_48_Arabe_jaras2
Valery_H25_48_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_H25_48_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_H25_48_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_H25_48_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_H27_46_Arabe_baṭi:k 1
Valery_H27_46_Arabe_baṭi:k 2
Valery_H27_46_Arabe_banadura1
Valery_H27_46_Arabe_banadura2
Valery_H27_46_Arabe_buza1
Valery_H27_46_Arabe_buza2
Valery_H27_46_Arabe_jaras1
Valery_H27_46_Arabe_jaras2
Valery_H27_46_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_H27_46_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_H27_46_Arabe_ṭanʒra 1
Valery_H27_46_Arabe_ṭanʒra 2
Valery_H28_53_Arabe_baṭi:k 1
Valery_H28_53_Arabe_baṭi:k 2
Valery_H28_53_Arabe_banadura1
Valery_H28_53_Arabe_banadura2

Valery_H28_53_Arabe_buza1
Valery_H28_53_Arabe_buza2
Valery_H28_53_Arabe_jaras1
Valery_H28_53_Arabe_jaras2
Valery_H28_53_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_H28_53_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_H28_53_Arabe_ʿtanʒra 1
Valery_H28_53_Arabe_ʿtanʒra 2
Valery_H29_49_Arabe_baṭi:k 1
Valery_H29_49_Arabe_baṭi:k 2
Valery_H29_49_Arabe_banadura1
Valery_H29_49_Arabe_banadura2
Valery_H29_49_Arabe_buza1
Valery_H29_49_Arabe_buza2
Valery_H29_49_Arabe_jaras1
Valery_H29_49_Arabe_jaras2
Valery_H29_49_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_H29_49_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_H29_49_Arabe_ʿtanʒra 1
Valery_H29_49_Arabe_ʿtanʒra 2
Valery_H30_47_Arabe_baṭi:k 1
Valery_H30_47_Arabe_baṭi:k 2
Valery_H30_47_Arabe_banadura1
Valery_H30_47_Arabe_banadura2
Valery_H30_47_Arabe_buza1
Valery_H30_47_Arabe_buza2
Valery_H30_47_Arabe_jaras1
Valery_H30_47_Arabe_jaras2
Valery_H30_47_Arabe_ʿwejne:t 1
Valery_H30_47_Arabe_ʿwejne:t 2
Valery_H30_47_Arabe_ʿtanʒra 1
Valery_H30_47_Arabe_ʿtanʒra 2

Valery_H31_46_Arabe_baṭi:k 1

Valery_H31_46_Arabe_baṭi:k 2

Valery_H31_46_Arabe_banadura1

Valery_H31_46_Arabe_banadura2

Valery_H31_46_Arabe_buza1

Valery_H31_46_Arabe_buza2

Valery_H31_46_Arabe_jaras1

Valery_H31_46_Arabe_jaras2

Valery_H31_46_Arabe_ṣwejne:t 1

Valery_H31_46_Arabe_ṣwejne:t 2

Valery_H31_46_Arabe_ṭanṣra 1

Valery_H31_46_Arabe_ṭanṣra 2

Annexe 13: Formulaire des données démographiques des membres du jury de la manipulation de perception. A noter qu'il est anonyme.

AGE :

SEXE:

APPARTENANCE SOCIALE:

LIEU DE RESIDENCE:

RELIGION:

NIVEAU D'ETUDE:

TROUBLE D'AUDITION:

ATCD DE TROUBLE D'AUDITION:

DYSPHONIE:

ATCD DE DYSPHONIE:

TROUBLES NEUROLOGIQUES:

ATCD DE TROUBLES NEUROLOGIQUES:

TROUBLES ARTICULATOIRES:

DYSPHONIE FAMILIALE:

PRESENTATEUR/PRESENTATRICE DE DISCOURS:

CONFERENCIER/CONFERENCIERE:

CHANTEUR/CHANTEUSE:

LANGUE MATERNELLE

NOMBRE DE LANGUES MAITRISEES : PARLEES ET ECRITES

Annexe 15: Script de Praat ayant permis la détection semi-automatique des formants des voyelles

form Calculate F1 & F2 for a specific segment

comment See header of script for details.

comment The label of segments to be measured, and the tier in the TextGrid:

word the_label V

integer the_tier 1

comment Select sex of speaker:

choice sex 1

button male

button female

comment Length of window over which spectrogram is calculated:

positive length 0.005

comment Play sound?

