



**HAL**  
open science

# La dysphonie chez les professeures des écoles : perception et représentations

Amelia Pettirossi

► **To cite this version:**

Amelia Pettirossi. La dysphonie chez les professeures des écoles : perception et représentations. Linguistique. Université de la Sorbonne nouvelle - Paris III, 2021. Français. NNT : 2021PA030011 . tel-03564756

**HAL Id: tel-03564756**

**<https://theses.hal.science/tel-03564756>**

Submitted on 10 Feb 2022

**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.

Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3

École Doctorale 622 – « Sciences du langage »

Laboratoire de Phonétique et Phonologie (UMR7018, Sorbonne-Nouvelle/CNRS)

## THÈSE

en vue de l'obtention du grade de docteur en phonétique

**Amelia Pettirossi**

---

La dysphonie chez les professeures des écoles :  
perception et représentations

---

Sous la direction de **Lise Crevier-Buchman** et **Nicolas Audibert**

Soutenue à Paris le 14/01/2021

### Composition du jury :

**Bernard Harmegnies** (Rapporteur), PR (Laboratoire de Phonétique, Uni. de Mons, Belgique)  
**Rudolph Sock** (Rapporteur), PR (LiLPa, EA1339, Uni. de Strasbourg, France)  
**Antoine Giovanni** (Examinateur), PR (LPL, UMR 6057, CNRS/Uni. Aix-Marseille, France)  
**Claire Pillot-Loiseau** (Examinatrice), MCF (LPP, UMR7018, CNRS/Uni. Sorbonne Nouvelle, France)  
**Béatrice Vaxelaire** (Examinatrice), PR (LiLPa, EA1339, Uni. de Strasbourg, France)  
**Lise Crevier-Buchman** (Directrice), CR (LPP, UMR7018, CNRS/Uni. Sorbonne Nouvelle, France)  
**Nicolas Audibert** (Co-directeur), MCF (LPP, UMR7018, CNRS/Uni. Sorbonne Nouvelle, France)

# La dysphonie chez les professeures des écoles : perception et représentations

## Résumé

Cette thèse s'intéresse à l'impact de la dysphonie à travers trois grands axes : la représentation de sa propre voix, la transmission du message et la perception d'autrui. Nous nous basons sur deux populations de femmes professeures des écoles (PE), l'une de 709 PE interrogées via internet et l'autre de 61 locutrices PE enregistrées en conditions contrôlées. À partir d'une évaluation perceptive experte sur l'échelle GRBAS, nos locutrices ont été catégorisées en deux groupes de 37 témoins et 24 dysphoniques légères. Outre les importantes plaintes vocales et l'altération de la qualité de vie qui touchent nos deux populations, nous observons un effet de l'âge des élèves sur la prévalence des troubles vocaux. L'analyse des productions de nos locutrices en lecture calme ou face à une classe bruyante suggère que les PE utilisent des stratégies d'adaptation dans leur pratique professionnelle qui pourraient être impactées par la dysphonie. La dysphonie semble également impacter la transmission de l'information à destination d'élèves de 7 à 10 ans puisque des temps de réaction plus longs sont relevés lors du décodage du contraste de voisement dans une tâche d'identification de mot lorsque la consigne est produite par une locutrice dysphonique. Enfin, suite à une première tâche de catégorisation libre, l'attribution de traits de personnalité par un panel d'auditeurs naïfs se basant uniquement sur la voix des PE met en évidence des profils vocaux associés à des représentations plus ou moins positives. L'accord modéré constaté entre le degré de trouble vocal perçu et l'évaluation experte de la dysphonie semble lié à la perception positive de la raucité par les auditeurs naïfs.

**Mots-clés :** Dysphonie, Voix de femmes, Acoustique, Perception, Représentations, Professeures des écoles, Auto-évaluation

# **Dysphonia among school teachers: perception and representations**

## **Abstract**

This thesis focuses on the impact of dysphonia through three main axes: the representation of one's own voice, the transmission of the message and the perception by others. We consider two populations of female school teachers (ST), one of 709 ST interviewed via the internet and the other of 61 ST speakers recorded under controlled conditions. Based on an expert perceptual assessment on the GRBAS scale, our female speakers were categorized into two groups of 37 controls and 24 mild dysphonic speakers. In addition to the significant vocal complaints and impaired quality of life that affect both of our populations, we observe an effect of student age on the prevalence of vocal disorders. Analysis of our speakers' productions in quiet reading or facing a noisy class suggests that ST use coping strategies in their professional practice that could be impacted by dysphonia. Dysphonia also appears to impact the transmission of information to pupils aged 7 to 10 years old, with longer reaction times when decoding voicing contrasts in a word identification task when the instruction is produced by a dysphonic speaker. Finally, following a first free categorization task, the attribution of personality traits by a panel of naive listeners only based on ST's voices highlights vocal profiles associated with more or less positive representations. The moderate agreement observed between the degree of perceived vocal disorder and the expert assessment of dysphonia seems to be related to the positive perception of roughness by naive listeners.

**Keywords:** Dysphonia, Female voices, Acoustics, Perception, Representations, School teachers, Self-assessment

## Remerciements

Je remercie évidemment en tout premier lieu mes directeurs de thèse Lise Crevier-Buchman et Nicolas Audibert.

Merci Lise d'avoir accepté de diriger mes travaux de thèse mais également de m'avoir fait confiance en prenant de votre temps pour me former dès la deuxième année de master. Vos retours et conseils, toujours accompagnés de mots d'encouragement, m'ont permis de prendre du recul, d'évoluer et d'améliorer constamment mon travail.

Merci Nicolas pour ta présence continue, tes conseils, scripts magiques, suggestions bibliographiques et autres corrections très méticuleuses (c'est l'expression adaptée je crois). Je te remercie évidemment aussi d'avoir accepté d'être mon directeur dès mon année de M1, ce qui avait une grande importance pour moi puisque dès la licence, c'est en grande partie grâce à tes enseignements que j'ai eu envie de faire de la recherche et de me spécialiser en phonétique.

Je tiens également à vous dire plus largement merci à tous les deux de m'avoir permis de travailler dans une atmosphère aussi sereine et agréable tout au long de ces années. Il est plutôt difficile d'exprimer correctement dans un unique paragraphe toute la reconnaissance et le plaisir d'avoir pu travailler avec vous. Vous avez toujours su être présents, bienveillants et patients. Bien que vous m'ayez toujours accompagnée avec beaucoup d'assiduité, vous m'avez également laissé travailler et développer les idées qui m'intéressaient sans me contraindre, même si je veux bien reconnaître que je me suis parfois quelque peu éloignée des champs de la phonétique. Il est bien évident que ce travail ne serait rien sans vous, vos grandes connaissances et le temps que vous y avez accordé.

Je remercie ensuite chaleureusement l'ensemble des membres de mon jury de thèse : Antoine Giovanni, Bernard Harmegnies, Claire Pillot-Loiseau, Rudolph Sock et Béatrice Vaxelaire. C'est par avance un honneur de pouvoir vous présenter mes travaux et je vous remercie sincèrement de porter de l'intérêt à cette thèse et d'y consacrer du temps.

Je remercie également mon comité de suivi de thèse, composé, en plus de mes deux directeurs, de Claire Pillot-Loiseau et Rudolph Sock. Bien que nous ne nous soyons rencontrés que par deux fois, ces réunions m'ont beaucoup apporté en perspectives nouvelles mais également en motivation. Merci d'avoir su pointer les points plus faibles en toute bienveillance tout en mettant toujours en avant les éléments forts de mon projet.

Je remercie aussi tous les membres du LPP pour leur accueil chaleureux mais aussi pour leurs différents retours sur mon travail dans des contextes plus ou moins formels. Je remercie également la team des repas tupperwares de la salle Mac, qui a, certes, évolué avec le temps mais a survécu à l'influence de la team cantoché et ses ananas.

Je remercie les différentes structures qui m'ont accueillies pour réaliser mes expérimentations, toutes mes locutrices, tous mes auditeurs et participants, sans qui cette thèse n'existerait tout simplement pas. Désolé de vous avoir torturés avec mes tests de perception de 45 minutes et mes questionnaires en ligne. Vous êtes au total des centaines (je pense même pouvoir aisément dire plus d'un millier) parfois amis, parfois inconnus, à avoir vu mes appels à participants et à avoir pris de votre temps pour remplir une enquête en ligne ou à vous être déplacés pour une prise de données. Je remercie évidemment tout particulièrement toutes mes locutrices professeures des écoles, dont certaines ont traversé la France pour participer à ma prise de données durant les vacances scolaires. Jamais je n'aurais imaginé en commençant cette thèse travailler au contact d'une population aussi motivée et altruiste.

Enfin, je dois remercier certaines personnes qui n'ont pas nécessairement de lien direct avec ma production scientifique mais sans qui il aurait été compliqué (impossible ?) de garder une motivation constante :

Daria d'Alessandro, avec un *d* minuscule d'anoblissement bien mérité à mes yeux. Je ne sais pas si je serais arrivé au bout de ce long chemin si je n'avais pas eu une aussi bonne amie et compère de thèse ; Sofiane Aklouf, pour s'être intéressé à mon travail et aux différentes étapes qui ont jalonné ce long chemin comme aucun autre « naïf de la phonétique » ; Amélie, ma filleule de phonétique pour sa bonne humeur

perpétuelle, ses nougats d'encouragement et les journées de co-working post confinement ; Elodie, ma toute première amie de phonétique, certes éloignée géographiquement mais dont le soutien était bien présent ; Gabriele, mon copain de sushi sans qui j'aurais régulièrement dû manger la box de 42 pièces seule en sortant de TD ; Roland, l'homme du support et de la situation capable de retrouver un EGG perdu dans Paris ; Soline, Pierrick et Noémie, tout particulièrement pour les soirées de repos thématique « despé, bo bun, pad thaï et sushi » des derniers mois ; L'insubmersible club des 9, qui a cru avoir du style dans son peau d'pêche bleu : Angéline, Jérémy, Coraline, Valentin, Eva, Sofiane, Amandine et Raphaël, pour qui je ne saurais trouver de langage pour chanter les louanges !

Je remercie enfin ma famille et plus précisément : Ma sœur Angéline et mon beau-frère Jérémy, pour leur présence et amitié sans faille tout au long de ces années mais aussi pour les agréables et très nécessaires moments de détente télévisuels devant des émissions de grande qualité ; Mon frère adoptif, Thibaut, pour ses Spritz, plats brésiliens, ananas et plus largement son soutien durant toutes mes études ; Mon père Ioris, pour tous les petits plats gastronomiques, la bonne humeur (parfois trop bonne quand on est fatigué) et les chansons ; Ma mère Dominique, plus particulièrement en première ligne durant ces longs confinements de 2020. Merci pour les heures passées à me regarder travailler en silence avec Cappi pour que je ne sois pas seule et pour toutes les attentions (et homards) qui m'ont permis de garder motivation et espoir en toutes circonstances.

Merci à tous !

*[el fɛ dezɔvme pɑvti dɑ la sekt fonetik dit mɛvsi puv sɑ vɛsi dɑ sɔ̃ pɑvkiʋ inisjatik]*





# Table des matières

Table des figures.....	1
Table des tableaux.....	5
Table des annexes.....	8
Table des abréviations par ordre alphabétique.....	9
Conventions de notation.....	10
1. Introduction générale.....	11
2. État de l’art.....	17
2.1 Dysphonie.....	17
2.1.1 Le trouble vocal : La dysphonie dysfonctionnelle.....	17
2.1.2 Diagnostic et évaluation perceptive de la dysphonie.....	19
2.1.3 Qualité de vie et auto-perception.....	22
2.1.4 Les corrélats acoustiques de la dysphonie.....	24
2.2 Professeures des écoles et trouble vocal.....	30
2.2.1 Population à forte prévalence.....	30
2.2.2 Environnement de classe.....	33
2.2.3 Impact connu de la dysphonie sur l’enseignement et l’élève.....	34
2.3 Perception de la voix par autrui.....	36
2.3.1 Normes et accommodation.....	36
2.3.2 L’esthétique de la voix dysphonique.....	38
2.3.3 Voix et personnalité.....	39
3. Méthodologie générale.....	43
3.1 Population étudiée.....	43
3.1.1 Panel « internet ».....	43
3.1.2 Panel « locutrices ».....	44

3.2	Corpus et données.....	49
3.2.1	Corpus.....	49
3.2.2	Prise de données audio et électroglottographiques .....	51
3.3	Questionnaires de qualité de vie et évaluations perceptives GRBAS .....	52
3.3.1	Questionnaires de qualité de vie.....	52
3.3.2	Évaluation GRBAS .....	53
3.4	Mesures acoustiques .....	56
3.4.1	Segmentation des fichiers sons pour les analyses acoustiques.....	56
3.4.2	Mesures acoustiques .....	58
3.4.3	Mesures électroglottographiques (EGG).....	60
4.	Expérimentation 1 : Impact de la voix sur soi-même.....	63
4.1	Méthodologie .....	64
4.1.1	Étude pilote : auto-évaluation vocale dans les panels « internet » et « locutrices ».....	64
4.1.2	Plaintes vocales, évaluation perceptive experte et qualité de voix .....	71
4.2	Résultats.....	71
4.2.1	Âge des élèves et utilisation vocale chez les professeures des écoles .....	71
4.2.2	Impact du trouble vocal sur la qualité de vie.....	72
4.2.3	Impact du métier de PE sur la qualité de voix .....	74
4.3	Discussion.....	82
5.	Expérimentation 2 : Impact de la voix sur le message adressé à l'élève .....	89
5.1	Méthodologie .....	90
5.1.1	Étude pilote : Validation des paires minimales utilisées pour l'expérimentation perceptive sur une petite cohorte d'enfants.....	91
5.1.2	Élaboration et passation de l'expérience sur PsychoPy3.....	94
5.1.3	Calcul des temps de réaction.....	98

5.1.4	Post-traitement des données.....	99
5.1.5	Analyses statistiques.....	100
5.2	Résultats.....	102
5.2.1	Statistiques descriptives .....	102
5.2.2	Modèles linéaires mixtes appliqués à l'ensemble des données .....	103
5.2.3	Le cas particulier du voisement .....	105
5.3	Discussion.....	108
6.	Expérimentation 3 : Impact de la voix sur autrui .....	111
6.1	Méthodologie .....	112
6.1.1	Étude pilote 1 : catégorisation des voix par adjectifs libres .....	113
6.1.2	Étude pilote 2 : Validation des adjectifs .....	116
6.1.3	Expérimentation finale .....	119
6.1.4	Calcul des scores de trouble vocal et de personnalité.....	121
6.2	Résultats.....	121
6.2.1	Trouble vocal perçu et jugement de personnalité .....	122
6.2.2	Jugement de personnalité et mesures acoustiques de qualité de voix ..	125
6.2.3	Profils vocaux et classes de jugements de personnalité.....	131
6.3	Discussion.....	134
7.	Discussion générale.....	137
7.1	Les frontières entre la perception de la voix « saine » et de la voix « pathologique » .....	137
7.1.1	Perception experte et perception naïve .....	137
7.1.2	Des plaintes vocales généralisées.....	139
7.1.3	Une altération partielle de la transmission du message .....	140
7.2	Les représentations associées à la voix dysphonique .....	141
7.2.1	Auto-évaluation vocale et image de soi .....	141

7.2.2	Les représentations sociales associées à la voix dysphonique.....	142
7.3	Dysphonie et professorat des écoles.....	145
7.3.1	Une qualité de vie dégradée par la surutilisation vocale .....	145
7.3.2	Incidence du bruit sur la communication et l'enseignement.....	147
7.3.3	Stratégies de compensations vocales.....	149
8.	Perspectives.....	152
9.	Conclusion générale.....	154
	Bibliographie.....	157
	Annexes.....	177

## Table des figures

Figure 1 : Deux photos de plis vocaux : à gauche, plis vocaux sains et à droite plis vocaux atteints de « kissing nodules » (de Corbière et al., 2001) .....	17
Figure 2 : Tranches d'âge des 61 PE du panel « locutrice ».....	45
Figure 3 : Tranches d'ancienneté des 61 PE du panel « locutrice » .....	46
Figure 4 : Cycle d'enseignement des 61 PE du panel « locutrice ».....	46
Figure 5 : Nombre d'élèves en classe des 61 PE du panel « locutrice ».....	47
Figure 6 : Enseignement en Réseau d'Éducation Prioritaire des 61 PE du panel « locutrice ».....	47
Figure 7 : Consommation de cigarette(s) des 61 PE du panel « locutrice » par jour ...	48
Figure 8 : Consommation d'alcool des 61 PE du panel « locutrice » par semaine.....	48
Figure 9 : Consultation ORL des 61 PE du panel « locutrice » .....	49
Figure 10 : Spectrogramme de la réalisation du /a/ (à gauche) et du silence (à droite) séparé par un silence de 30 ms, sur lesquels ont été calculés les SNR à l'HEGP (à gauche) et à l'ILPGA (à droite).....	52
Figure 11 : Spectrogramme sur lequel a été ajouté un schwa dans le mot « mouche » (/muʃ/) prononcé [muʃə] par la locutrice lors de la production de la phrase « Clique sur le dessin de mouche » .....	56
Figure 12 : Segmentation du /a/ de « chacun » dans la phrase « chacun assurant qu'il était le plus fort » extrait du 1 <sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil ».....	57
Figure 13 : Signal EGG exploitable à gauche et signal EGG endommagé, probablement à la suite d'un faux-contact, à droite.....	60
Figure 14 : Corrélacion entre les mesures de f0 obtenues sur le signal acoustique et sur le signal EGG.....	61
Figure 15 : Tracé de la f0 de la locutrice FE23 avec l'écart maximal entre la mesure de f0 sur le signal acoustique (ligne bleue) et le signal EGG (ligne rouge).....	62
Figure 16 : Comparaison, en fonction du nombre d'années de métier, des proportions de PE dans le panel « internet » et le panel « locutrices » auto-déclarant différents troubles vocaux.....	67

Figure 17 : Comparaison, en fonction du nombre d'élèves par classe, des proportions de PE dans le panel « internet » et le panel « locutrices » auto-déclarant différents troubles vocaux.....	68
Figure 18 : Comparaison, en fonction du groupe d'âge des élèves, des proportions de PE dans le panel « internet » et le panel « locutrices » auto-déclarant différents troubles vocaux .....	69
Figure 19 : Représentation du temps maximal de phonation pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins.....	76
Figure 20 : Représentation du rapport harmonique sur bruit pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins.....	76
Figure 21 : Représentation du taux de passage par zéro pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins.....	76
Figure 22 : Représentation du pic de proéminence cepstral pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins.....	77
Figure 23 : Représentation du score d'AVQI pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins.....	77
Figure 24 : Représentation de la pente spectrale de la lecture « neutre » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins.....	77
Figure 25 : Représentation de la pente spectrale de la lecture « face à une classe bruyante » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins .....	78
Figure 26 : Représentation de la durée totale de lecture en condition « neutre » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins .....	78
Figure 27 : Représentation de la durée totale de lecture en condition « face à une classe bruyante » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins .....	78
Figure 28 : LTAS moyens des locutrices témoins et dysphoniques durant la lecture de « La bise et le soleil » en condition « neutre » et « face à une classe bruyante » avec une enveloppe colorée autour des valeurs moyenne représentant l'erreur-type.....	80
Figure 29 : Zoom sur les LTAS moyens compris entre 4000 et 7000Hz entre les locutrices témoins et dysphoniques durant la lecture en condition « neutre » et « face à une classe bruyante » avec une enveloppe colorée autour des valeurs moyenne représentant l'erreur-type .....	80