choice playit 1

button yes

button no

comment Settings for Track... algorithm (MALE on the left; FEMALE on the right)

positive left_F1_reference 500

positive right_F1_reference 550

positive left_F2_reference 1485

positive right_F2_reference 1650

positive left_F3_reference 2475

positive right_F3_reference 2750

positive left_Frequency_cost 1

positive right_Frequency_cost 1

positive left_Bandwidth_cost 1

positive right_Bandwidth_cost 1

positive left_Transition_cost 1

positive right_Transition_cost 1

endform

```

#clearinfo
sectier=the_tier+1
counter = 0
name$ = selected$ ("Sound")
sound = selected("Sound")
textgrid = selected("TextGrid")
select 'textgrid'
finishing_time = Get finishing time
nlabels = Get number of intervals... 'the_tier'

Read Table from tab-separated file: "wrds_data.txt"
worddata=selected("Table")

Create Table with column names: "table", 0, "counter label wrdlabel start end F1 F2 F1correct
F2correct"
mytable=selected("Table")
for label from 1 to 'nlabels'
  select 'textgrid'
  labelx$ = Get label of interval... 'the_tier' 'label'
  if labelx$ = "a" |labelx$ = "u" |labelx$ = "i" |labelx$ = "ou" |labelx$ = "A" |labelx$ = "I"
|labelx$ = "U" |labelx$ = "OU"
    counter = counter + 1
    n_b = Get starting point... 'the_tier' 'label'
    n_e = Get end point... 'the_tier' 'label'
    n_d = 'n_e' - 'n_b'
    n_md = ('n_b' + 'n_e') / 2
    wordlabel$=labelx$
    call vowelq 'n_b' 'n_e' 'n_md' 'name$' 'counter' 'mytable' 'labelx$' 'wordlabel$'
  elseif length(labelx$)>0
    select 'worddata'

```

```

spaceChar$=" "
while endsWith(labelx$,newline$)| endsWith(labelx$,spaceChar$)
    mylen=length(labelx$)
    labelx$=left$(labelx$,mylen-1)
endwhile
myrow=Search column: "txt", labelx$
if myrow>0
    counter = counter + 1
    stresspos=Get value: myrow, "str"
    select 'textgrid'
        n_bW = Get starting point... 'the_tier' 'label'
n_eW = Get end point... 'the_tier' 'label'
        first_int=Get low interval at time: 2, n_bW+0.00001
        last_int=Get low interval at time: 2, n_eW+0.00001
        myInt=first_int+stresspos-1
        n_b = Get starting point... 2 'myInt'
n_e = Get end point... 2 'myInt'
        n_md = ('n_b' + 'n_e') / 2

        wordlabel$=labelx$
        labelx$=Get label of interval: sectier, myInt
        while endsWith(labelx$,newline$)| endsWith(labelx$,spaceChar$)
            mylen=length(labelx$)
            labelx$=left$(labelx$,mylen-1)
        endwhile
        #printline
        call vowelq 'n_b' 'n_e' 'n_md' 'name$' 'counter' 'mytable' 'labelx$' 'wordlabel$'
        #printline 'labelx$'* 'myrow' intnum: 'myInt' start: 'n_b' end: 'n_e'
    endif
endif
select 'textgrid'
plus 'sound'