Figure 30 : Différence moyenne de niveau de pression acoustique (dB/HZ) en condition de lecture « neutre » vs. « face à une classe bruyante » lissée par une régression locale « loess », pour les locutrices dysphoniques et témoins avec une enveloppe colorée autour des valeurs moyenne représentant l'erreur-type.....	81
Figure 31 : Le mot « moule » / mul / pouvant être illustré de deux manières différentes .....	93
Figure 32 : Tubes utilisés afin d'identifier la préférence manuelle des enfants .....	95
Figure 33 : Visuel de l'expérimentation perceptive pour la paire minimale / pyl / - / pil / .....	95
Figure 34 : Boîtier de réponse créé pour l'expérimentation .....	96
Figure 35 : Jeu utilisé lors des pauses de l'expérimentation permettant de valider la préférence manuelle.....	97
Figure 36 : Impact du Grade (G) de dysphonie sur le temps de réaction des enfants selon le type d'opposition .....	102
Figure 37 : Impact du Grade (G) de dysphonie sur le temps de réaction des enfants selon leur âge .....	103
Figure 38 : Impact du Grade (G) de dysphonie de l'enseignante sur le temps de réaction des enfants lors de la discrimination d'une opposition de voisement .....	106
Figure 39 : Impact de l'âge des enfants sur leur temps de réaction en fonction du grade (G) de dysphonie de l'enseignante lors de la discrimination d'une opposition de voisement.....	106
Figure 40 : Effet du grade (G) de dysphonie et de l'âge des élèves sur les valeurs transformées après transformation logarithmique de temps de réaction dans une tâche de discrimination de la paire minimale / pak / - / bak / .....	107
Figure 41 : Capture d'écran de l'expérimentation perceptive finale en aléatoire figé (test numéro 1).....	119
Figure 42 : Boxplots représentant le score de l'évaluation vocale naïve en fonction du grade (G) expert de dysphonie.....	123
Figure 43 : Évaluation globale de la personnalité des locutrices par les auditeurs naïfs en fonction de l'évaluation du trouble vocal par les naïfs .....	124

Figure 44 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la fréquence fondamentale (f0) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0 .....	126
Figure 45 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la durée moyenne syllabique / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0 .....	126
Figure 46 : Corrélation entre les échelles de personnalité et le rapport harmonique sur bruit (HNR) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0.....	127
Figure 47 : Corrélation entre les échelles de personnalité et du taux de passage par zéro (ZCR) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0.....	127
Figure 48 : Corrélation entre les échelles de personnalité et l'Acoustic Voice Quality Index (AVQI) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0 ....	128
Figure 49 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la pente spectrale / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0 .....	128
Figure 50 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la mesure H1-H2 / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0 .....	129
Figure 51 : Corrélation entre les échelles de personnalité et le pic de proéminence cepstral (CPPS) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0 .	129
Figure 52 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la plage de variation en demi-tons / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0.....	130
Figure 53 : Boxplots du score global de personnalité en fonction de la f0 moyenne.	132
Figure 54 : Boxplots du score global de personnalité en fonction de la durée moyenne de production des syllabes.....	132
Figure 55 : Boxplots du score global de personnalité en fonction du rapport harmonique sur bruit.....	133
Figure 56 : Boxplots du score global de personnalité en fonction du taux de passage par zéro .....	133



## Table des tableaux

Table 1 : Proportion de la variance expliquée par les 5 facteurs bipolaires proposés pour évaluer les voix pathologiques (Hammarberg et al., 1980) .....	20
Table 2 : Exemples de questions physique, fonctionnelle et émotionnelle du Voice Handicap Index .....	23
Table 3 : Interprétation des résultats du VHI (Jacobson et al., 1997) .....	23
Table 4 : Consistance des évaluations GRBAS réalisées par le juge 1 des 10 stimuli de locutrices en test-retest à partir d'un extrait de voix et de parole .....	54
Table 5 : Consistance des évaluations GRBAS réalisées par le juge 2 des 10 stimuli de locutrices en test-retest à partir d'un extrait de voix et de parole .....	55
Table 6 : Nombres de locutrices cotées avec un Grade de dysphonie de 0, 1, 2 ou 3 lors de l'évaluation sur un extrait de voix puis sur un extrait de parole.....	55
Table 7 : Résumé des mesures acoustiques extraites à partir de différents types de données .....	58
Table 8 : Résumé des outils et paramétrages utilisés pour chacune des mesures acoustiques .....	59
Table 9 : Écart moyen, maximum et minimum entre les mesures de $f_0$ réalisées sur le signal EGG et le signal acoustique .....	62
Table 10 : Comparaison de l'auto-perception vocale des panels « locutrices » et « internet » en fonction de leur ancienneté dans le métier .....	66
Table 11 : Comparaison de l'auto-perception vocale des panels « locutrices » et « internet » en fonction du nombre d'élèves en classe.....	67
Table 12 : Comparaison de l'auto-perception vocale des panels « locutrices » et « internet » en fonction de l'âge de leurs élèves .....	69
Table 13 : Table de proportions entre le nombre d'élèves par classe et les années d'ancienneté en fonction de l'âge des élèves pour le panel « locutrices » .....	70
Table 14 : Table de proportions entre le nombre d'élèves par classe et les années d'ancienneté en fonction de l'âge des élèves pour le panel « internet ».....	70
Table 15 : Comparaison des cotations moyennes dans le cadre du GRBAS expert selon l'âge des élèves (3 à 6 ans ou 7 à 10 ans) .....	72

Table 16 : Score moyen du panel « locutrices » au questionnaire de qualité de vie : Voice Handicap Index .....	73
Table 17 : Scores aux items du VHI « physique » selon le ressenti vocal des locutrices .....	73
Table 18 : Corrélations de Spearman entre l'évaluation perceptive experte réalisée sur l'échelle GRBAS et le Voice Handicap Index .....	74
Table 19 : Valeurs moyennes et écart-type entre parenthèses pour chaque mesure acoustique pour le groupe de locutrice « témoin » et le groupe de locutrice « dysphonique » d'après l'analyse GRBAS experte, et évaluation de la significativité des différences entre les deux groupes .....	75
Table 20 : Nombre d'enfants ayant spontanément nommé l'illustration par le mot- cible, <i>italique</i> : les deux dessins ont été testés, <b>gras</b> : le mot utilisé par les enfants est très proche du mot-cible .....	91
Table 21 : Illustrations reconnues, ou non, par la totalité des enfants lorsque le mot- cible leur est présenté.....	92
Table 22 : Les paires minimales utilisées pour l'expérimentation finale.....	93
Table 23 : Locutrices sélectionnées pour l'expérimentation finale à destination des enfants .....	94
Table 24 : Âges des enfants ayant participé à l'expérimentation perceptive.....	98
Table 25 : Critère(s) appliqué(s) pour déterminer l'instant d'unicité des différentes paires minimales.....	99
Table 26 : Pourcentage de mauvaises réponses donnés par les enfants en fonction du grade de dysphonie de la locutrice .....	100
Table 27 : Pourcentage de mauvaises réponses donnés par les enfants en fonction de l'âge du participant .....	100
Table 28 : Récapitulatif des résultats des modèles linéaires mixtes pour chaque contraste visant à mettre en lumière un éventuel effet du grade de dysphonie sur le temps de réaction des élèves.....	104
Table 29 : Récapitulatif des résultats des modèles linéaires mixtes pour chaque contraste visant à mettre en lumière un éventuel effet de l'âge des participants sur le temps de réaction des élèves.....	105

Table 30 : Estimation par le modèle linéaire mixte des temps de réaction moyens (en secondes) en fonction du grade de dysphonie (G) et de l'âge des enfants, après transformation inverse des valeurs logarithmiques.....	107
Table 31 : Exemple du regroupement de diverses modalités dans une catégorie unique labelisée « sympathique ».....	115
Table 32 : Liste des 15 adjectifs de personnalité les plus souvent utilisés pour décrire les voix des locutrices du panel.....	116
Table 33 : Liste des mots « synonymes » proposés aux locuteurs natifs du français à catégoriser comme adjectif ou non du mot choisi comme « modalité » ainsi que les antonymes cibles / mots en rouge : mots n'ayant pas atteint le seuil d'acceptabilité de 70%.....	118
Table 34 : Les échelles sémantiques différentielles validées pour l'expérimentation perceptive finale .....	118
Table 35 : Nombre de locutrices composant chaque catégorie globale de sévérité du jugement .....	121
Table 36 : Comparaison des jugements de personnalité réalisés par les auditeurs masculins et féminins .....	122
Table 37 : Table de corrélation entre le GRB(A)S expert et le score moyen de l'évaluation du trouble vocal par les auditeurs naïfs.....	122
Table 38 : Corrélations de Pearson réalisées entre les scores moyens de personnalité et l'évaluation du trouble dysphonique par les auditeurs naïfs.....	123
Table 39 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes échelles de personnalité.....	124
Table 40 : Table des corrélations entre diverses mesures acoustiques et les scores moyens de personnalité des 61 locutrices / en gras rouge : mesures pour lesquels nous pouvons observer des corrélations statistiquement significatives.....	125
Table 41 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes mesures acoustiques pour lesquelles nous observons des corrélations avec les échelles de personnalité .	130

## Table des annexes

Annexe 1 : Questionnaire du panel « internet ».....	177
Annexe 2 : Corpus complet.....	182
Annexe 3 : Liste complète des mots composant les paires minimales de structure syllabique « CVC » par ordre alphabétique et dessins correspondants.....	185
Annexe 4 : Lettre d'information à destination des locutrices .....	188
Annexe 5 : Formulaire de consentement à destination des locutrices.....	190
Annexe 6 : Formulaire de « droit à la voix » à destination des locutrices.....	191
Annexe 7 : Questionnaire du panel « locutrice » .....	192
Annexe 8 : Voice Handicap Index (VHI).....	196
Annexe 9 : GRBAS « voix » des 61 locutrices .....	198
Annexe 10 : GRBAS « parole » des 61 locutrices.....	200
Annexe 11 : Auto-déclarations des locutrices sur différentes sensations vocales .....	202
Annexe 12 : Scores des locutrices au questionnaire de qualité de vie Voice Handicap Index général et ses sous-catégories .....	204
Annexe 13 : Résultats acoustiques de l'expérimentation 1.....	206
Annexe 14 : Lettre d'information à destination des parents .....	208
Annexe 15 : Formulaire de consentement à destination des parents .....	210
Annexe 16 : Formulaire de consentement à destination de l'enfant.....	211
Annexe 17 : Informations concernant les enfants ayant participé à l'expérimentation perceptive .....	212
Annexe 18 : Temps de réaction moyen des enfants par locutrice pour la discrimination correcte de la paire /pak/ - /bak/ .....	213
Annexe 19 : Listes des 163 catégories de personnalité obtenues après recatégorisation de certaines modalités comme synonymes après l'attribution par adjectifs libres de traits de personnalité.....	214
Annexe 20 : Score moyen de chaque locutrice sur les échelles sémantiques différentielles de personnalités et de trouble vocal.....	218
Annexe 21 : Résultats acoustiques pour lesquels nous observons des corrélations significatives pour chaque échelle de personnalité de l'expérimentation 3 .....	220

## Table des abréviations par ordre alphabétique

AVQI : Acoustic Voice Quality Index

dB : Décibel

CPP : Cepstral Peak Prominence (Pic de proéminence cepstral)

CPPS : Smoothed Cepstral Peak Prominence (Pic de proéminence cepstral lissé)

DSI : Dysphonia Severity Index

$f_0$  : Fréquence fondamentale

H1-H2 : Différence de l'amplitude du premier et du deuxième harmonique

HNR : Harmonic-to-Noise Ratio (Rapport harmonique sur bruit)

Hz : Hertz

LTAS : Long Term Average Spectrum (Spectre moyen à long terme)

PE : Professeures des écoles

PV : Plis Vocaux

QO : quotient ouvert

REP : Réseau d'Éducation Prioritaire

SNR : Signal-to-Noise Ratio (Rapport Signal sur Bruit)

TR : Temps de réaction

VHI : Voice Handicap Index

ZCR : Zero Crossing Rate (Taux de passage par zéro)

# Conventions de notation

## Nombres décimaux

Contrairement à la norme française standard selon laquelle un nombre décimal voit ses parties entière et décimale séparées par une virgule « , », nous avons choisi dans ce document de nous référer aux normes anglo-saxonnes et de favoriser le point « . » comme séparateur décimal, afin d'éviter toute ambiguïté dans la présentation des résultats statistiques.

## Significativité des tests statistiques

Les étoiles faisant référence à la significativité de tests statistiques sont utilisées selon les conventions suivantes, selon les valeurs prises par la probabilité  $p$  de rejet à tort de l'hypothèse nulle :

- Non significatif (ns)  $\rightarrow p \geq 0.05$
- \*  $\rightarrow p < 0.05$
- \*\*  $\rightarrow p < 0.01$
- \*\*\*  $\rightarrow p < 0.001$
- \*\*\*\*  $\rightarrow p < 0.0001$

## Références bibliographiques

Les références bibliographiques sont notées dans le corps du texte selon la norme (Auteur, année) pour les publications d'un unique auteur et (Auteur et al., année) lorsque plusieurs auteurs ont collaboré.

# 1. Introduction générale

La voix est partie intégrante de l'identité de chaque individu et permet de déterminer de nombreux indices sur son interlocuteur. De cette idée découlent les théories de « l'empreinte vocale » (Kersta, 1962) ou encore du « visage auditif » puisqu'il semblerait que la perception vocale entraîne un modèle neurocognitif très similaire à la perception faciale (Belin et al., 2004).

Les variations vocales intra et interindividuelles véhiculent certaines informations, contenues dans la production elle-même mais aussi indexicales et émotionnelles (Ellis, 1989 cité par Belin et al., 2004). Bien que cette liste ne soit pas exhaustive, la littérature sur la perception vocale a mis en avant la possibilité d'identifier notamment chez un locuteur les caractéristiques suivantes :

- Son sexe (Lass et al., 1976) ;
- Son âge (Hartman et al. 1976; Ptacek et al., 1966) ;
- Son identité (Van Lancker et al., 1985). La capacité de reconnaître une voix serait même développée *in utero* puisque des éléments suggérant une identification par le fœtus de la voix maternelle ont déjà été observés (Hepper et al., 1993) ;
- Certaines de ses caractéristiques physiques, tel que la taille ou encore le poids (Bruckert et al., 2006; Krauss et al., 2002) ;
- D'où il vient, en s'appuyant par exemple sur un potentiel accent régional (Woehrling et al., 2006) ;
- Son état émotionnel (Scherer, 2003) ;
- Si sa voix est altérée par une intoxication à l'alcool (Pisoni et al., 1989) ;
- Sa personnalité (Aronovitch, 1976).

Il est toutefois important de prendre en compte que les inférences faites quant aux caractéristiques du locuteur à partir de notre perception de sa voix peuvent quelquefois être faussées. En effet, bien que de nombreuses études traitent de la personnalité perçue à travers la voix, bien peu indiquent une convergence entre le jugement de l'auditeur et la personnalité du locuteur telle qu'elle peut être établie à

partir de méthodes de référence (Kreiman et al., 2011). De la même manière l'identification correcte du sexe du locuteur n'est pas garantie puisqu'il a déjà été constaté que l'atteinte des plis vocaux par des œdèmes de Reinke peut conduire des femmes à être confondues avec des hommes au téléphone (Matar Zein, 2015). Ces perceptions trompeuses mettent en évidence le fait que nous sommes soumis à des représentations culturellement ancrées en nous, comme le fait qu'une voix grave appartienne nécessairement à un homme.

Les questionnements se tournent alors sur la plus juste manière d'évaluer et quantifier la qualité de voix, notion complexe et dont la définition n'est pas unanime.

Bien qu'elle fasse par ailleurs l'objet de nombreuses tentatives d'objectivisation, la qualité de voix, et ses éventuelles altérations, relève en tout premier lieu du domaine de la perception puisqu'elle se réfère à ce qu'un auditeur perçoit d'une voix : « la qualité vocale peut être définie comme l'impression perceptive créée par la vibration des cordes vocales »<sup>1</sup> (Kreiman et al., 2011, p.8).

La dysphonie est une altération vocale, généralement définie comme un trouble de la qualité de voix (Crevier-Buchman, 2001). La dysphonie dite « dysfonctionnelle » est la conséquence d'un mauvais geste vocal entraînant une gêne dans le processus de communication orale (Crevier-Buchman et al., 2006).

Puisque de nombreuses dimensions vocales peuvent être altérées en présence d'une dysphonie, des outils d'évaluation perceptive multidimensionnelle appliquée au cadre clinique ont été proposés, tels que l'échelle GRBAS qui s'est imposée comme référence (Hirano, 1989; Hirano, 1981). En dehors d'un grade de dysphonie général (G), le GRBAS permet de décrire plusieurs dimensions vocales supposées composer une voix pathologique : la raucité (R), le souffle (S), l'asthénie (A) et le serrage vocal (S).

Pour autant, tout ce qui est catégorisé comme « pathologique » n'est pas nécessairement évalué de manière négative par les naïfs. En effet, une raucité légère chez l'homme est considérée comme séduisante par les femmes alors même que cette

---

<sup>1</sup> Traduction par nos soins depuis l'anglais. Version originale de la citation : « Vocal quality may be defined as the perceptual impression created by the vibration of the vocal folds. »



dimension est partie intégrante du diagnostic expert de l'altération vocale (Barkat-Defradas et al., 2012).

De plus, la difficulté à isoler les dimensions perceptives semble pouvoir biaiser les évaluations de la qualité de voix, quand bien même celles-ci sont réalisées par un jury expert. Les dimensions du souffle et de la raucité semblent particulièrement liées (Kreiman et al., 1994). L'évaluation de la raucité laisse d'ailleurs apparaître particulièrement peu de consistance entre différents auditeurs experts (Kreiman et al., 1993).

C'est pourquoi des approches acoustiques de quantification de l'altération de la qualité de voix, supposées plus reproductibles de par leur caractère objectif, peuvent être présentées comme complémentaires à l'évaluation perceptive (Ghio et al., 2007).

Bien entendu, le choix des mesures et du contenu segmental à analyser n'en reste pas moins complexe. En effet, les quantifications acoustiques proposées dans la littérature sont nombreuses, de fréquence fondamentale, de perturbation, d'apériodicité spectrales ou encore cepstrale... Toutes ne sont pas d'aussi bons prédicteurs de la dysphonie évaluée à partir d'un jugement expert selon qu'elles sont établies à partir d'un extrait de voix ou de parole continue mais aussi observées séparément ou couplées entre elles (Parsa et al., 2001).

Il faut également prendre en compte que la dysphonie semble intervenir sous forme « d'évènements dysphoniques » et ne se distribue pas de manière uniforme dans toute la production pathologique (Révis, 2004; Révis et al., 2012). L'attaque serait ainsi particulièrement importante dans l'évaluation et la perception de la dysphonie (Révis, 2004; Révis et al., 1999).

Au-delà de toutes ces considérations sur l'altération objective de la qualité de voix, le trouble vocal perçu altère l'image que le locuteur renvoie à autrui. En effet, la dysphonie est inconsciemment associée à une représentation négative et impactera directement la perception qu'a un auditeur de son interlocuteur. Nous pouvons notamment le constater dans le cadre de l'attribution de traits de personnalité puisque les locuteurs dysphoniques se voient conférer des traits de personnalité

significativement plus négatifs que des locuteurs témoins (Blood et al., 1979). De plus, cet impact négatif de la dysphonie sur le jugement de personnalité est encore plus saillant lorsqu'il s'agit des voix féminines (Amir et al., 2013).

Ce rejet social est évidemment susceptible d'entraîner une altération importante de la qualité de vie des locuteurs dysphoniques (Jacobson et al., 1997; Wilson et al., 2002). En effet, une part importante des patients dysphoniques laissent apparaître des signes cliniques significatifs de dépression ou d'anxiété, avec l'observation d'une corrélation positive entre la sévérité du trouble dysphonique et la détresse psychologique (Misono et al., 2016).

Les professeuses des écoles, en tant que professionnelles de la voix, c'est-à-dire dont la voix est le principal outil de travail, constituent une population à très forte prévalence de dysphonie (INSERM : Expertise Collective, 2006)

Effectivement, les professionnelles de la voix tendent à la surutilisation vocale et cela est encore plus visible dans le cas des professeurs des écoles puisque cette population semble être la plus touchée parmi d'autres professions nécessitant un fort usage vocal (de Jong et al., 2006). Une « overdose » vocale est ainsi observée chez les professeurs des écoles (Titze, 1999). En France, plus de la moitié des enseignants auto-déclarent avoir déjà eu des problèmes vocaux dans le cadre de l'exercice de leur fonction (Caetano et al., 2017). Cette population est également touchée par de nombreuses atteintes organiques telles que des nodules vocaux et des œdème de Reinke (Urrutikoetxea et al., 1995). Il apparaît que les femmes, très majoritaires dans le métier, sont trois fois plus touchées par des lésions organiques des plis vocaux et plus particulièrement les atteintes nodulaires, que les hommes (Preciado-López et al., 2008).

Du point de vue de l'enseignement, la dysphonie des professeuses des écoles peut avoir un impact négatif sur le message adressé à l'enfant. En effet, des élèves donnent moins de bonnes réponses à des questions de compréhension de texte lorsque l'histoire a été produite par une voix dysphonique (Morton et al., 2001; Rogerson et al., 2005). De plus, l'intelligibilité du message adressé à l'enfant serait également impacté dans le cas de consignes données par une locutrice imitant une voix dysphonique sévère (Morsomme et al., 2011; Schiller et al., 2020).

Nous nous intéresserons donc, à travers trois grands axes expérimentaux, aux différentes facettes de la perception de la dysphonie dans une population de femmes professeures des écoles (PE) témoins et dysphoniques afin d'observer l'impact que peut avoir cette altération de la qualité vocale sur :

- L'auto-évaluation et l'image de sa propre voix ;

Dans cette première partie expérimentale nous cherchons à mettre en lumière l'étendue des troubles vocaux auto-déclarés par les femmes professeures des écoles, et à évaluer l'impact de ces troubles sur leur qualité de vie. Nous étudions également les liens entre l'utilisation vocale dans le cadre de leur métier et ses conséquences sur leur qualité de voix.

Différentes dimensions comme l'âge des élèves, les années d'ancienneté ou encore le nombre d'élèves par classe seront prises en compte afin d'observer de possibles facteurs aggravant la prévalence de pathologie vocale chez les PE.

Enfin, nous examinerons parmi diverses mesures acoustiques de quantification de l'altération de la qualité vocale, lesquels semblent être les plus robustes pour distinguer entre locutrices témoins et locutrices atteintes de dysphonies légères.

- La transmission du message linguistique ;

Dans cette deuxième partie expérimentale, nous questionnons l'impact de la dysphonie en tant qu'altération de la qualité de voix sur l'intelligibilité et la réception du message par un auditeur.

Nous nous intéressons plus précisément aux conséquences de la dysphonie légère des PE sur la transmission du message à destination de l'élève. Nous tenterons d'observer si la pathologie vocale touche uniformément l'intégralité du message ou si son éventuel impact concerne plus spécifiquement certains contrastes phonologiques.

- La perception par autrui et l'attribution de traits de personnalité ;

Enfin, dans cette troisième partie expérimentale, nous observerons l'impact que peut avoir la dysphonie sur l'image renvoyée à autrui.

Nous évaluerons tout d'abord dans quelle mesure l'évaluation experte du trouble vocal est consistante avec le jugement du trouble vocal perçu par des auditeurs naïfs.

Dans un second temps, nous chercherons à évaluer les liens éventuels entre le degré de trouble vocal perçu chez les PE par les naïfs et l'attribution de traits de personnalité.

Nous mettrons également en correspondance différentes mesures acoustiques de qualité de voix et l'attribution de ces traits de personnalité, afin d'établir des « profils vocaux » associés à une représentation sociale positive ou au contraire négative.

## 2. État de l'art

### 2.1 Dysphonie

#### 2.1.1 Le trouble vocal : La dysphonie dysfonctionnelle

La dysphonie est un trouble vocal dont la définition précise est souvent discutée. Généralement définie comme un trouble de la qualité de voix, le patient vient souvent consulter à cause du changement de timbre de sa voix (Crevier-Buchman, 2001). Le timbre vocal est ce qui permet de différencier deux voix dont la fréquence fondamentale ( $f_0$ ) et l'intensité sont identiques, il est donc propre à chaque individu. La dysphonie peut alors être vue comme l'altération de l'un ou plusieurs de ces paramètres acoustiques dans le temps (Crevier-Buchman et al., 2019).

La dysphonie est souvent le résultat d'une dysfonction des principaux organes de la parole : les plis vocaux (PV). Deux grands types de dysphonie sont à distinguer : dysphonie organique (avec atteinte des plis vocaux) et la dysphonie non-organique (sans atteinte des plis vocaux). À cette dernière appellation nous préférons « dysphonie dysfonctionnelle », cette nomenclature, plus récente, s'est imposée largement par la suite (Le Huche et al., 2001).



Figure 1 : Deux photos de plis vocaux : à gauche, plis vocaux sains et à droite plis vocaux atteints de « kissing nodules » (de Corbière et al., 2001)

La dysphonie dysfonctionnelle est liée à un mauvais geste vocal dont la conséquence est une gêne dans le processus de communication orale (Crevier-Buchman et al., 2006). S'il est répété, les effets de ce geste vocal inadéquat peuvent être un malmenage ou

surmenage des plis vocaux. Le surmenage, est dû à une surutilisation de la voix et à un manque de repos des plis vocaux, dans un contexte majoritairement social ou professionnel alors qu'un malmenage est une mauvaise utilisation de la voix de manière générale sans raison particulière (Crevier-Buchman et al., 2019; Giovanni et al., 2004). Si ce geste n'est pas corrigé, cela peut évoluer et laisser place à une atteinte organique comme les fréquents « kissing nodules », dès lors la dysphonie dysfonctionnelle est dite « compliquée » (Figure 1).

Le patient peut vite tomber dans « le cercle vicieux du serrage vocal » (Le Huche et al., 2001) :

- Le locuteur a conscience d'une inefficacité de sa voix (plus ou moins élevée) ;
- Il fait alors usage d'un mécanisme d'insistance ou « de détresse » en forçant sur sa voix ;
- L'utilisation de ce mécanisme inadapté augmente l'inconfort vocal ressenti ;
- La surenchère accroît les difficultés du locuteur jusqu'à l'atteinte (organique ou non) des plis vocaux.

Lorsque qu'un patient est atteint de dysphonie, un ou plusieurs paramètres acoustiques de sa voix peuvent être altérés : fréquence, intensité ou encore timbre. D'ailleurs, la dysphonie dysfonctionnelle est couramment définie comme une altération du timbre de la voix (Le Huche et al., 2001).

En général, une plainte du patient lui-même est attendue afin de réaliser le diagnostic d'une dysphonie. Ces plaintes peuvent être variées : physique, lorsque le patient souffre, mais aussi purement esthétique, si le patient n'aime pas sa voix et que cela le gêne en société (Crevier-Buchman, 2001; Crevier-Buchman et al., 2006).

La dysphonie, ainsi que les nodules vocaux, touchent plus particulièrement les femmes (Wilson et al., 2002). Cela est, entre autres, le fait de la fréquence fondamentale moyenne des individus, c'est-à-dire, leur nombre moyen d'oscillations des plis vocaux par seconde. Un homme aura une moyenne de 100 vibrations par seconde, soit une fréquence fondamentale de 100 Hz, alors qu'une femme se situera en moyenne à 200 vibrations par seconde, soit 200 Hz (de Corbière et al., 2001). S'il y a mauvais geste

vocal, les chocs répétés vont dès lors être plus fréquents pour les femmes et donc accélérer l'apparition de l'inconfort ou de l'atteinte organique car les microtraumatismes seront plus fréquents (INSERM : Expertise collective, 2006).

Nous remarquons également une forte prévalence de dysphonie chez les « professionnels de la voix », c'est-à-dire toutes les personnes dont la voix est le principal outil de travail : enseignants, comédiens, secrétaires, chef de projet et autres (Crevier-Buchman, 2001). Dans une cohorte de 100 sujets dysphoniques pris au hasard dans un cabinet d'orthophonie, nous trouvons 66 femmes et 44 hommes. Parmi ces 100 patients, 60 sont professionnels de la voix (Le Huche et al., 2001).

Il semblerait aussi que les atteintes organiques liées à la dysphonie puissent être les conséquences de facteurs comportementaux. En effet, des patientes atteintes de nodules aux plis vocaux ont été catégorisées, d'après un questionnaire psychologique utilisé pour établir la personnalité d'un individu, comme plus extraverties, agressives, socialement dominantes, impulsives et comme réactives au stress (Roy et al., 2000).

### 2.1.2 Diagnostic et évaluation perceptive de la dysphonie

La dysphonie peut être évaluée grâce à des examens médicaux exploitant des techniques d'imagerie, mais également à partir d'évaluations perceptives du praticien.

L'analyse perceptive de la dysphonie est la méthode la plus courante de diagnostic, bien qu'elle puisse paraître plutôt subjective (Pouchoulin et al., 2006). Effectivement, cette technique entraîne un questionnement sur ce qu'est une voix « normale » afin de pouvoir correctement évaluer ce qui sera dès lors une voix légèrement ou sévèrement dysphonique. De plus, les signes vocaux de dysphonies peuvent être variés et nombreux : par exemple, une voix soufflée, rauque, hyper ou encore hypo-fonctionnelle (Ghio et al., 2011).

Afin d'uniformiser les diagnostics, il est donc important de créer des outils de cotation. Une des premières méthodes s'appuie sur des échelles sémantiques différentielles (Osgood, 1952). Ainsi, d'après les 28 mots les plus fréquemment utilisés par les cliniciens pour décrire les voix pathologiques, des spécialistes ont évalué les voix de 17 sujets (Hammarberg et al., 1980).

Après avoir réalisé une analyse factorielle, 5 facteurs bipolaires expliquaient 85.3% de la variance, créant ainsi les premières échelles sémantiques différentielles permettant de décrire les voix pathologiques de manière plus uniformisée (Table 1).

Facteur	Stable - Instable	Soufflé - Serré	Hyper - Hypofonctionnel	Rêche - Doux	Registre de tête - de poitrine
Variance expliquée	30.0%	27.3%	13.5%	10.1%	4.4%

Table 1 : Proportion de la variance expliquée par les 5 facteurs bipolaires proposés pour évaluer les voix pathologiques (Hammarberg et al., 1980)

Plus tard, l'échelle GRBAS a été proposée (Hirano, 1989; Hirano, 1981). Cette cotation s'est massivement imposée et est actuellement la plus couramment utilisée pour l'analyse perceptive des voix pathologiques.

Chaque critère doit être évalué séparément sur une échelle de 0 (aucun trouble) à 3 (trouble sévère). Certaines dimensions perceptives sont majoritairement associées à des types précis de dysphonie (Omori, 2011) :

- (G) Le grade donne le degré général de sévérité de la dysphonie.
- (R) La raucité, quant-à-elle, correspond au fait que la voix soit éraillée ; avec une impression d'irrégularité : on retrouve principalement cela chez les patients atteints d'une lésion du pli vocal (polype ou encore d'un œdème de Reinke, fréquent chez les fumeurs).
- (B) Le souffle est l'impression d'une voix chuchotée, avec des plis vocaux qui ne se ferment pas convenablement créant une fuite d'air : il est donc courant dans les pathologies avec défaut de fermeture des plis vocaux, comme les dysphonies avec paralysies.
- (A) L'asthénie, aboutit à une voix faible et peu intense dite « hypotonique » : on la retrouve par exemple dans l'aphonie psychosomatique.
- (S) Le serrage correspond à une forte constriction laryngée et à l'impression que la phonation est pénible pour le patient, on peut l'appeler « voix hypertonique » : le serrage vocal est courant dans les troubles spasmodiques de la voix.



La subjectivité reprochée aux cotations réalisées sur des échelles comme le GRBAS a déjà été évaluée expérimentalement. Il se trouve que dans des groupes d'auditeurs naïfs comme experts, l'évaluation de la qualité vocale varie beaucoup d'un auditeur à un autre. Bien que certaines mesures acoustiques soient corrélées avec divers items du GRBAS, seule la  $f_0$  semble être un indice robuste utilisé par l'ensemble des auditeurs (Kreiman et al., 1992). Ce manque d'uniformité serait le fait des références propres à chaque auditeur car chacun d'entre eux a une représentation interne de ce qui est, pour lui, une qualité de voix altérée.

Pour tenter de parer à ce problème, l'accord inter-juge est couramment pratiqué : il s'agit alors de faire évaluer la même voix par plusieurs spécialistes et de faire ensuite une moyenne de tous ces résultats pour obtenir la valeur la plus représentative et précise possible (Ghio et al., 2007; Kreiman et al., 1993). C'est généralement concernant le grade de sévérité que l'on arrive à la meilleure corrélation inter-juge (Dejonckere et al., 1993).

Ces évaluations peuvent être faites sur différents matériaux vocaux. Bien que couramment réalisées à partir de voyelles tenues, ces dernières devraient plutôt être un complément car elles ne sont pas assez représentatives de la parole. Un extrait de parole continue permet d'évaluer différents aspects vocaux comme les « onsets » vocaliques ou consonantiques, les « cassures » vocales ou encore le débit (Hammarberg et al., 1980; Révis et al., 1999)

Actuellement, le diagnostic de dysphonie comporte donc 3 phases (INSERM : Expertise Collective, 2006) :

- L'interrogatoire du patient : il faut questionner le patient afin de mieux comprendre ses plaintes, et de mieux appréhender la manière dont il utilise sa voix. Il est également nécessaire de rechercher des symptômes associés comme le tabagisme (actif ou passif), le reflux gastro-œsophagien, le fait d'évoluer dans un milieu très poussiéreux, être professionnel de la voix, ou tout autre facteur favorisant la dysphonie.
- L'analyse perceptive de la voix : cette étape est réalisée à l'aide de l'échelle GRBAS (Hirano, 1981). Cet outil permet d'évaluer les voix sur 5 facteurs, le

grade de dysphonie, la raucité, le souffle, l'asthénie et le serrage vocal (Grade, Roughness, Breathiness, Asthenia, Strain).

- L'auto-évaluation du patient : ce dernier peut alors expliquer de manière subjective ce qui le dérange dans son problème vocal. Certains questionnaires d'auto-évaluation peuvent être utilisés pour aider le patient, le plus complet et commun aux études sur la voix pathologique étant le Voice Handicap Index (Jacobson et al., 1997).

En complément de ce protocole classique, il peut être également intéressant d'opter pour une approche multiparamétrique, en couplant plusieurs mesures acoustiques objectives en complément de l'évaluation perceptive (Ghio et al., 2007).

### 2.1.3 Qualité de vie et auto-perception

L'évaluation de la qualité de vie est apparue comme un outil de recherche clinique permettant d'affiner le diagnostic au-delà des symptômes objectifs de l'examen médical (Berlim et al., 2003).

Dans un panel de 533 dysphoniques, 34% ont des signes cliniques significatifs de dépression ou d'anxiété, avec une corrélation positive entre la sévérité du trouble dysphonique et la détresse psychologique (Misono et al., 2016).

Les plaintes des sujets dysphoniques peuvent être multiples et doivent être clairement identifiées (Crevier-Buchman et al., 2006; Crevier-Buchman et al., 2019) :

- Une gêne ou douleur durant la phonation :  
« *J'ai mal quand je parle.* »
- Une gêne dans l'efficacité de l'acte communicationnel :  
« *On ne m'entend pas quand je parle.* »
- Une gêne esthétique :  
« *Je n'aime pas ma voix.* »

Ainsi, afin de « quantifier » la qualité de vie des patients, des questionnaires d'auto-évaluation ont été élaborés, le plus reconnu étant le Voice Handicap Index (VHI). Ce questionnaire est composé de 30 questions en 3 sous-parties : physique, fonctionnelle

et émotionnelle (Jacobson et al., 1997). Cet outil possède une traduction Française et cette nouvelle forme a été validée sur une cohorte de patients dysphoniques et sujets avec des voix saines (Woisard et al., 2004).

Le patient peut alors répondre à chaque item (Table 2) avec les propositions « Jamais, Presque jamais, Parfois, Presque toujours et Toujours » que le clinicien cotera à son tour de 0 (Jamais) à 4 (Toujours), le score minimum de 0 signifiant que le patient ne se sent pas du tout gêné par sa voix à 120, qui serait la gêne maximale, sur tous les aspects vocaux.

Physique	Je suis à court de souffle quand je parle
Fonctionnelle	Je téléphone moins souvent que je le voudrais
Émotionnelle	Les gens semblent irrités par ma voix

Table 2 : Exemples de questions physique, fonctionnelle et émotionnelle du Voice Handicap Index

D'après une étude réalisée sur une large cohorte de patients, la sévérité de l'auto-perception du trouble vocal et la gêne du patient peuvent être observées selon des scores précis (Table 3).

	Léger	Modéré	Sévère
Physique	>15	>18	>22
Fonctionnel	>10	>12	>18
Émotionnel	>8	>13	>20
Total	>33	>44	>61

Table 3 : Interprétation des résultats du VHI (Jacobson et al., 1997)

Une version condensée et composée uniquement de 10 items a été proposée, les scores finaux sont bien corrélés avec les résultats du VHI classique (Rosen et al., 2004). En revanche, cette variante perd l'avantage des catégories distinctes : physiques, fonctionnelles et émotionnelles.

Dans un groupe de patients atteints de divers types de dysphonies, le domaine physique est celui le plus impacté. En comparaison avec des patients atteints de dysphonies organiques et d'insuffisance glottique, les sujets atteints de dysphonie

dysfonctionnelle sont ceux qui ont la qualité de vie la moins impactée (Hsiung et al., 2003).

Il a également été démontré qu'il n'y a pas de corrélation entre les scores aux différentes catégories du VHI et les mesures objectives de jitter, shimmer, rapport harmonique sur bruit et temps maximal de phonation calculés à partir d'un /e/ tenu (Hsiung et al., 2002). Ces résultats mettent en évidence que la sévérité de la plainte et du ressenti du patient n'est pas forcément en adéquation avec l'altération objective de sa qualité vocale (Schindler et al., 2009). En revanche, dans une étude se focalisant sur 120 femmes professeures des écoles, une corrélation est observée entre le score total du VHI et les mesures de jitter et shimmer réalisées sur des voyelles tenues (Niebudek-Bogusz et al., 2010).

#### 2.1.4 Les corrélats acoustiques de la dysphonie

Certaines mesures acoustiques s'avèrent très utiles dans le diagnostic de dysphonie. Moins subjectives que l'analyse perceptive, elles peuvent être utilisées en complément de cette dernière (Crevier-Buchman et al., 2006). Nous ferons ici une revue partielle des corrélats acoustiques de la dysphonie et de la qualité de voix.

Tout d'abord, la fréquence fondamentale ( $f_0$ ) est impactée par la dysphonie. En revanche, elle ne varie pas de manière identique pour les hommes et les femmes sous l'effet de la pathologie vocale (Ghio et al., 2007) : la  $f_0$  des femmes tendrait à diminuer avec la sévérité de la dysphonie alors que celle de l'homme augmenterait. Ce phénomène crée alors une « neutralisation » perceptive du sexe du locuteur, problème souvent mis en avant lors de l'étude des voix dysphoniques (Ghio et al., 2007; Matar Zein, 2015). De plus, il a déjà été observé que la plage de variation de  $f_0$  est plus faible pour les voix pathologiques (notamment celles soufflées) que pour les voix saines (Eskenazi et al., 1990).