```

endfor

```
procedure vowelq n_b n_e n_md name$ counter mytable labelx$
# set maximum frequency of Formant calculation algorithm on basis of sex
# sex is 1 for male (left); sex is 2 for female (right).
marge=0.05

f1correct=0
f2correct=0

if 'sex' = 1
  maxf = 5000
  f1ref = left_F1_reference
  f2ref = left_F2_reference
  f3ref = left_F3_reference
  f4ref = 3465
  f5ref = 4455
  freqcost = left_Frequency_cost
  bwcost = left_Bandwidth_cost
  transcost = left_Transition_cost
endif
if 'sex' = 2
  maxf = 5500
  f1ref = right_F1_reference
  f2ref = right_F2_reference
  f3ref = right_F3_reference
  f4ref = 3850
  f5ref = 4950
  freqcost = right_Frequency_cost
  bwcost = right_Bandwidth_cost
  transcost = right_Transition_cost
```

```

endif
select 'sound'

thisStart='n_b' - 'marge'
thisEnd='n_e' + 'marge'
Extract part: 'thisStart', 'thisEnd', "rectangular", 1, "no"
thisSound=selected("Sound")

thisDur=Get total duration
thisMD=thisDur/2
Resample... 16000 50
sound_16khz = selected("Sound")

To Formant (burg)... 0.01 5 'maxf' 0.025 50
Rename... 'name$'_beforetracking
formant_beforetracking = selected("Formant")
Track... 3 'f1ref' 'f2ref' 'f3ref' 'f4ref' 'f5ref' 'freqcost' 'bwcost' 'transcost'
Rename... 'name$'_aftertracking
formant_aftertracking = selected("Formant")

# Get the f1,f2,f3 measurements.
select 'formant_aftertracking'
f1hzpt = Get value at time... 1 'thisMD' Hertz Linear
f2hzpt = Get value at time... 2 'thisMD' Hertz Linear
f3hzpt = Get value at time... 3 'thisMD' Hertz Linear

select 'thisSound'
Pre-emphasize (in-line): 50
To Spectrogram... 'length' 4000 0.002 20 Gaussian
spectrogram = selected("Spectrogram")

```

```

select 'sound_16khz'
  Pre-emphasize (in-line): 50
select 'sound_16khz'
  #Filter (pre-emphasis): 50
  spectrum_begin = thisMD - 0.010
  spectrum_end = thisMD + 0.010
  Extract part... 'spectrum_begin' 'spectrum_end' Hanning 1 no
  Rename... 'name$'_slice
  sound_16khz_slice = selected("Sound")

  To Spectrum (fft)
  spectrum = selected("Spectrum")
  To Ltas (1-to-1)
  ltas = selected("Ltas")

```

label MYSTART

```

demo Erase all
demo Font size... 14
display_from = 'n_b' - marge
if ('display_from' < 0)
  display_from = 0
endif
display_until = 'n_e' + marge
if ('display_until' > 'finishing_time')
  display_until = 'finishing_time'
endif

```

```
display_from=0
```

```

display_until=thisDur
demo Black
demo Axes: 0, 100, 0, 100
# display the spectrum, with Ltas and LPC
select spectrum
demo Viewport... 0 70 65 100

demo Select inner viewport: 10, 70, 70, 90
demo Draw... 0 3250 0 80 yes

select ltas

demo Viewport... 0 70 65 100
demo Select inner viewport: 10, 70, 70, 90
demo Draw... 0 3250 0 80 no bars
demo Marks bottom every... 1 500 yes yes no
demo Marks bottom every... 1 250 no no yes

#select 'sound_16khz'
#To LPC (burg)... 16 0.025 0.01 0
#lpc = selected("LPC")
#To Spectrum (slice)... 'n_md' 10 0 0
#Rename... LPC_'name$'
#spectrum_lpc = selected("Spectrum")
#select 'lpc'
#Remove
#select 'spectrum_lpc'
#demo Line width... 2
#demo Draw... 0 3250 0 80 no
#demo Line width... 1
demo Text top... no Spectrum [30 ms], Ltas(1-to-1) [30 ms], overlaid

```

```
if (playit = 1)
  select 'sound'
  Extract part... 'thisStart' 'thisEnd' Hanning 1 no
  Play
  Remove
endif
```

```
# display the formant tracks overlaid on spectrogram.
```

```
#demo Viewport... 0 70 25 65
```

```
#demo Viewport... 0 70 0 65
```

```
demo Select inner viewport: 10, 70, 10, 55
```

```
select 'textgrid'
```

```
demo Black
```

```
demo Draw... 'thisStart' 'thisEnd' no yes yes
```

```
demo One mark bottom... 'n_md' yes yes yes
```

```
rf1hzpt = 'f1hzpt'
```

```
rf2hzpt = 'f2hzpt'
```

```
demo Text top... no Tracker output -- F1: 'rf1hzpt' ***** F2: 'rf2hzpt'
```

```
demo Axes: 0, 100, 0, 100
```

```
select spectrogram
```

```
demo Select inner viewport: 10, 70, 25, 55
```

```
demo Paint... 'display_from' 'display_until' 0 4000 100 yes 50 6 0 no
```

```
select 'formant_aftertracking'
```

```
demo Yellow
```

```
demo Speckle... 'display_from' 'display_until' 4000 30 no
```

```
demo Marks left every... 1 500 yes yes yes
```