On considère que la voix est composée d'oscillations périodiques et d'une part plus ou moins importante de bruit. Dans certains troubles vocaux, le bruit va alors remplacer une partie des harmoniques. Cet aspect peut être quantifié grâce au rapport harmonique sur bruit (HNR). Bien que les résultats de HNR ne soient pas directement

transposables d'une étude à l'autre en raison de potentielles différences de calculs ou encore de la nature des productions analysées, il a été démontré que de manière globale, 95% des voix saines vont avoir un HNR supérieur à 7.4 dB (Yumoto et al., 1982). Ainsi plus le HNR est bas, plus le bruit prend le pas sur les harmoniques et plus la voix peut être considérée comme sévèrement dysphonique (Eadie et al., 2005). Cette mesure est également un très bon corrélat acoustique de la raucité, plus le HNR est bas, plus la voix va être perçue comme rauque (Eskenazi et al., 1990; Krom, 1995; Yumoto et al., 1982).

Il est également possible de quantifier les micro-perturbations de la fréquence fondamentale grâce au jitter (Baken et al., 2000; Schoentgen, 1989). Le jitter est une mesure locale d'irrégularité de la fréquence fondamentale très majoritairement calculée à partir de voyelles tenues supposées avoir une  $f_0$  stable. Cette mesure peut être réalisée de différentes manières, par exemple le « jitter absolu moyen » va correspondre à la différence moyenne de deux cycles vibratoires consécutifs. Le jitter serait une mesure efficace pour discriminer certaines pathologies vocales comme les paralysies des plis vocaux (Ortega et al., 2009). Il a également déjà été mis en avant comme un bon corrélat acoustique de la voix soufflée et du serrage vocal (Wolfe et al., 1997). Malgré ces résultats, cette mesure reste quelques fois critiquée car il arrive qu'elle ne discrimine pas du tout entre les voix saines et dysphoniques et cela sur un extrait de voyelle tenue comme sur un extrait de parole continue (Schoentgen, 1989). Ce résultat sera confirmé à plusieurs reprises, les mesures automatique de  $f_0$  étant complexes lorsqu'elles sont réalisées sur un extrait de voix pathologique, le résultat final peut être facilement faussé sur les voyelles tenues comme sur la parole continue (Parsa et al., 2001).

Quant à lui, le shimmer va permettre la quantification de la perturbation de l'intensité. Contrairement au jitter, le shimmer semble être une mesure plus robuste car la détection du pic d'amplitude ne souffrira pas de petites erreurs de détection de la  $f_0$  (Parsa et al., 2001). Le shimmer est aussi proposé comme corrélat acoustique des voix soufflées et rauques (Wolfe et al., 1997).

Le spectre moyen à long terme (LTAS) est également un outil acoustique très utilisé dans le diagnostic de dysphonie (Harmegnies, 1992). L'intérêt principal est que le LTAS est applicable sur de longues durées temporelles, ainsi il fournit des informations sur la répartition de l'énergie par bandes de fréquences (Master et al., 2006). Contrairement à l'analyse spectrale classique d'un son de parole, typiquement limitée à un extrait de signal compris entre 5 et 20 millisecondes, le LTAS consiste en la moyenne des spectres obtenus pour chacun des extraits courts composant l'ensemble du signal analysé. En l'occurrence, seules les parties voisées du signal sont analysées, le but du LTAS étant de faire ressortir les caractéristiques spectrales communes à l'ensemble des productions voisées d'un même locuteur, indépendamment des mouvements articulatoires liés au contenu segmental. D'après une revue de la littérature, les signaux sonores utilisés vont de 20 à 40 secondes environ (Harmegnies, 1992). Le LTAS semble fortement lié à la physiologie du conduit vocal et à la source glottale : les mesures de pente spectrale ainsi que l'énergie moyenne et l'énergie en haute fréquence du LTAS sont très fortement corrélées avec le quotient de contact mesuré à partir d'un électroglottographe (EGG), c'est-à-dire la durée de contact des plis vocaux durant un cycle de vibration (Nordenberg et al., 2004; Whitfield et al., 2013). Pour ce qui est de la voix dysphonique, une forte corrélation a été établie entre ce trouble vocal et un pic en haute fréquence du LTAS, à environ 5kHz, ce qui n'est pas visible chez les témoins (Kitzing et al., 1993). Ce pic serait l'effet d'une forte présence de bruits dans la voix dysphonique et est parfois considéré comme une signature acoustique de la dysphonie.

Le LTAS classique a une variante appelée « pitch-corrected », soit corrigée en  $f_0$ , disponible sur le logiciel Praat (Boersma et al., 2020). Cet outil permet de compenser l'influence sur le spectre à long terme des variations de fréquence fondamentale dans lequel on prend en compte la densité en harmoniques de chaque plage de fréquence pour le calcul de l'énergie (Boersma et al., 2006). Les LTAS en version pitch-corrected d'énoncés variés produits par une même locutrice sont significativement plus semblables que ceux réalisés sur un même énoncé par différentes locutrices (Pettirossi et al., 2017). La mesure est donc plus sensible aux spécificités de la voix de la locutrice qu'aux caractéristiques segmentales de l'énoncé, ce qui en fait un outil plus robuste

pour l'analyse des spécificités vocales individuelles que le LTAS classique pour lequel nous observons des spectres plus similaires entre deux énoncés de même nature réalisés par deux locutrices différentes qu'entre les différentes productions d'une même locutrice.

La différence entre l'amplitude du premier et du deuxième harmonique en dB ( $H1 - H2$ ) est un calcul qui permet d'obtenir un corrélât robuste de la qualité de voix sur des voyelles ouvertes (Hanson et al., 1999). Cette mesure est corrélée avec le quotient d'ouverture des plis vocaux, ainsi il est possible d'en déduire si le mécanisme vocal est plutôt modal, craqué ou soufflé sans avoir recours à un EGG. Plus la valeur en dB est élevée, plus la voix tend à être soufflée, alors qu'une valeur négative indique une voix craquée (Matar Zein, 2015). On observe donc qu'avec un quotient ouvert (QO) de 30% et donc une voix craquée, nous obtenons  $H1 < H2$  alors qu'avec un QO de 70%, c'est-à-dire une voix soufflée, nous retrouvons  $H2 < H1$  (Hanson, 1997). La mesure de la différence entre harmoniques peut s'avérer plus problématique dans le cas des voyelles fermées, notamment celles produites par les femmes, en raison des interactions possibles entre  $f_0$  élevée et  $F1$  bas.

Les mesures traditionnelles de la perturbation vocale ont été partiellement remises en cause de par leur dépendance à la détection de la  $f_0$ , qui peut être perturbée pour des dysphonies sévères (Heman-Ackah et al., 2014). En conséquence, le pic de prééminence cepstral (CPP) a été mis en avant et considéré comme un très bon prédicteur de dysphonie, bien que la référence reste l'évaluation perceptive réalisée par un auditeur expert (Awan et al., 2009; Riesgo et al., 2019). Les mesures tel que le jitter, shimmer et même HNR dépendent de l'identification précise des cycles le long de l'axe temporel de l'onde sonore or il est clair que la présence d'un bruit important dans le signal rend plus difficile la localisation précise de ces cycles alors même que le bruit est partie intégrante de la voix dysphonique. Il a déjà été observé que les perturbations de  $f_0$ , d'amplitude et le bruit contenu dans le signal sont des mesures interdépendantes (Hillenbrand, 1987). Ainsi, ajouter du bruit dans un signal ne fait pas uniquement baisser le HNR mais a également un impact sur le jitter et le shimmer. C'est pour cette raison que ces mesures peuvent être très critiquées dans le cadre de

dysphonies modérées à sévères (Awan et al., 2009). Le pic de proéminence cepstral permet d'évaluer le taux de bruit présent dans le signal et est considéré comme une mesure représentative de la qualité de voix (Patel et al., 2018; Riesgo et al., 2019). À la suite d'une comparaison pré et post-traitement, des locutrices dysphoniques ont vu leur CPP augmenter significativement, ce qui signifie que la harmonique dominante, correspondant à la fréquence fondamentale, a une amplitude plus importante par rapport aux autres fréquences cepstrales et qu'il y a donc moins d'apériodicités dans la voix de la locutrice (Awan et al., 2009).

Il existe également une variante du CPP dite « lissée » (CPPS) dans laquelle des opérations de lissage sont effectuées à la fois dans les domaines temporel et cepstral (Fraile et al., 2014; Hillenbrand et al., 1996). Parmi les différentes mesures de perturbations évaluées, le CPPS est apparue comme étant le meilleur corrélat acoustique de la voix dysphonique (Heman-Ackah et al., 2002). Enfin, si ni le CPP ni le CPPS ne semblent être de bons prédicteurs de la raucité, le CPPS serait un meilleur corrélat acoustique du souffle vocal que le CPP (Heman-Ackah et al., 2002; Hillenbrand et al., 1996).

Le « Dysphonia Severity Index » (DSI) est une autre mesure, proposée dans les années 2000, pour évaluer la dysphonie (Wuyts et al., 2000). Il s'agit d'un calcul multiparamétrique qui prend en compte la fréquence la plus élevée, l'intensité la plus basse, le temps de maximum de phonation et le jitter. À partir de l'enregistrement de la voyelle /a/ le DSI permet d'obtenir un score allant de +5 à -5, plus la dysphonie est considérée comme sévère, plus l'indice est négatif. Le DSI est dérivé d'une analyse multivariée de 387 sujets, ayant produit un /a/ tenu, dans le but de décrire la qualité vocale d'un patient sans avoir recours à une évaluation perceptive. Les scores obtenus sont fortement corrélés avec la sévérité de la dysphonie mais aussi avec les échelles d'auto-évaluation comme le Voice Handicap Index (VHI) rempli par les patients.

Plus récemment, le « Acoustic Voice Quality Index » (AVQI) a été mis au point (Maryn et al., 2010). Cet outil marque une différence importante avec le DSI car il combine deux types de contenu segmental : une voyelle tenue et un extrait de parole continue. Le calcul est une combinaison linéaire de mesures de shimmer, jitter, HNR, de la pente



spectrale, de l'inclinaison de la pente de régression du spectre et du CPP, les coefficients étant issus d'une régression entre ces mesures acoustiques et une évaluation experte du grade de dysphonie. Plus le score final de l'AVQI est élevé, plus la dysphonie est sévère. Cette méthode obtient de très bonnes corrélations avec les grades de dysphonie cotés par des spécialistes sur l'échelle GRBAS. Alors que la version originale de l'AVQI a été établie sur une cohorte de patients néerlandophones, son efficacité a également été attestée sur un échantillon de locuteurs francophones (Pommée et al., 2020).

Ces outils complexes ont été proposés en combinant différentes mesures acoustiques, ou différents types de productions dans le cas de l'AVQI, afin d'obtenir une métrique unique. L'usage de tels outils est probablement pertinent pour des applications cliniques puisque les scores ainsi obtenus semblent être de bons corrélats de la voix dysphonique, ce qui peut expliquer l'intérêt qu'ils suscitent, mais ils peuvent poser un problème dans le cadre de la recherche par les difficultés d'interprétation qui en découlent. En effet, les valeurs prises par une telle métrique ne peuvent pas être mises en correspondance avec les caractéristiques acoustiques des productions vocales. En revanche, il peut être intéressant de prendre en compte de façon conjointe plusieurs mesures acoustiques relatives aux différentes dimensions selon lesquelles une voix peut être altérée afin de permettre une meilleure compréhension de ce qui caractérise une voix pathologique dans toute sa complexité. En effet, l'approche multiparamétrique de l'analyse acoustique des dysphonies en observant de manière parallèle plusieurs mesures entre elles peut être considérée complémentaire d'une évaluation perceptive experte (Ghio et al., 2007).

Alors que la critique souvent faite aux évaluations perceptives est la subjectivité de ces dernières, la supposée infaillibilité des divers outils acoustiques, pourtant plus objectifs, peut également être remise en question. Tout d'abord, cette revue de la littérature nous a permis d'observer que certaines mesures ne sont pas toujours de bons prédicteurs de la pathologie vocale perçue par les cliniciens experts, mais le problème le plus souvent évoqué est celui du type de contenu sur lequel est réalisée l'analyse acoustique. Alors que la grande majorité des mesures présentées ci-dessus

sont réalisées à partir d'un /a/ tenu, ce matériel reste très contesté car éloigné de la « vraie » parole continue (Parsa et al., 2001). En dépit de cette critique, l'utilisation des voyelles tenues peut se justifier car elles permettent de se focaliser sur la stabilité et les régulations du vibreur des locuteurs sans prendre en compte les variations contrôlées qui peuvent rentrer en jeu dans la parole (Ghio et al., 2007). Effectivement, beaucoup de mesures comme le jitter, le shimmer ou encore le HNR sont basées sur une supposition de périodicité du signal dans le cas d'une voix saine, ce qui n'est que partiellement vrai sur un extrait de parole continue naturel (Bielamowicz et al., 1996).

## 2.2 Professeures des écoles et trouble vocal

### 2.2.1 Population à forte prévalence

Les professeurs des écoles (PE) sont des professionnels de la voix, hautement touchés par les dysphonies.

Une revue de la littérature réalisée pour l'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) met en lumière que les dysphonies sont très significativement plus présentes chez les professeurs des écoles que dans le reste de la population générale. C'est tout particulièrement vrai pour les femmes, qui sont très majoritaires dans ce métier, elles constituaient 83% des entrants en 2000 (INSERM: Expertise Collective, 2006).

Il y a une « overdose » vocale chez les professeurs des écoles (Titze, 1999) : les enseignants donnent 6 à 7 heures de cours par jour et cela 5 à 6 jours sur 7, ce qui engendre des temps de repos beaucoup trop courts pour les plis vocaux. Ainsi, d'après des calculs basés sur les normes de la médecine du travail, les PE ont une utilisation tellement excessive de leur voix que le risque de dommage des tissus causé par les vibrations est parmi les plus élevés.

Pour les femmes professeures des écoles de maternelle, en moyenne 17% de la journée de travail est un temps de phonation, ce qui est considéré comme élevé en comparaison des 5% moyen d'autres professionnels de la voix (Södersten et al., 2002). De plus, ces PE parleraient plus fort de 9.1dB et avec une fréquence plus élevée de 45Hz au travail

par rapport à la vie courante, augmentant encore plus le risque de dysphonie. La charge vocale des enseignantes est plus élevée en maternelle qu'en primaire sur des mesures de « distance dose », qui représente la distance totale parcourue par les plis vocaux lors de leur vibration et de « cycle dose », c'est-à-dire le nombre de cycles vibratoires accomplis sur une durée déterminée (Remacle et al., 2014).

Les professeurs débutants seraient également plus particulièrement touchés, dans un panel de 402 enseignants, comprenant 310 femmes et 92 hommes, 34% se plaignent de problèmes vocaux dès le premier mois de travail. Un examen laryngoscopique montre que 21% des patients concernés par ces plaintes ont des nodules sur les plis vocaux (Simberg et al., 2000).

D'après les examens laryngés de 1046 professeurs des écoles sélectionnés au hasard, réalisés par vidéo-laryngo-stroboscopie, 218 d'entre eux (soit 21% de la population totale testée) sont touchés par des formes organiques de dysphonie (Urrutikoetxea et al., 1995). Ces atteintes organiques sont plus particulièrement des nodules vocaux (43%) et des œdèmes de Reinke (18%). Une étude révèle également que les femmes professeuses des écoles sont trois fois plus touchées que les hommes PE par des lésions organiques et plus précisément des atteintes nodulaires (Preciado-López et al., 2008).

D'après une enquête destinée à connaître les types de symptômes ressentis par 237 femmes professeuses des écoles durant leur carrière, il a été observé que 51% des locutrices avaient subi de multiples troubles vocaux : gorge sèche, fatigue vocale, sensation d'irritation, aphonie, sensation de brûlure et enrouement font partie de ceux qui reviennent massivement (Sapir et al., 1993).

D'après des enquêtes à grande échelle, ce phénomène de surreprésentation des PE parmi les patients atteints de dysphonie se répète dans différents pays :

- En Australie, sur un panel de 877 PE sondés (comportant 564 femmes), 55% considèrent avoir eu des problèmes de voix durant leur carrière et 16% le jour précis de l'étude (Russell et al., 1998). Les femmes sont deux fois plus touchées que les hommes : seules 11% d'entre-elles considèrent ne jamais avoir eu de problèmes vocaux au cours de leur carrière, contre 21% des hommes.

- Aux États-Unis, un groupe de 1243 enseignants a été comparé à un groupe de 1288 témoins, laissant apparaître significativement plus de problèmes vocaux chez les PE, avec 58% du total des individus auto-déclarant des troubles vocaux (Roy et al., 2004). Les femmes sont plus touchées que les hommes par des problèmes vocaux persistants, mais aussi chroniques.
- Au Brésil, 2013 femmes professeures des écoles ont été interrogées et seulement 33% d'entre elles considèrent ne pas avoir eu de problèmes vocaux au cours des 15 jours précédant l'étude (de Medeiros et al., 2008).
- En Suède, dans une période de 6 mois et d'après les données de 8 hôpitaux, les professionnels de l'enseignement sont ceux qui vont le plus consulter pour des problèmes vocaux, plus particulièrement à cause d'aphonie, d'œdèmes, de polypes et de nodules (Fritzell, 1996). À l'intérieur du groupe des PE, les enseignants de classes maternelles sont les plus touchés.
- En Allemagne, parmi 1800 enseignants, les hommes rapportent significativement moins de problèmes vocaux que les femmes durant leur carrière. Les enseignants atteints de dysphonie ont manqué deux fois plus de jour de travail pour cette raison que les témoins exerçant d'autres métiers en tant que professionnels de la voix (de Jong et al., 2006).
- Enfin, en 2014 en France, d'après des questionnaires proposés par la MGEN (Mutuelle Générale de l'Éducation Nationale), dans une population de 1012 enseignants, dont 81% de femmes, 59% affirment avoir déjà eu des problèmes vocaux dans l'exercice de leur carrière (Caetano et al., 2017).

Toutes ces souffrances vocales ont un impact direct sur la qualité de vie des professeurs des écoles. Il y a un niveau d'anxiété significativement plus élevé chez les PE se plaignant de fatigue vocale que dans un groupe témoin (Gotaas et al., 1993).

Il s'avère qu'une formation vocale est bénéfique et peut prévenir ces troubles. Les enseignants qui connaissent le système vocal et la manière de l'utiliser convenablement ont moins de problèmes vocaux (Sapir et al., 1993). Toutefois, ces formations sont très peu dispensées auprès des PE, alors qu'elles le sont couramment pour certains autres professionnels de la voix comme les journalistes, les politiques ou

encore les comédiens. Effectivement, seulement 46% des établissements proposant des formations à l'intention des enseignants donnent des conseils en matière de gestion vocale (Bufton, 2000; cité par Rogerson et al., 2005).

### 2.2.2 Environnement de classe

En dehors d'une utilisation vocale excessive, la source de cette très forte prévalence de dysphonie chez les PE est aussi imputable à l'environnement général de la classe d'école. Tandis que l'OMS recommande de ne pas dépasser un niveau de 35dB<sup>2</sup> dans une salle de classe, à Londres, le bruit ambiant est de 72dB (Shield et al., 2004). Les enseignants évoluent donc dans un environnement bruyant qui a un effet sur l'effort vocal nécessaire pour se faire entendre, à titre de comparaison, un niveau de 80dB correspond à un important trafic routier.

Ce bruit ambiant et constant oblige les PE à augmenter l'intensité de leur voix, afin d'être correctement perçues par les élèves. L'intensité moyenne jugée « idéale » de la parole conversationnelle entre un locuteur et un auditeur dans une pièce calme à 1m de distance est de 50dB (van Heusden et al., 1979). Cette intensité augmente à partir d'un bruit de fond excédant 40dB et cela de 3dB par tranche de 10dB d'augmentation du bruit de fond. Pour nos 72dB moyens en classe, cela nous donne une intensité d'environ 9dB de plus que la normale à longueur de journée pour les professeurs des écoles. Il y a donc un fort phénomène de compensation afin que l'acte de communication soit correctement réalisé. Ce phénomène d'augmentation de l'intensité phonatoire dès lors que le bruit ambiant augmente est appelé effet Lombard et engendre nécessairement des forçages vocaux (Dejonckere et al., 1983 ; INSERM : Expertise Collective, 2006). L'effet Lombard est purement naturel et automatique, il a également été observé chez les primates non-humains et est considéré comme un phénomène d'accommodation environnementale (Ruch et al., 2018). De plus, l'augmentation de l'intensité est corrélée avec l'augmentation de la fréquence fondamentale (Alku et al., 2002 ; Zee, 1977). Ainsi, le bruit de fond, qui force les PE à augmenter leur intensité vocale, entraîne également une hausse de leur  $f_0$ , qui

---

<sup>2</sup> Toutes les mesures suivantes sont en dB SPL (decibel Sound Pressure Level), car elles sont établies à partir de mesures de pression.

engendre à son tour une augmentation des microtraumatismes dû à l'accolement violent des plis vocaux.

Ce phénomène serait particulièrement avéré chez les jeunes professeurs des écoles. Le bruit de fond serait en effet plus élevé pour les classes dont les enseignants sont en début de carrière, les plus expérimentés ayant des techniques pour obtenir le silence avant de prendre la parole, comme claquer dans les mains. Les jeunes PE auraient alors tendance à plus augmenter leur intensité, et plus forcer sur leur voix (Comins, 1995 cité par INSERM : Expertise Collective, 2006).

Enfin, le bruit n'impacte pas uniquement les professeurs des écoles, mais également les élèves. Une exposition à un bruit ambiant constant réduit les capacités de lecture et de mémoire à long terme des enfants, bien que le phénomène semble être réversible (Hygge et al., 2002).

En outre, un rapport signal sur bruit (SNR) trop bas crée de vraies difficultés d'intelligibilité. Il a été montré qu'un SNR de -5dB permet la bonne intelligibilité de seulement 67% d'un contenu alors que ce taux passe à 84% lorsque le SNR est de 0 pour atteindre les 90% à 10dB (Bradley et al., 1999). Il s'avère que le bruit moyen d'une salle de classe ne permet pas une bonne intelligibilité, que l'enfant soit malentendant ou normo-entendant (Finitzo-Hieber et al., 1978). Il a également été mis en avant que la pollution sonore impacte plus particulièrement les jeunes enfants puisque les élèves de 6-7 ans sont significativement plus dérangés par le bruit en classe que ceux de 10-11 ans (Dockrell et al., 2004).

### 2.2.3 Impact connu de la dysphonie sur l'enseignement et l'élève

Bien que peu d'études aient traité le sujet, il ressort que les troubles vocaux peuvent avoir un impact direct sur les enseignements dispensés par les professeurs des écoles à leurs élèves.

Il a déjà été démontré que des étudiants mis face à la voix d'une femme simulant différents troubles vocaux, allant de l'hyper-nasalité au bégaiement, évaluent de manière plus négative les voix pathologiques que les voix saines. Les étudiants

considèrent également que les voix pathologiques sont moins compréhensibles et plus anxiogènes (McKinnon et al., 1986).

De manière générale, les études semblent plutôt s'intéresser à l'impact du trouble vocal de l'enseignant sur la compréhension globale des enfants. Les élèves donnent significativement moins de bonnes réponses à des questions de compréhension de texte par QCM lorsque l'histoire est lue par une voix dysphonique plutôt qu'une voix saine (Rogerson et al., 2005). En revanche, il n'y a pas de différence entre les dysphonies légères et sévères, ce qui suggère que les apprenants réagissent de manière négative à toutes les pathologies vocales quelle que soit leur sévérité.

De plus, lors de la lecture d'une histoire par une voix saine et une voix dysphonique modérée dans le cadre d'une expérience visant à étudier la capacité d'élèves à mémoriser une liste de mot, il est encore apparu que la tâche est réalisée avec moins d'erreurs par les élèves lorsque la locutrice n'a pas de pathologie vocale (Morton et al., 2001).

Dans une étude s'intéressant à une cohorte de 68 enfants de 8 ans, deux tâches distinctes ont été proposées : des questions de compréhension de texte et une identification de paires minimales pour lesquelles l'enfant doit indiquer sur une feuille prévue à cet effet si les deux mots sont identiques ou différents (Morsomme et al., 2011). Les stimuli sont produits par une spécialiste des pathologies vocales, tout d'abord avec sa voix « normale », considérée comme « saine », puis en simulant une voix dysphonique. Pour ce qui est du test de compréhension, les résultats confirment ceux de la littérature avec plus d'erreurs lors de la lecture par la voix « dysphonique ». Pour ce qui est de l'expérimentation visant à observer si des paires minimales, composées d'attaques voisées vs. non-voisées, sont correctement discriminées comme identiques ou différentes, les enfants donnent, encore une fois, significativement moins de bonnes réponses lorsqu'ils sont confrontés à la voix dysphonique actée. Les auteurs précisent cependant qu'il est important de prendre en compte le contexte sonore de la classe puisqu'il a potentiellement pu fausser certaines réponses des enfants.

Le biais principal de la grande majorité de ces études réside dans le caractère acté des voix dysphoniques et le petit échantillon de voix proposé. Bien qu'il soit intéressant de pouvoir contrôler le timbre et la fréquence entre le stimulus témoin et dysphonique, il est nécessaire de nuancer l'interprétation de ces résultats puisqu'ils restent basés sur des voix qui ne sont pas réellement celles de professeures des écoles dysphoniques.

## 2.3 Perception de la voix par autrui

### 2.3.1 Normes et accommodation

Les représentations sociales dominent nos interactions quotidiennes, et peuvent être définies comme : « une forme de connaissance, socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social. » (Jodelet, 2003, p.53). Ces représentations ancrées dans une société donnée créent des « normes » desquels il sera difficilement accepté de dévier.

La création de normes est inévitable en contexte social, l'homme a une volonté naturelle de s'accorder avec ses semblables. Cette tendance est observable expérimentalement grâce au phénomène physique de l'effet autokinétique (Moscovici, 1971; Sherif, 1935). Il s'agit d'une illusion visuelle : un point lumineux immobile semble bouger s'il est projeté dans l'obscurité la plus totale. Ce point lumineux va ici permettre de tester l'influence et la normalisation d'individus les uns avec les autres. Ainsi, si l'on demande de juger le sens et l'amplitude du mouvement de ce point lumineux, les participants qui réalisent cette tâche en groupe s'accordent massivement sur le sens et l'amplitude du mouvement perçu. En revanche, lorsque les sujets réalisent cette tâche dans la même pièce mais sans se communiquer leurs estimations, cet accord implicite disparaît complètement. Nous pouvons visiblement conclure qu'en groupe nous assistons à une « moyennisation » ou « normalisation » des réponses, afin de ne pas dévier de la norme subjective du groupe, même dans ce cas où la réalité est parfaitement objective : le point ne bouge pas.

Le modèle du choix rationnel, postule qu'une norme sociale est mieux acceptée si elle peut avoir un intérêt qui profitera directement à la population. En effet, une norme



sociale a un but de cohésion et permet de s'intégrer en société si elle est correctement acceptée et appliquée par un individu (Durkheim, 1956). C'est en cela que la norme peut créer une pression sociale influençant inconsciemment les individus sur la perception de diverses choses. Dans une tâche de comparaison de taille parmi 3 bâtons, dont la différence de taille n'est pas confondante, 36% des participants dans un groupe influencé par un compère de l'expérimentateur, donnent de mauvaises réponses alors que les erreurs dans les groupes contrôles sont extrêmement marginales (Asch, 1951). Cette expérience, qui illustre la volonté de se conformer à la norme, a été dupliquée avec des sujets de différents pays, et le même résultat est vérifié dans toutes les cultures testées (Whittaker et al., 1967). En société, l'effet Caméléon met en avant qu'une personne qui nous imite est perçue plus positivement qu'une autre (van Baaren et al., 2003).

En linguistique, cette volonté de s'accorder à autrui est également observable : c'est le phénomène de l'accommodation communicative (Giles et al., 1991). Cette théorie met en avant le besoin du sujet parlant à pouvoir s'identifier à son interlocuteur, ou plus largement au groupe social de son interlocuteur. D'un point de vue phonétique, il a été démontré qu'un locuteur naïf a une certaine faculté à détecter des indices acoustiques chez son interlocuteur, mais également que ce dernier peut les copier afin d'adapter sa voix. Cette convergence phonétique tendrait à augmenter au cours du discours sur certains facteurs comme la hauteur de voix et le débit de parole (Pardo, 2006). Le degré de convergence phonétique d'un locuteur est plus élevé s'il a une opinion positive sur son interlocuteur et qu'il le considère comme socialement « ouvert », tout en étant dépendant de la durée de l'exposition (Yu et al., 2013).

Comme chez l'homme, cette accommodation vocale est observable chez les primates non-humains qui l'utilisent également pour marquer la distance ou proximité sociale avec des individus ou groupe sociaux de leurs espèces (Ruch et al., 2018). Ces observations pourraient être un argument pour considérer que l'accommodation phonétique n'est pas le résultat de l'évolution de la parole humaine car elle semble antérieure à l'émergence du langage.

### 2.3.2 L'esthétique de la voix dysphonique

Les normes culturelles peuvent faire varier différents aspects de l'évaluation vocale, même ceux supposés s'appuyer sur des références plus universelles comme l'évaluation perceptive des dysphonies. Il a été observé que des professionnels italiens et français, évaluant des locuteurs dysphoniques de ces deux nationalités, sont en accord pour ce qui est du grade, mais pas de la raucité, sous-cotée par les experts italophones en comparaison avec les francophones (Ghio et al., 2011, 2015).

De la même manière, les normes esthétiques validées par un groupe ne sont pas nécessairement valables d'une culture à une autre. Si l'on prend l'exemple d'une fréquence fondamentale basse chez la femme, elle est jugée attractive pour les auditeurs néerlandais, mais pas pour les auditeurs japonais qui préfèrent les hautes fréquences (van Bezooijen, 1995).

Ces phénomènes d'attractivité vocale dépendent également d'autres facteurs, comme le genre. Si nous reprenons l'exemple de la fréquence fondamentale, de nombreuses études s'accordent sur le fait qu'une  $f_0$  élevée est perçue négativement pour les hommes, alors qu'elle est appréciée pour les voix féminines car associée à l'idée de « voix enfantine » (Berry, 1990). À l'inverse, une femme avec une voix trop grave, est aisément confondue avec un homme. Il est possible d'observer ce phénomène chez les femmes libanaises atteintes d'œdèmes de Reinke, dont une des plaintes fréquentes est d'être catégorisées comme des hommes au téléphone (Matar Zein, 2015). Ainsi, ces patientes souhaitent regagner la norme vocale genrée à laquelle elles sont censées appartenir. Un timbre de voix grave n'est donc pas accepté pour une femme alors qu'il est recherché pour les hommes : par exemple les voix-off des films documentaires sont réalisées par des narrateurs masculins avec une voix grave et stéréotypée, ce qui donne théoriquement une plus grande « crédibilité » au projet (Kreiman et al., 2011).

Toutes ces caractéristiques vocales socialement acceptées, ou rejetées, répondent au principe : « *What sounds beautiful is good* » (Zuckerman et al., 1988). Ce qui est perçu comme beau est aussi perçu comme acceptable. Il y a une forte corrélation entre l'évaluation de sujets américains comme étant physiquement désirables sur une photo et les traits de personnalité positifs qui leur sont accordés (Dion et al., 1972). Dans le

cadre de recherche sur l'anglais américain, il a été démontré que la photo d'un sujet peut être évaluée de manière significativement plus négative lorsqu'elle est accompagnée d'une voix dysphonique que lorsqu'elle est associée à une voix saine (Blood et al., 1979). Dans ce cas de figure, la photo héritant d'une voix non pathologique bénéficie de l'effet halo positif (Thorndike, 1920) : la voix saine étant perçue comme plus esthétique procure alors une première impression positive à l'auditeur qui notera moins sévèrement la photo associée. Qu'elle soit négative ou positive la première impression donnée par une voix va influencer le jugement d'autres facteurs comme le physique, ou encore la personnalité (Asch, 1946).

En revanche, tout ce qui est pathologique n'est pas nécessairement associé à une représentation négative. Une raucité légère chez l'homme (cotée R1 sur l'échelle GRBAS) est considérée comme séduisante par un groupe d'auditrices, alors que cette même raucité est considérée comme pathologique par un expert (Barkat-Defradas et al., 2012). Cette tendance est également confirmée pour les voix de femmes francophones, pour lesquelles une légère raucité est jugée de manière positive (Pettirossi et al., 2020).

Comme pour l'évaluation perceptive de la pathologie vocale, il est difficile d'expliquer précisément ce qui fait qu'une voix est considérée comme attractive ou non, pourtant un consensus existe entre les auditeurs.

### 2.3.3 Voix et personnalité

Le mot « personnalité » dérive du mot latin « personare », que l'on peut traduire comme « résonner » (Kramer, 1964). Il semblerait que ce mot désignait un type de masque de théâtre équipé d'un dispositif servant à faire retentir la voix sur scène, autrement dit, à la faire « sonner » (« *per sonare* »).

D'après une revue historique de la littérature (Kreiman et al., 2011), le début des questionnements sur le lien entre voix et personnalité remonte au moins aux Grecs et aux Romains. Ainsi, selon les Grecs, une voix basse et tendue indiquerait la bravoure, tandis qu'une voix haute et détendue serait synonyme de lâcheté (Stanford, 1967). Il y aurait également eu un élan d'intérêt pour cette discipline dans les années 1930 en

Allemagne où quelques années plus tard, lors de la seconde guerre mondiale, les officiers étaient en partie sélectionnés sur des idéaux vocaux que les chercheurs associaient à un bon chef de guerre : les voix jugées comme chaleureuses étaient assimilées à des hommes sympathiques et émotionnels et les voix monotones avec une prosodie saccadée indiquaient du calme et une grande détermination (Diehl, 1960).

Ainsi, la voix semble avoir depuis toujours un rôle important dans les représentations de la personnalité. Elle est effectivement porteuse de diverses informations et influe sur l'image que peut avoir un individu de son interlocuteur. Des auditeurs naïfs sont ainsi capables de reconnaître avec précision des indices de personnalité dans des échantillons vocaux synthétisés sur ordinateur et donc non-naturels. Les manipulations de mesures acoustiques comme la fréquence fondamentale ou l'intensité sont perçues par les auditeurs et les amènent à juger différemment les voix sur le degré supposé d'extraversion ou d'introversion du locuteur (Nass et al., 2001).

Une grande question posée par l'étude de la personnalité à travers la voix est de savoir si les tendances d'association sont biologiques et donc universelles, ou culturelles, et donc limitées à des groupes sociaux, des frontières géographiques... Il a été proposé que certains facteurs soient effectivement universels, comme la voix aigüe « enfantine », qui serait liée partout à un manque de maturité, car le principe même de vieillissement est universel (Montepare et al., 1987). Au Pays-Bas, lors d'entretiens d'embauche, les voix de femmes et d'hommes jugées comme trop « féminines » sont un handicap pour obtenir le poste (Ko et al., 2009). La féminité supposément décelée dans la voix est largement associée à l'enfance, et par extension, à la faiblesse et l'incompétence. Par conséquent, les candidats aux voix jugées « masculines » ont été considérés plus compétents et cela quel que soit le sexe effectif du candidat ou son curriculum vitae.

Dans la réalité des faits, bien que certains indices puissent être effectivement partagés entre différentes cultures, beaucoup d'autres amènent un jugement différent selon les pays. Comme le montrent les études sur la « voix enfantine », la  $f_0$  joue un rôle important dans la perception de la personnalité à travers la voix. C'est spécialement vrai pour les voix de femmes américaines pour qui une  $f_0$  plus élevée entraîne la

catégorisation de la locutrice comme étant plus gentille, plus drôle, plus émotionnelle et enfin, plus immature (Aronovitch, 1976). Alors que de manière générale, une f0 élevée entraîne des jugements positifs pour les voix de femmes, elle est généralement jugée sévèrement pour les hommes. Lorsqu'on synthétise des voix d'américains en augmentant ou abaissant de 20% leur f0 naturelle, les voix les plus hautes sont jugées comme appartenant à un individu moins sincère, moins puissant et plus nerveux (Apple et al., 1979).

Le débit de parole peut également engendrer différents types de jugement de personnalité. Il entraîne des appréciations négatives chez les Américains et non chez les Coréens (Peng et al., 1993). Nous notons plus précisément qu'aux Etats-Unis, un débit de parole lent est associé à des locuteurs perçus comme moins dynamiques, moins puissants, moins extravertis et moins capables que les hommes avec un débit rapide (Apple et al., 1979).

L'intensité a aussi un impact sur la personnalité perçue chez des locuteurs de l'anglais américain (Page et al., 1978). En interaction homme-femme, si on augmente petit à petit l'intensité de la locutrice, cette dernière sera jugée par des auditeurs naïfs comme de plus en plus agressive, et de moins en moins sûre d'elle.

Pour ce qui est de la personnalité perçue à travers la voix dysphonique, il est observé que de manière générale, les voix dysphoniques induisent des jugements de personnalité plus sévères que les voix saines (Blood et al., 1979; Lallh et al., 2000; Ruscello et al., 1988). L'état d'esprit d'auditeurs face à des voix dysphoniques d'hommes et de femmes est très déséquilibré (Amir et al., 2013). Les locuteurs et locutrices témoins appariés sont évalués significativement plus positivement sur les douze traits de personnalité proposés que les dysphoniques. Il se trouve également que les femmes dysphoniques sont notées significativement plus sévèrement que leurs homologues masculins. Elles apparaissent ainsi comme plus stupides, plus passives, plus tendues, plus hésitantes et plus faibles.

Dans leur grande majorité, ces études ont recours à deux types de méthodes pour l'évaluation des traits de personnalités associés aux voix (Kreiman et al., 2011) : le « Big 5 » et les échelles sémantiques différentielles.

Tout d'abord, le modèle de la théorie des 5 facteurs, aussi appelé « big 5 » (Goldberg, 1990; McCrae et al., 1985) est un modèle qui postule que l'ensemble des traits de personnalité peut être pris en compte correctement à l'aide de cinq dimensions indépendantes et uniques. Ces cinq facteurs fournissent une structure dans laquelle la plupart des traits de personnalité peuvent être classés et permet aux traits de covarier (John et al., 1999) :

- (I) L'extraversion « *Extraversion* » ;
- (II) Le caractère agréable « *Agreeableness* » ;
- (III) Le caractère consciencieux « *Conscientiousness* » ;
- (IV) Le névrosisme « *Neuroticism* » ;
- (V) L'ouverture d'esprit « *Openness* ».

Il n'y a pas une unique méthodologie permettant d'évaluer le positionnement d'un individu sur chacun de ces cinq facteurs, de nombreuses variantes ont été proposées, dont des listes de 300 à 120 questions, donnant un score moyen par facteur aux sujets (Goldberg, 1999; Maples et al., 2014).

Quant à elles, les échelles sémantiques différentielles ne sont pas limitées en nombre (Osgood, 1952). Il s'agit d'échelles non-continues, avec des adjectifs antonymes à chaque extrémité et des échelons qui permettent d'évaluer le sujet avec la possibilité d'avoir un échelon médian (lorsqu'il y a un nombre impair de grade) ou non. Beaucoup d'études sur l'évaluation de la personnalité à travers la voix utilisent cette méthodologie (Allard et al., 2008; Amir et al., 2013; Aronovitch, 1976).