demo Axes: 0, 100, 0, 100

```
beginPause: "change or continue"  
optionMenu:"mychoice",3  
option: "F1"  
option: "F2"  
option: "ok"  
mychoice=endPause:"F1","F2","OK",3
```

```
if mychoice=1  
    goto MYF1  
elseif mychoice=2  
    goto MYF2  
else  
    goto MYEND  
endif
```

```
label MYF1  
f1correct=1  
pause choose F1  
demo Text top... no .
```

```
while demoWaitForInput ( )  
    if demoClicked ( )  
        f1hzpt= 40*demoY ( )  
        goto MYSTART  
    elseif demoKeyPressed ( )  
        goto MYSTART  
    endif
```

endwhile

label MYF2

f2correct=1

pause choose F2

demo Text top... no .

while demoWaitForInput ()

 if demoClicked ()

 f2hzpt= 40*demoY ()

 goto MYSTART

 elseif demoKeyPressed ()

 goto MYSTART

 endif

endwhile

label MYEND

#select 'spectrum_lpc'

#plus

select 'spectrum'

plus 'ltas'

plus 'spectrogram'

plus 'formant_beforetracking'

plus 'formant_aftertracking'

plus 'sound_16khz'

plus 'sound_16khz_slice'

plus 'thisSound'

Remove

pause ok? [occurrence 'counter' of segment 'the_label\$' myx 'pino']

```
select mytable
Append row
Set string value: 'counter', "label", labelx$
Set string value: 'counter', "wrddlabel", wordlabel$
Set numeric value: 'counter', "counter", 'counter'
Set numeric value: 'counter', "start", 'n_b'
Set numeric value: 'counter', "end", 'n_e'
Set numeric value: 'counter', "F1", 'rf1hzpt'
Set numeric value: 'counter', "F2", 'rf2hzpt'
Set numeric value: 'counter', "F1correct", 'f1correct'
Set numeric value: 'counter', "F2correct", 'f2correct'

endproc
```

Annexe 16: Tests pour la normalité de la distribution de la surface du triangle vocalique en fonction des 3 groupes

Groupes	Skewness	Skewness SE	Kurtosis	Kurtosis SE	Shapiro-Wilk test
HN	-0.830	0.687	0.981	1.334	0.591
FN	0.956	0.687	-0.106	1.334	0.164
FR	-0.820	0.687	0.059	1.334	0.393

Liste des publications et participations à des congrès en relation avec le sujet de la thèse

- La voix troublée : approche du genre vocal par son opacité dans la voix des femmes atteintes d'un œdème de Reinke. Projet PEPS CNRS Défi Genre, Paris, 2012.
- Œdème de Reinke et stéréotype de genre vocal en arabe libanais. Journée internationale des droits de la femme: Les nouvelles sciences du Genre, CNRS, Paris, 2014.
- Acoustic correlates of masculinity in voices of Lebanese women with Reinke's edema. Proceedings of International Seminar on Speech Production (ISSP) May, 2014, Cologne, Germany, p. 273-276.
<http://www.issp2014.uni-koeln.de>.
- Standard values of fundamental frequency, speaking fundamental frequency and formant frequencies in adults with normal voices speaking Lebanese Arabic. Oral presentation at the 10th Middle East updates in Otolaryngology Head and Neck Surgery. Dubai, United Arab Emirates, 2015.
- Are Women with Reinke's Edema good candidates for the study of gender ambiguity in voice? Oral presentation at the Pan European Voice Conference (PEVOC), Florence, Italy, 2015.

- Voice quality and gender stereotypes: A study on Lebanese women with Reinke's edema. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*. (Révisions mineures en cours).
- Standard values of fundamental frequency, speaking fundamental frequency and formant frequencies in adults with normal voices speaking Lebanese Arabic. *Language Resources and Evaluation* (Soumis).
- Genre et voix: Le cas des femmes avec œdème de Reinke. *Atelier de Recherche Linguistique sur le genre et les sexualités: Effigies, Paris, 2015*.

Financements obtenus pour la thèse

- Mission Interdisciplinarité du CNRS dans le cadre du programme « Le genre à l'interface des sciences : Défi Genre ».
- Conseil de recherche de l'Université Saint-Joseph (FM 207).
- Soutien du laboratoire Parole et Langage.