La principale critique que l'on puisse faire à la méthode des échelles sémantiques différentielles est la facilité de « manipulation » par le chercheur. Il a été mis en avant que de nombreuses recherches se contentent d'utiliser l'ensemble de 50 échelles proposées initialement en ajoutant subjectivement quelques échelles afin de répondre à leurs hypothèses personnelles (Kreiman et al., 2011). En effet, cette méthodologie peut facilement être orientée pour obtenir le résultat désiré, c'est pourquoi il est possible de commencer par réaliser une catégorisation par adjectifs libres des voix à évaluer, afin d'utiliser des échelles pouvant être considérées comme plus légitimes (Amir et al., 2013).

## 3. Méthodologie générale

### 3.1 Population étudiée

#### 3.1.1 Panel « internet »

Notre premier panel, nommé panel « internet » est composé de 709 femmes, toutes professeures des écoles (PE), originaires de toute la France. Toutes ces PE ont répondu à une enquête pilote en ligne que nous avons réalisée en amont de toutes autres démarches afin de mieux appréhender la population que nous allons physiquement rencontrer par la suite.

L'enquête, créée à partir de Google Form, a été diffusée en ligne sur les réseaux sociaux, pour une durée d'approximativement deux semaines.

Ce questionnaire (Annexe 1, p.177), est composé de questions générales comme l'âge, le sexe, la région, les niveaux dans lesquels elles enseignent mais également des interrogations sur leur utilisation de la voix dans le cadre du métier de professeur des écoles. Par exemple, les sensations vocales déjà perçues lors de l'exercice de leur fonction : maux de gorge, extinctions, la voix rauque ou enrouée, être dans l'obligation de forcer sur sa voix pour se faire entendre, être à court de souffle, ou encore se sentir socialement embarrassée par sa voix.

Les réponses obtenues nous permettent d'identifier de nombreux problèmes ou spécificités du métier de professeurs des écoles. Ainsi certains choix méthodologiques découlent directement de cette première enquête, dont de nombreux critères d'inclusion de notre future population de locutrices. Nous excluons certaines participantes des résultats finaux pour diverses raisons :

- Certaines vivent en Suisse ou en Belgique et ces PE ne sont pas assez nombreuses dans le panel pour constituer des sous-groupes à part entière. De plus, nous pouvons supposer que les conditions d'enseignement ne sont pas exactement comparables avec celles des enseignantes françaises.

- Certaines enseignent dans des écoles spécialisées. Il est fort probable que l'utilisation de la voix dans des contextes de plus petites classes mais composées d'enfants avec différents handicaps, soit foncièrement différente.
- Les participants masculins sont également exclus car comme très largement mis en évidence dans la littérature, la grande majorité des PE sont des femmes (INSERM: Expertise Collective, 2006). Dans notre cas, parmi les 783 participants, uniquement 3.13% des répondants sont des hommes.

Au total, 9.45% des réponses ont été mises de côté pour laisser place aux 709 réponses que nous analysons par la suite.

Nous nous servons également de cette base de PE pour les recrutements de nos futures locutrices. En effet, nous proposons à toutes ces participantes de laisser leur adresse e-mail pour être tenues au courant de l'avancement des travaux, mais aussi, si elles l'acceptent, afin d'être contactées pour participer à la prise de données en laboratoire.

### 3.1.2 Panel « locutrices »

Notre second panel, que nous appelons « locutrices » est composé de 61 femmes professeures des écoles auprès desquelles nous recueillons des données audio, EGG et de qualité de vie. Après la lecture d'une lettre d'information (Annexe 4, p.185), les locutrices ont signé un formulaire de consentement (Annexe 5, p.190) et un formulaire de « droit à la voix » (Annexe 6, p.191).

Toutes ces participantes sont donc des volontaires contactées à partir de groupes spécialisés pour les professeurs des écoles sur les réseaux sociaux, directement dans les écoles autour de nos points d'enregistrements, ou encore parmi les participantes de notre panel internet qui ont accepté de laisser une adresse e-mail afin d'être recontactées pour une prise de données. La proportion de PE du panel « internet » ayant également intégré le panel « locutrices » est de 14.9%, avec 9 locutrices sur 61.

Toutes ces locutrices ont été sélectionnées car elles sont :

- De sexe féminin.



- Françaises et francophones natives : la grande majorité de nos locutrices enseignent dans les académies de la région Parisienne (Paris, Versailles, Créteil) car nos enregistrements se sont déroulés dans le 15<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. Malgré l'éloignement géographique, 4 locutrices des académies de l'Ain, Bordeaux, Lyon et Orléans-Tours ont eu l'amabilité de venir participer à notre prise de données durant les vacances scolaires. L'inclusion de ces 4 locutrices a également été faite en tenant compte du fait qu'elles n'ont pas d'accent régional perceptible.
- En fonction dans une école publique ou privée classique.
- En activité : seule une de nos locutrices est « à la retraite » mais tout de même incluse dans le corpus final car elle a été enregistrée en août 2018 alors que sa dernière année de travail s'était achevée un mois auparavant en juillet.
- Professeure des écoles en cycle 1 à 3, c'est-à-dire qu'elles enseignent entre la Petite Section de maternelle et le Cours Moyen de 2<sup>ème</sup> année (CM2).

Les diagrammes en secteurs suivant résument certaines des principales informations sur nos locutrices. Tout d'abord, pour ce qui est de l'âge de nos locutrices (Figure 2), nous pouvons observer un léger déséquilibre avec une population plutôt jeune.

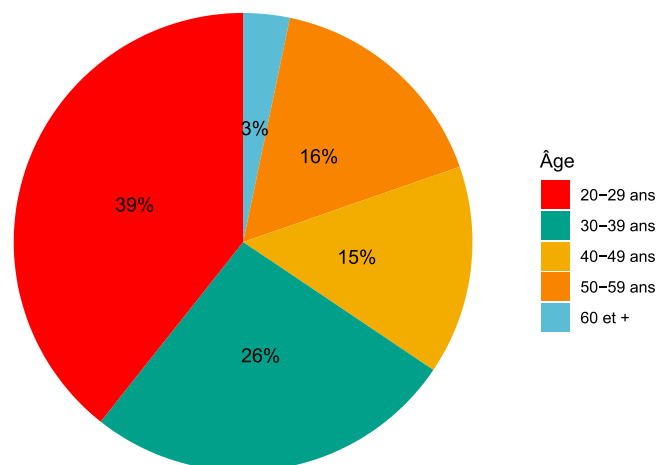


Figure 2 : Tranches d'âge des 61 PE du panel « locutrice »

Nous observons également que plus de la moitié de nos locutrices ont entre 1 et 9 ans d'expérience professionnelle dans le métier de PE, il y a plusieurs cas de reconversions tardives, faisant baisser cette moyenne (Figure 3).

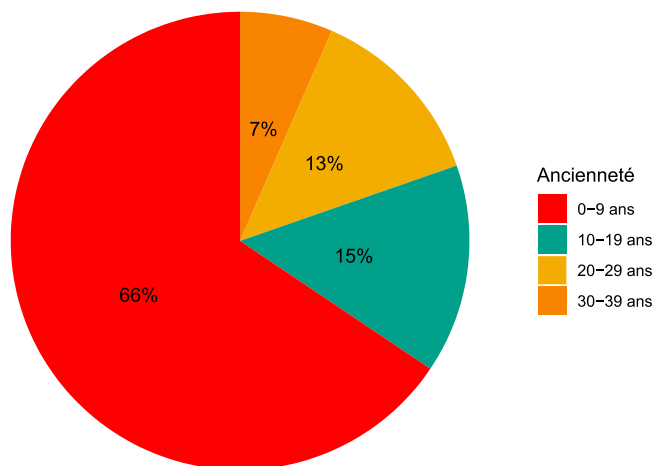


Figure 3 : Tranches d'ancienneté des 61 PE du panel « locutrice »

Nous avons aussi recueilli des informations sur leurs conditions générales d'enseignement. Ainsi, nous avons un plutôt bon équilibre entre les enseignantes des différents cycles (Figure 4).

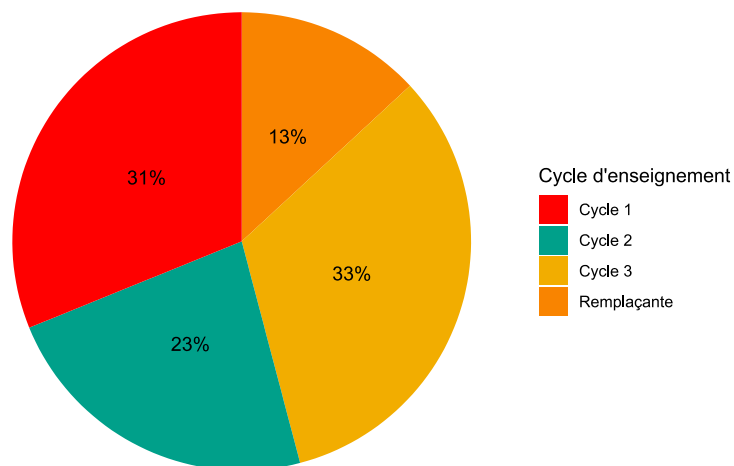


Figure 4 : Cycle d'enseignement des 61 PE du panel « locutrice »

Le cycle 1 correspondant à la petite, moyenne et grande section de maternelle, le cycle 2 au CP, CE1 et CE2 et le cycle 3 au CM1 et CM2. Certaines de nos locutrices sont

remplaçantes, elles sont donc appelées au jour le jour dans différents établissements de leur académie, elles enseignent généralement dans les 3 cycles sur une même année. Nous observons également que la grande majorité de notre panel enseigne dans des classes à gros effectifs avec au minimum 20 élèves (Figure 5). Cela contribue très probablement à une utilisation accrue de leur voix.

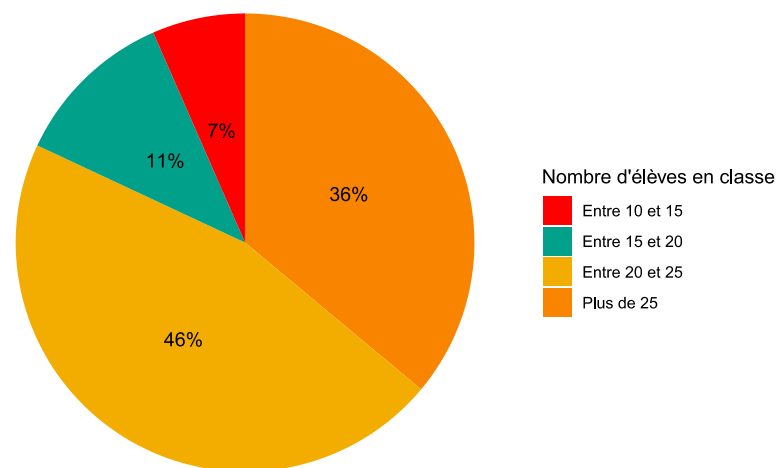


Figure 5 : Nombre d'élèves en classe des 61 PE du panel « locutrice »

Nous avons un relatif équilibre entre celles qui travaillent en Réseau d'Éducation Prioritaire (REP) et celles qui enseignent dans un secteur non-prioritaire (Figure 6).

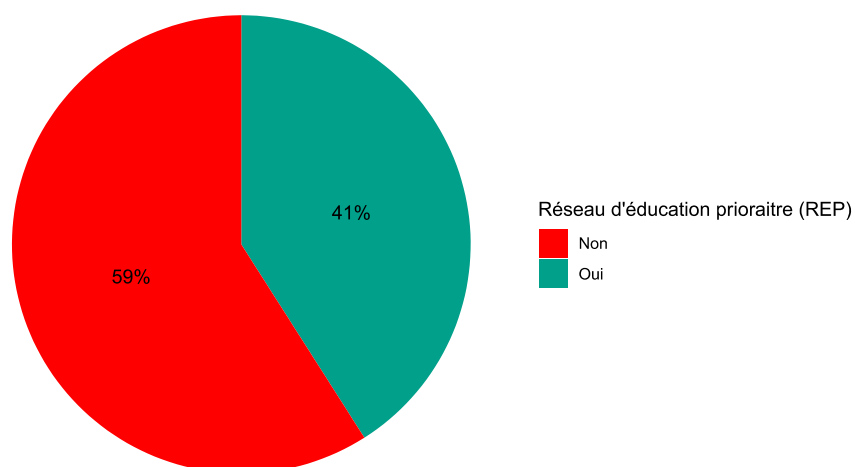


Figure 6 : Enseignement en Réseau d'Éducation Prioritaire des 61 PE du panel « locutrice »

Les REP (ou REP+) sont des écoles dans lesquelles sont mis en place des moyens supplémentaires afin de minimiser les écarts de réussite entre les élèves scolarisés dans ces zones défavorisées et ceux qui ne le sont pas. Dans notre panel, il n'y a pas de forte corrélation entre les petits effectifs de classe et les classes REP ( $\rho=-0.382$ ).

Nous voulons également contrôler certains facteurs favorisant de la dysphonie, c'est pourquoi nous questionnons nos locutrices sur leur consommation moyenne de cigarette par jour et d'alcool par semaine (Figure 7 et Figure 8).

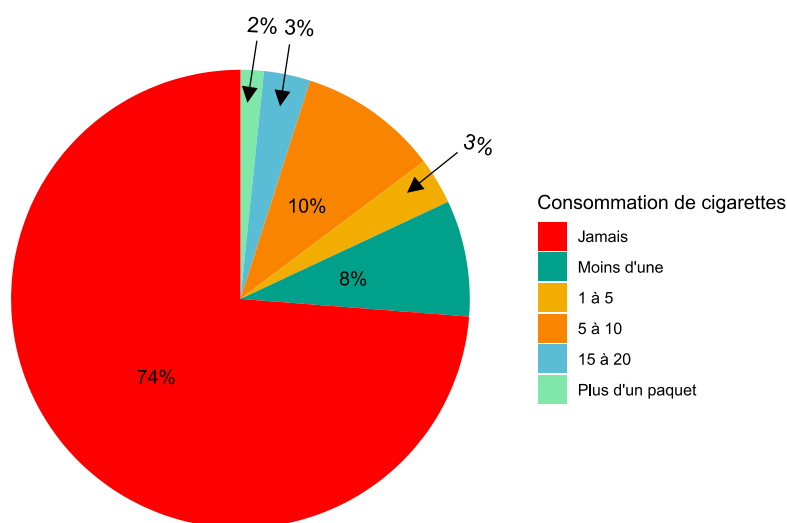


Figure 7 : Consommation de cigarette(s) des 61 PE du panel « locutrice » par jour

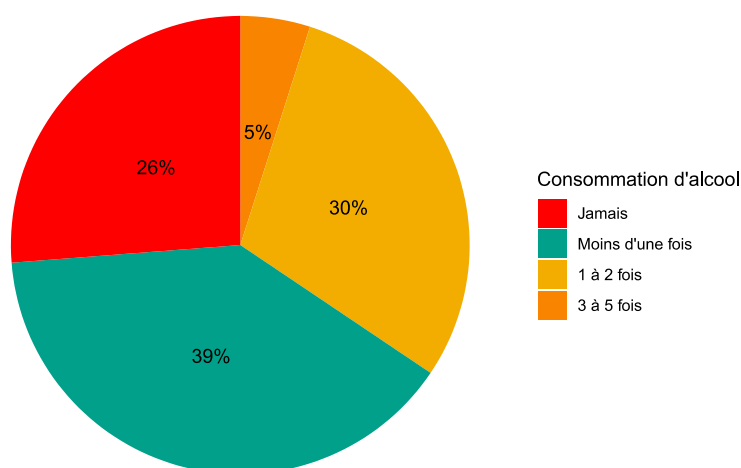


Figure 8 : Consommation d'alcool des 61 PE du panel « locutrice » par semaine

Cela nous permet d'observer que nos professeures des écoles sont en grande majorité non-fumeuses et consommatrices plutôt occasionnelles de boissons alcoolisées.

Enfin, nous nous intéressons au passé ORL de nos locutrices (Figure 9). Il s'avère que très peu de ces PE ont déjà consulté un ORL pour un problème vocal, et une seule avait déjà dû subir une opération des plis vocaux quelques années auparavant.

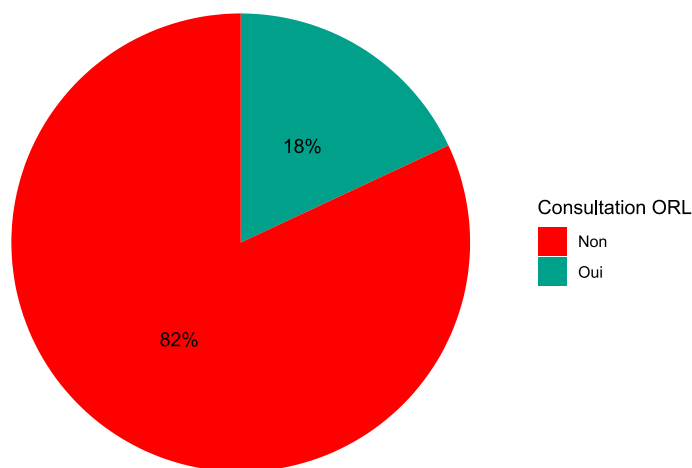


Figure 9 : Consultation ORL des 61 PE du panel « locutrice »

Des informations complémentaires ont été recueillies, telles que la fréquence de pratique qu'un sport ou d'une activité vocale en dehors de l'école telle que le chant ou le théâtre. Il se trouve qu'uniquement 6.7% de notre population ne fait jamais de sport, en revanche uniquement 8.5% pratique une activité vocale supplémentaire en dehors de l'école.

## 3.2 Corpus et données

### 3.2.1 Corpus

Notre corpus (Annexe 2, p.182) est composé de diverses tâches de lecture et d'une production de voyelles tenues, le tout dans un contexte contrôlé en laboratoire. L'ordre chronologique de présentation des différentes tâches aux locutrices est le suivant :

- La production de 3 /a/ tenus à hauteur et intensité confortable.

- Ces voyelles tenues sont utilisées pour différentes mesures acoustiques ainsi que pour une partie de l'évaluation perceptive experte réalisée sur l'échelle GRBAS.
- Deux lectures consécutives d'une liste de paires minimales intégrées dans une phrase porteuse de type « clique sur le dessin de boule », « clique sur le dessin de moule » : toutes les paires minimales ont une structure syllabique de type « CVC » et sont des noms communs que l'on peut représenter simplement par un dessin (Annexe 3, p.185).
  - Les paires minimales sont insérées dans des phrases porteuses car elles sont utilisées lors d'une expérimentation travaillée à la manière d'un jeu sur ordinateur à l'attention d'élèves de primaire. Certaines phrases sont également utilisées pour réaliser une seconde évaluation GRBAS, basée sur un extrait de parole continue.
- La lecture, en deux temps, du texte « *La Bise et le Soleil* », très courant dans les études phonétiques. Ici, une mise en condition est demandée à la locutrice : la première lecture réalisée est « neutre » c'est-à-dire « comme si vous lisiez pour vous-même » alors que la deuxième lecture est produite en imaginant être dans une classe bruyante.
  - Ces lectures font l'objet d'une comparaison acoustique afin d'observer s'il y a des différences acoustiques saillantes entre les deux conditions. Le premier paragraphe de la lecture neutre est également utilisé pour un test de perception à destination d'auditeurs naïfs.
- Enfin, la lecture de deux courtes histoires inventées à partir de vignettes de Babar (très célèbre personnage fictif de la littérature enfantine Française). Encore une fois, la première lecture est à réaliser en condition neutre de « lecture à soi-même », en revanche, la deuxième lecture est une mise en condition de lecture dites « devant une classe calme ».
  - Ces enregistrements n'ont finalement pas été utilisés lors des analyses finales. Cette partie du corpus était supposée être employée afin d'évaluer l'impact de la voix dysphonique sur la compréhension d'une histoire par des enfants de 6 ans, mais cette tranche d'âge était sous-

représentée parmi les enfants qui ont pu être recrutés, si bien que nous avons dû laisser de côté cette expérimentation.

### 3.2.2 Prise de données audio et électroglottographiques

Avant de débiter les prises de données auprès des professeures des écoles, le protocole expérimental suivant a été évalué, puis validé par le Comité d'éthique pour les recherches comportementales et en santé (CERCES) de l'Université Paris Descartes en mars 2018. Les enregistrements se sont alors déroulés de mars jusqu'en octobre 2018.

Tout d'abord les participantes sont invitées à lire une lettre d'information (Annexe 4, p.185), puis à signer un formulaire de consentement (Annexe 5, p.190) et un formulaire de « droit à la voix » (Annexe 6, p.191) nous donnant l'autorisation de diffusion de certains extraits sonores anonymisés dans le cadre de manifestations scientifiques.

Dans un second temps, les participantes sont enregistrées, pour une durée de 20 minutes, à partir de la station Computerized Speech Lab 4500 de KayPENTAX à une fréquence d'échantillonnage de 22050 Hz. Un micro-casque AKG C410 est positionné à environ 5 cm des lèvres et un EGG A-100 est également placé sur chaque locutrice.

De mars à juin 2018, les enregistrements ont pris place dans une salle isolée et calme de l'unité Voix, Parole, Déglutition du Service ORL de l'Hôpital Européen Georges Pompidou (HEGP) mais après le changement d'établissement de l'ORL qui nous permettait d'utiliser l'arrière de son cabinet, nous avons été contraints de changer de lieu pour les enregistrements. Nous avons donc déplacé notre matériel de prise de données dans la chambre sourde de l'Institut de Linguistique et Phonétique Générales et Appliquées (ILPGA), département de l'université Paris 3, Sorbonne Nouvelle, où les enregistrements de nos locutrices se déroulent alors jusqu'à leur terme de juillet à octobre 2018.

Afin de nous assurer que ce changement n'ait pas d'impact important sur nos données acoustiques, des rapport signal sur bruit (SNR) sont calculés à partir d'enregistrements tests réalisés par une locutrice n'appartenant pas à notre cohorte de PE, dans les deux lieux d'enregistrement et avec le même matériel que celui utilisé pour enregistrer les participantes.

Les valeurs de SNR sont calculées à partir de la phrase, faisant partie du corpus enregistré par nos PE : « Cliquez sur le dessin de bac ». Pour cela, les /a/ dans le mot « bac » des deux enregistrements sont segmentés sur Praat (Boersma et al., 2020) et la mesure d'intensité prélevée au milieu du segment. Enfin, la mesure d'intensité réalisée sur la partie considérée comme « silencieuse » est effectuée au début du signal du même enregistrement, lors d'un blanc d'environ 0.5 secondes, demandé à la locutrice contrôle dont les productions sont utilisées pour l'évaluation du SNR. Le SNR est ainsi calculé comme la différence en décibels entre l'intensité dans la réalisation du /a/ et de l'intensité dans la portion de signal supposée silencieuse.

Nos calculs révèlent que les SNR de ces deux lieux d'enregistrement sont proches avec un rapport de 27dB pour l'HEGP et 31dB pour l'ILPGA (Figure 10).

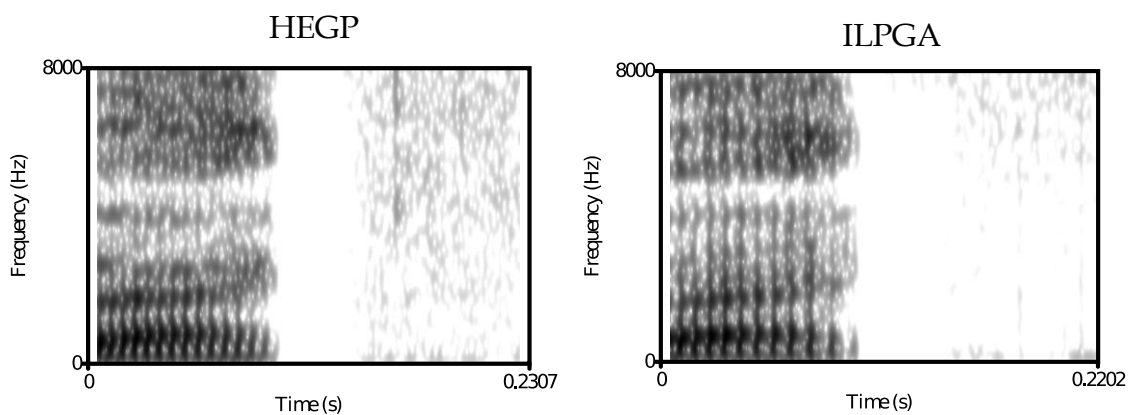


Figure 10 : Spectrogramme de la réalisation du /a/ (à gauche) et du silence (à droite) séparé par un silence de 30 ms, sur lesquels ont été calculés les SNR à l'HEGP (à gauche) et à l'ILPGA (à droite)

Cette différence de bruit de fond ne devrait donc pas être suffisante pour créer un biais dans les mesures acoustiques réalisées parmi les locutrices enregistrées dans chacun des deux laboratoires.

### 3.3 Questionnaires de qualité de vie et évaluations perceptives GRBAS

#### 3.3.1 Questionnaires de qualité de vie

Nous avons également demandé à nos locutrices de compléter des questionnaires afin d'obtenir des indices de leur qualité de vie.



Tout d'abord, nous avons élaboré un questionnaire visant à connaître plus particulièrement les problématiques vocales du métier de professeur des écoles. Pour cela nous nous sommes appuyés sur le questionnaire en ligne auquel a répondu notre panel « internet ». Rappelons que ce panel est composé de 709 PE, ce qui en fait une importante base de données permettant d'affiner notre connaissance du métier de PE et de proposer un questionnaire mettant en avant les problématiques les plus fréquentes. Cette pré-enquête nous a d'ailleurs donné la possibilité de préciser certaines des réponses déjà proposées dans notre questionnaire. Dans le cadre d'une question visant à connaître les situations dans lesquels les PE sont le plus amenées à forcer sur leurs voix, nous proposons les choix suivants :

- Quand vous lisez une histoire ;
- Quand vous donnez une consigne ;
- Quand vous voulez obtenir le silence ;
- Quand vous faites une correction ;
- Quand vous expliquez une notion ;
- Quand vous énoncez une dictée ;
- Autre(s).

La catégorie « Autre(s) » étant assortie d'une cellule permettant d'ajouter du texte libre. Pour cette question 58 participantes ont donné la réponse : « Dans la cour de récréation », soit un nombre d'occurrences plus élevé que certaines de nos propositions initiales. Nous avons donc eu la possibilité de compléter et faire évoluer notre questionnaire en ajoutant cette possibilité de réponse. Ainsi, la version finale du questionnaire, destiné au panel « locutrices » (Annexe 7, p.192), a été adapté en fonction des réponses du panel « internet ».

Après ce premier questionnaire, les locutrices sont également invitées à remplir un Voice Handicap Index (Annexe 8, p.196).

### 3.3.2 Évaluation GRBAS

Le recueil de données cliniques n'étant pas chose aisée, nous avons pris la décision d'enregistrer toutes les professeures des écoles volontaires, puis d'évaluer leurs

éventuels troubles vocaux à partir d'une cotation experte sur l'échelle GRBAS (Hirano, 1989; Hirano, 1981). L'intérêt principal de ce choix est de pouvoir enregistrer le plus de participantes possibles sans qu'elles aient nécessairement rendez-vous pour un examen clinique avec laryngoscopie au sein de l'Hôpital Européen Georges Pompidou. Bien qu'elle permette l'accès à un panel plus large, la limite de cette méthodologie est qu'il nous est impossible de savoir si certaines de ces locutrices ont des dysphonies dysfonctionnelles compliquées, c'est-à-dire avec laryngopathies dysfonctionnelles, comme des « kissing nodules ».

L'évaluation à partir de l'échelle GRBAS est réalisée en deux temps. Tout d'abord, une spécialiste en phonétique clinique et médecin phoniatre, que nous nommons ici « juge 1 », a évalué les 61 locutrices sur l'échelle GRBAS par deux fois : une première fois à partir d'un extrait stable de 5 secondes de /a/ tenu, puis une deuxième fois à partir de deux phrases lues de notre liste de paires minimales.

Nous appelons « GRBAS voix » l'évaluation perceptive réalisée à partir de l'extrait de voyelle tenue et « GRBAS parole » celle relevant de l'extrait de parole continue.

Parmi les stimuli, 10 étaient présentés en test-retest afin de contrôler la consistance de l'évaluation experte réalisée par le juge 1 (Table 4).

Consistance JUGE 1	G	R	B	A	S	Total
GRBAS « voix »	10/10	8/10	8/10	10/10	10/10	46/50
GRBAS « parole »	10/10	10/10	9/10	10/10	10/10	49/50

Table 4 : Consistance des évaluations GRBAS réalisées par le juge 1 des 10 stimuli de locutrices en test-retest à partir d'un extrait de voix et de parole

Dans les cas où il n'y a pas de consistance dans l'évaluation, l'écart est au maximum d'un point et il ne s'agit que d'incertitude entre une cotation de 0 et de 1. Afin de trancher sur les cotations des items pour lesquels il y a eu une divergence, nous avons présenté les stimuli à une deuxième experte, chercheur en phonétique clinique et orthophoniste, que nous appelons « juge 2 ».

Les résultats en test-retest du juge 2 sont très légèrement inférieurs à ceux du juge 1 (Table 5). En revanche, pour les stimuli où notre juge 1 n'a pas proposé la même cotation entre test et retest, le juge 2 est consistant et a systématiquement confirmé l'évaluation de 0 ou 1 proposée initialement par le juge 1.

Consistance JUGE 2	G	R	B	A	S	Total
GRBAS « voix »	8/10	8/10	10/10	10/10	10/10	46/50
GRBAS « parole »	8/10	9/10	10/10	10/10	9/10	46/50

Table 5 : Consistance des évaluations GRBAS réalisées par le juge 2 des 10 stimuli de locutrices en test-retest à partir d'un extrait de voix et de parole

Cela nous permet d'obtenir nos deux cotations GRBAS de références, « GRBAS voix » (Annexe 9, p.198) et « GRBAS parole » (Annexe 10, p.200).

De plus, nous pouvons observer que les évaluations perceptives réalisées sur l'extrait de voix sont légèrement moins consistantes mais aussi plus sévères que celles des courts extraits de parole (Table 6).

	Évaluation du G (Grade) « voix »	Évaluation du G (Grade) « parole »
G0	32	37
G1	24	22
G2	5	2
G3	0	0

Table 6 : Nombres de locutrices cotées avec un Grade de dysphonie de 0, 1, 2 ou 3 lors de l'évaluation sur un extrait de voix puis sur un extrait de parole

Un test-t apparié entre la cotation du G pour le GRBAS « voix » et le GRBAS « parole » a montré que l'évaluation de la voix est significativement plus sévère que celle de la parole ( $t(60)=-1.73$ ,  $p=0.04$ ). Bien qu'il soit intéressant d'observer cette différence, nous avons finalement pris la décision de concentrer nos analyses sur le GRBAS « parole ». En effet, les stratégies mises en place par un locuteur lors de la réalisation d'un /a/ tenu peuvent engendrer des modifications du timbre. Cette décision se justifie également par le fait que nous mettons en relation cette cotation avec les résultats de

tests de perception ou encore d'analyses acoustiques réalisées sur des voyelles ou des phrases directement extraites des productions de parole continue et lue. En conséquence et pour des questions de représentativité vocale, nous avons laissé les voyelles tenues de côté lors des analyses, à l'exception du calcul du temps maximal de phonation de chaque locutrice.

## 3.4 Mesures acoustiques

### 3.4.1 Segmentation des fichiers sons pour les analyses acoustiques

Des segmentations fines ont été réalisées avec Praat (Boersma et al., 2020) sur les lectures des phrases porteuses contenant les paires minimales ainsi que le premier paragraphe de « La bise et le soleil ».

Tout d'abord, un alignement automatique a été réalisé avec la version française d'EasyAlign (Goldman, 2011). Cet outil implémenté dans Praat permet d'obtenir un premier découpage en phones et syllabes à partir d'un simple fichier texte contenant la version orthographique du corpus lu par toutes les locutrices. Après exécution du script, le fichier d'annotation final au format TextGrid comprend des tires orthographique, phonologique, en mot, en syllabe et enfin en phones.

Une correction manuelle a été apportée pour tous les fichiers avec comme problème le plus fréquent l'insertion en fin de mot d'un schwa épenthétique (Figure 11).

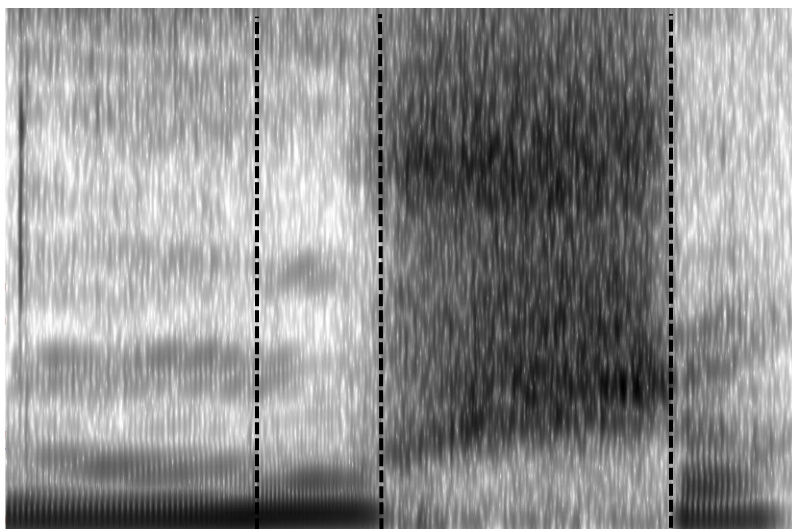


Figure 11 : Spectrogramme sur lequel a été ajouté un schwa dans le mot « mouche » (/muʃ/) prononcé [muʃə] par la locutrice lors de la production de la phrase « Clique sur le dessin de mouche »

Ce schwa épenthétique non pris en compte par l'étape de phonétisation automatique du texte orthographique est plus particulièrement visible lors de la lecture des paires minimales insérées dans des phrases porteuses « Clique sur le dessin de ... ». Cette voyelle est souvent ajoutée par les locutrices au mot-cible, se trouvant à la fin de la production. Les erreurs de ce type sont corrigées en insérant le schwa manquant, ce qui entraîne une modification des tires syllabique et phonémique.

Nous avons aussi été particulièrement vigilant quant aux découpages des /a/ de nos extraits car beaucoup d'analyses sont réalisées à partir de ces phones (Figure 12).

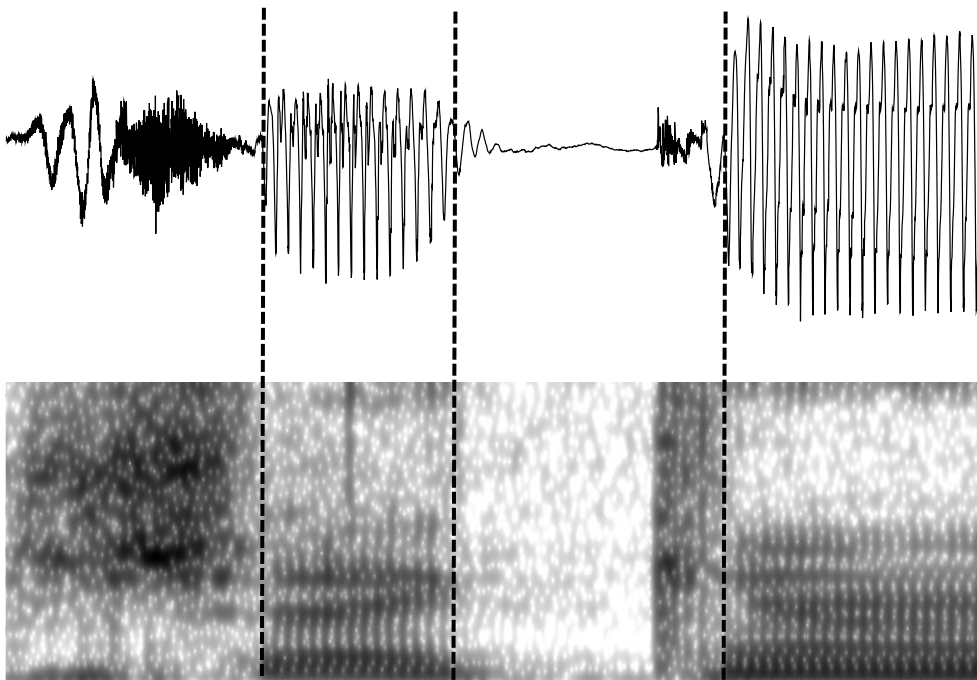


Figure 12 : Segmentation du /a/ de « chacun » dans la phrase « chacun assurant qu'il était le plus fort » extrait du 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »

Dans ce cas, la norme choisie est une segmentation à partir de la première période jusqu'à la dernière, en n'excluant pas celles qui ne seraient pas parfaitement périodiques, de manière à conserver l'attaque vocalique ainsi que la fin de la production qui peuvent être capitales dans l'analyse de la dysphonie. Dans la plupart des cas ces critères coïncident également avec la partie de la voyelle pour laquelle les formants supérieurs sont visibles.

### 3.4.2 Mesures acoustiques

Les analyses acoustiques sont réalisées sur différentes parties de notre corpus (Table 7), en fonction des hypothèses de chaque partie expérimentale.

Analyse acoustique	Matériel
f0 moyenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> <li>• Paires minimales /pak/ et /bak/</li> <li>• /a/ du 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> <li>• /a/ des paires minimales /pak/ et /bak/</li> </ul>
Pitch-corrected LTAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textes « La bise et le soleil » dans les conditions neutres et devant classe bruyante</li> <li>• 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> </ul>
HNR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> <li>• /a/ du 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> <li>• /a/ des paires minimales /pak/ et /bak/</li> </ul>
ZCR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> </ul>
Débit phonatoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> </ul>
H1-H2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• /a/ du 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> <li>• /a/ des paires minimales /pak/ et /bak/</li> </ul>
CPP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• /a/ du 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> <li>• /a/ des paires minimales /pak/ et /bak/</li> </ul>
AVQI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portion stable d'un /a/ tenu</li> <li>• 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> </ul>
Plage de variation en demi-ton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>er</sup> paragraphe de « La bise et le soleil »</li> </ul>
Temps maximal de phonation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• /a/ tenus</li> </ul>

Table 7 : Résumé des mesures acoustiques extraites à partir de différents types de données

Les mesures présentées ci-dessus sont calculées avec le logiciel Praat (Boersma et al., 2020) mais également le logiciel Voice Sauce (Shue, 2010; Shue et al., 2011), avec différents paramétrages (Table 8).

Analyse acoustique	Outil utilisé	Paramétrage(s) choisi(s)
f0 moyenne	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyenne sur toute la longueur du signal analysé</li> <li>• Paramètres par défaut</li> <li>• Méthode de calcul : (Boersma, 1993)</li> </ul>
Pitch-corrected LTAS	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les portions du signal détectées comme voisées</li> <li>• Plage de fréquence allant de 0 à 10000Hz</li> <li>• Largeur de bande de 50Hz</li> <li>• Méthode de calcul : (Boersma et al., 2006)</li> </ul>
HNR	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyenne sur toute la longueur du signal analysé</li> <li>• Paramètres par défaut : (Boersma, 1993)</li> </ul>
HNR	Voice Sauce	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « HNR25 » : calculé entre 0 et 2500 Hz</li> <li>• Paramètres par défaut : (Shue et al., 2011)</li> </ul>
ZCR	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyenne sur toute la longueur du signal analysé</li> <li>• Paramètres par défaut : (Boersma, 1993)</li> </ul>
Débit phonatoire	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmentation syllabique excluant tous les silences de plus de 0.02 secondes</li> </ul>
H1-H2	Voice Sauce	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramètres par défaut : (Shue et al., 2011)</li> </ul>
CPP	Voice Sauce	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramètres par défaut : (Shue et al., 2011)</li> </ul>
CPPS	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramètres par défaut du script : (Maryn et al., 2010)</li> </ul>
AVQI	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramètres par défaut du script : (Maryn et al., 2010)</li> </ul>
Plage de variation en demi-ton	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valeur maximum soustraite à la valeur minimum observée sur la portion de signal prise en compte</li> </ul>
Temps maximal de phonation	Praat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmentation de la production à partir de l'attaque de la voyelle jusqu'à l'arrêt complet de la production vocalique</li> </ul>

Table 8 : Résumé des outils et paramétrages utilisés pour chacune des mesures acoustiques

### 3.4.3 Mesures électroglottographiques (EGG)

Les mesures EGG réalisées sur chaque locutrice doivent être utilisées dans deux buts :

- Afin d'estimer la qualité de voix de nos locutrices à partir de leur quotient ouvert.
- Pour obtenir une estimation fiable de la  $f_0$  de chaque participante. En effet, le signal EGG est un bon indicateur du contact entre les plis vocaux, ce qui fait que la  $f_0$  peut être mesurée facilement et de manière fiable à partir de ce dernier (Audibert et al., 2004; Baken et al., 2000).

À la suite de problèmes techniques, probablement liés à la dysfonction du collier de l'EGG, certains signaux sont de qualité satisfaisante mais d'autres sont inexploitable (Figure 13). L'examen visuel du signal suggère qu'il s'agirait probablement d'un faux contact, car nous pouvons observer de brusques changements de grande amplitude dans le signal. Le signal présente ce type de détérioration de façon ponctuelle pour la majorité de nos locutrices, ce qui ne nous permet pas d'analyser de longues durées et nous oblige alors à abandonner nos estimations de la qualité de voix à partir du quotient ouvert des locutrices.

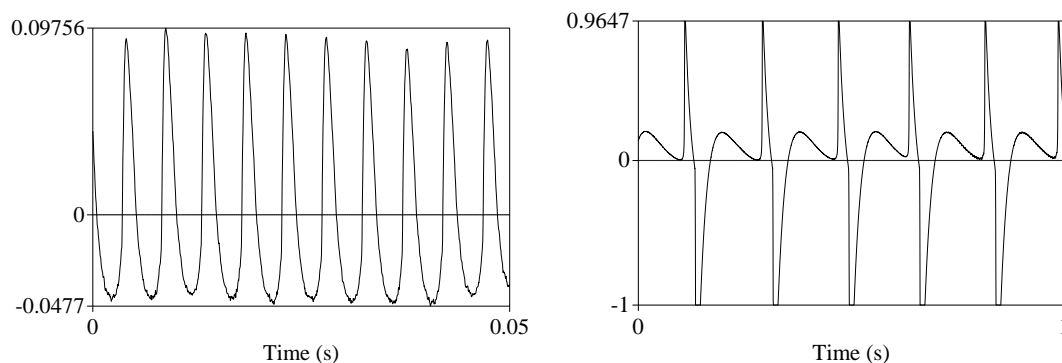


Figure 13 : Signal EGG exploitable à gauche et signal EGG endommagé, probablement à la suite d'un faux-contact, à droite

Pour le reste, afin de confronter sur des extraits sélectionnés les mesures de  $f_0$  issues de l'EGG et celles obtenues à partir de l'analyse du signal acoustique, nous avons cherché à identifier visuellement une portion de 0.5 secondes dans laquelle le signal EGG était exploitable dans au moins 1 /a/ tenu pour chaque locutrice. Pour cinq locutrices sur 61, le temps d'extraction était de 0.08 à 0.3 secondes car les coupures



dans le signal étaient plus rapprochées. Une locutrice uniquement a dû être totalement exclue de l'analyse car aucune portion du signal EGG n'était récupérable.

Après nous être assuré de la qualité de ces courts extraits, nous pouvons réaliser une mesure de  $f_0$ . Nous cherchons à vérifier la fiabilité de nos mesures de  $f_0$  réalisées à partir du signal acoustique car de nombreuses analyses acoustiques réalisées par la suite sont dépendantes de cette mesure.

Dans le cadre de ces mesures de  $f_0$  extraites à partir des signaux EGG, nous utilisons également le logiciel Praat avec les mêmes paramètres que ceux préalablement sélectionnés pour l'acoustique (Boersma et al., 2020).

Nous obtenons une très forte corrélation ( $r=0.978$ ,  $p<0.0001$ ) entre les mesures réalisées à partir du signal de parole et celles obtenues grâce au signal EGG (Figure 14). Ce résultat laisse entendre que nos mesures acoustiques basées sur la  $f_0$  seront fiables.

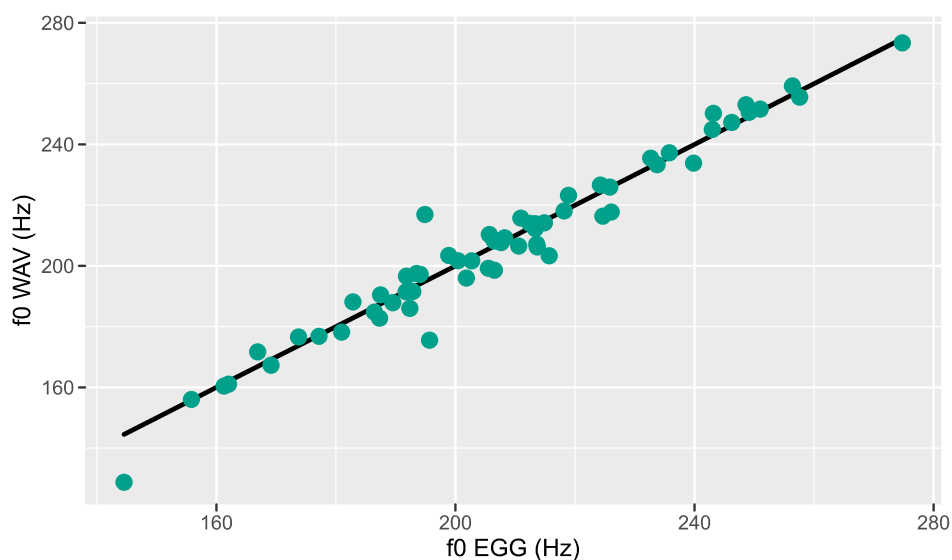


Figure 14 : Corrélation entre les mesures de  $f_0$  obtenues sur le signal acoustique et sur le signal EGG

Pour ce qui est des locutrices s'éloignant légèrement de la droite représentant la corrélation parfaite entre nos deux mesures de  $f_0$ , nous pouvons indiquer que seulement quatre d'entre elles présentent une différence entre la  $f_0$  estimée à partir du signal acoustique et celle de référence obtenue à partir du signal EGG de plus de 10 Hz, plus précisément de 22Hz à 12.4 Hz. Il s'agit de deux locutrices cotées comme non-dysphoniques (G0) et deux locutrices cotées comme légèrement dysphoniques (G1) sur l'échelle GRBAS. De plus, un seul de ces quatre signaux EGG fait partie de ceux

partiellement endommagés et dont l'extraction d'une portion stable est inférieure à 0.5 secondes.

La locutrice FE23 est celle pour laquelle la différence entre la mesure de  $f_0$  sur le signal acoustique et EGG est la plus élevée, à savoir 22 Hz (Figure 15). Nous pouvons observer que cette différence est constante et n'est pas liée à une erreur locale de détection de la  $f_0$  par l'algorithme d'estimation intégré dans Praat ni à une augmentation brutale de la  $f_0$  par la locutrice. La même configuration est observée pour les 3 autres locutrices ayant un écart de plus de 10 Hz entre les deux mesures.

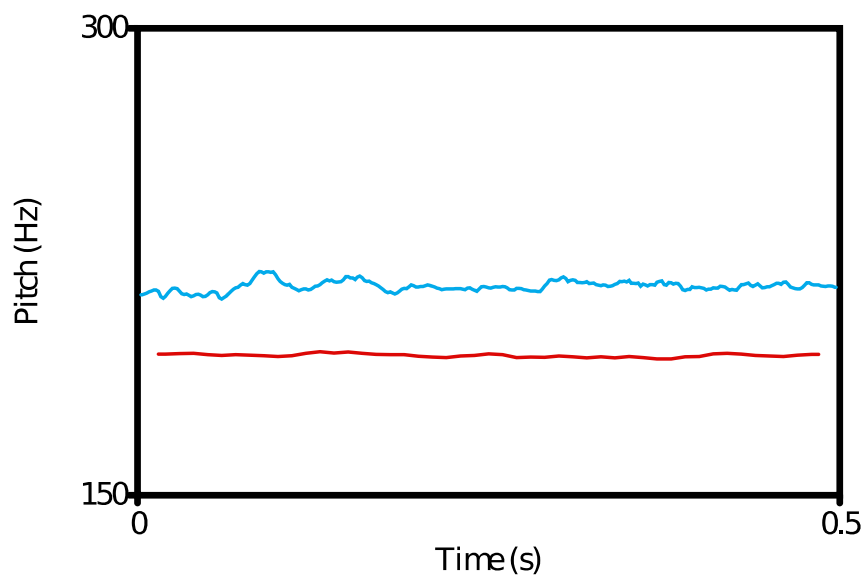


Figure 15 : Tracé de la  $f_0$  de la locutrice FE23 avec l'écart maximal entre la mesure de  $f_0$  sur le signal acoustique (ligne bleue) et le signal EGG (ligne rouge)

D'après nos calculs, l'écart entre les mesures de fréquence fondamentale réalisées sur le signal EGG et sur le signal acoustique est en moyenne de 0.30% et est compris entre 0.02% au minimum pour la locutrice FE18 et 11.31% au maximum dans le cas de notre locutrice FE23 (Table 9).

Locutrices	$f_0$ moyenne du signal EGG (Hz)	$f_0$ moyenne du signal acoustique (Hz)	% d'écart
FE18	207.63	207.68	0.02%
FE23	194.88	216.92	11.31%
Moyenne pour toutes les locutrices	208.07	207.44	0.30%

Table 9 : Écart moyen, maximum et minimum entre les mesures de  $f_0$  réalisées sur le signal EGG et le signal acoustique

## 4. Expérimentation 1 : Impact de la voix sur soi-même

### RÉSUMÉ DE LA PARTIE

---

Cette partie vise à mettre en lumière l'impact que peuvent avoir les troubles vocaux sur le ressenti des professeures des écoles (PE) ainsi que l'incidence de leur métier sur leur qualité de voix.

Deux groupes de PE ont été constitués : le panel « internet » composé de 709 participantes ayant répondu à une enquête en ligne sur l'utilisation de la voix dans le cadre du métier de professeures des écoles et le panel « locutrices » composé de 61 femmes PE enregistrées dans des conditions contrôlées et ayant également complété divers questionnaires de qualité de vie.

Les PE auto-déclarent ressentir de nombreuses gênes vocales. Dans nos deux panels, nos résultats révèlent que ces troubles vocaux, bien que généralisés, sont plus fréquents lorsque les PE travaillant auprès d'enfants de 3 à 6 ans que pour celles qui enseignent à des enfants de 7 à 10 ans.

La surutilisation vocale des PE est quantifiable grâce à diverses mesures de qualité de voix significativement plus altérés chez les locutrices catégorisées comme dysphoniques lors de l'évaluation experte sur l'échelle GRBAS. En revanche, des stratégies de compensation vocale sont mises en place par les PE lorsqu'elles sont amenées à utiliser leur voix dans un environnement bruyant. En effet, nous observons des pentes spectrales plus fortes et des temps de lecture plus longs en contexte de lecture « face à une classe bruyante » en comparaison avec une lecture « neutre » pour toutes les locutrices, avec un renforcement des basses fréquences plus important dans le groupe témoin que chez les PE dysphoniques.

---

Les professeures des écoles sont conscientes de l'utilisation excessive qu'elles ont de leurs voix. Parmi de nombreuses enquêtes réalisées à travers le monde, le nombre de PE auto-déclarant divers troubles vocaux est élevé et peut susciter des inquiétudes (de Medeiros et al., 2008; Roy et al., 2004; Russell et al., 1998). En France, selon une étude de la MGEN datant de 2014, dans une population de 1012 professeurs des écoles, comportant 81% de femmes, 59% affirment avoir déjà eu des problèmes vocaux dans l'exercice de leur carrière (Caetano et al., 2017).

Cette première partie expérimentale a pour but de mieux appréhender l'auto-évaluation vocale des femmes professeures des écoles et d'évaluer son impact sur leur qualité de vie mais également de quantifier l'altération potentielle de leur qualité de voix. Nous cherchons à savoir si certaines conditions liées au métier d'enseignantes sont plus particulièrement mises en cause dans leurs plaintes vocales : le nombre d'élèves par classe, l'âge de ces derniers et enfin l'ancienneté de la locutrice dans ses fonctions d'enseignante.

Les questions de recherche auxquelles nous tentons de répondre sont les suivantes :

- Peut-on, parmi les professeures des écoles auto-déclarant des dysfonctionnements vocaux, dégager des tendances liées à leur fonction ?
- Peut-on observer une consistance entre l'auto-évaluation des professeures des écoles et l'évaluation experte réalisée sur l'échelle GRBAS ?
- Quelles mesures acoustiques rendent le mieux compte de l'évaluation perceptive experte de la dysphonie réalisée sur l'échelle GRBAS ?

## 4.1 Méthodologie

### 4.1.1 Étude pilote : auto-évaluation vocale dans les panels « internet » et « locutrices »

Tout d'abord, cette étude pilote a pour but d'observer les troubles ressentis par les professeures des écoles en comparant notre panel de 61 locutrices, dit panel « locutrices » pour lesquelles nous disposons de données de production et nos 709

professeures des écoles invitées à répondre à une enquête en ligne, nommé panel « internet ». Cette étude comparative préliminaire a deux buts :

- Mieux connaître les plaintes vocales et l'avis des professeures des écoles sur l'utilisation de leur voix dans le cadre de leur quotidien d'enseignante.
- S'assurer que notre panel « locutrices » composé de 61 PE soit représentatif de l'avis général d'une plus grande population d'enseignantes françaises, en ce qui concerne leur ressenti sur l'utilisation de leur voix. En effet, nous souhaitons situer le panel « locutrices » par rapport à la plus large population « internet ». Cette comparaison permet également de nous assurer que notre panel « locutrices », sur lequel portent les études expérimentales présentées par la suite, peut bien être considéré comme représentatif des PE françaises.

Comme indiqué dans la méthodologie générale, nos deux panels « internet » et « locutrices » ont donc répondu à la même enquête visant à mieux comprendre comment les professeures des écoles utilisent leurs voix dans le cadre de leur métier.

Nous nous sommes plus précisément intéressés à une question de ressenti vocal extrait du questionnaire complet (Annexe 7, p.192) qui traite des sensations déjà perçues par les participantes dans le cadre de leur carrière parmi les propositions suivantes :

- Des maux de gorge ;
- Des extinctions de voix ;
- La voix rauque ou enrouée ;
- Forcer sur ma voix pour me faire entendre ;
- Être à court de souffle quand je parle.

Ces propositions de réponses proviennent des plaintes vocales que nous pensons être les plus fréquentes chez les PE. Elles ont été validées par notre panel « internet » puisqu'aucune réponse libre n'est apparue assez souvent pour faire l'objet d'une nouvelle catégorie de réponse.

Dans les deux panels, nous utilisons des tests du « khi-deux » ( $\chi^2$ ) appliqués à la comparaison de proportions indépendantes afin d'évaluer si la proportion de réponses

positives est significativement différente entre les sous-groupes de professeures des écoles suivants :

- Les années d'ancienneté en tant que professeures des écoles : les enseignantes ayant plus ou moins de 10 ans de métier.
- Le nombre d'élève par classe : les PE travaillant dans des classes de plus ou moins de 25 élèves.
- L'âge des élèves : les PE enseignant à des enfants de 3 à 6 ans ou de 7 à 10 ans.

Premièrement, il semble que l'ancienneté, ou au contraire, le fait de débiter dans le métier ne soit pas un facteur aggravant les ressentis de troubles vocaux (Table 10).

Lesquelles de ces sensations avez-vous déjà perçues ?	Locutrices (n=61)		Internet (n=709)	
	- de 10 ans de métier (n=42)	+ de 10 ans de métier (n=19)	- de 10 ans de métier (n=402)	+ de 10 ans de métier (n=307)
Des maux de gorge	78.6% (n=33)	78.9% (n=15)	71.4% (n=287)	66.1% (n=203)
	$\chi^2(1)=0.001$ ; p=0.97		$\chi^2(1)=2.264$ ; p=0.13	
Des extinctions de voix	61.9% (n=26)	73.7% (n=14)	55.7% (n=224)	63.2% (n=194)
	$\chi^2(1)=0.804$ ; p=0.37		$\chi^2(1)=4.015$ ; p=0.06	
La voix rauque ou enrouée	78.6% (n=33)	57.9% (n=11)	60.0% (n=241)	60.6% (n=186)
	$\chi^2(1)=2.782$ ; p=0.09		$\chi^2(1)=0.029$ ; p=0.86	
Forcer sur ma voix pour me faire entendre	69.0% (n=29)	57.9% (n=11)	67.9% (n=273)	57.0% (n=175)
	$\chi^2(1)=0.721$ ; p=0.40		$\chi^2(1)=8.902$ ; <b>p=0.002</b>	
À court de souffle quand je parle	33.3% (n=14)	10.5% (n=2)	15.2% (n=61)	13.4% (n=41)
	$\chi^2(1)=3.517$ ; p=0.06		$\chi^2(1)=0.468$ ; p=0.49	

Table 10 : Comparaison de l'auto-perception vocale des panels « locutrices » et « internet » en fonction de leur ancienneté dans le métier

En effet, nous n'observons pas de différences systématiques dans un sens ou dans l'autre puisque se sont parfois les PE débutantes qui se perçoivent comme plus impactées par un trouble et parfois il s'agit de celles avec le plus d'expérience (Figure 16). En revanche, ces premiers résultats nous permettent d'observer qu'il est évident que nous sommes face à une population qui, de manière générale, est affectée par d'importantes plaintes vocales.



Figure 16 : Comparaison, en fonction du nombre d'années de métier, des proportions de PE dans le panel « internet » et le panel « locutrices » auto-déclarant différents troubles vocaux

Deuxièmement, pour ce qui est du nombre d'élèves par classe, nous n'observons pas de différences significatives mais tout de même une tendance générale (Table 11).

Lesquelles de ces sensations avez-vous déjà perçues ?	Locutrices (n=61)		Internet (n=709)	
	Moins de 25 élèves (n=39)	Plus de 25 élèves (n=22)	Moins de 25 élèves (n=366)	Plus de 25 élèves (n=343)
Des maux de gorge	74.4% (n=29)	86.4% (n=19)	68.0% (n=249)	70.3% (n=241)
	$\chi^2(1)=1.209$ ; p=0.27		$\chi^2(1)=0.412$ ; p=0.52	
Des extinctions de voix	61.5% (n=24)	72.7% (n=16)	57.7% (n=211)	60.3% (n=207)
	$\chi^2(1)=0.780$ ; p=0.38		$\chi^2(1)=0.533$ ; p=0.47	
La voix rauque ou enrouée	69.2% (n=27)	77.3% (n=17)	59.8% (n=219)	60.6% (n=208)
	$\chi^2(1)=0.453$ ; p=0.50		$\chi^2(1)=0.048$ ; p=0.83	
Forcer sur ma voix pour me faire entendre	64.1% (n=25)	68.2% (n=15)	62.3% (n=228)	64.1% (n=220)
	$\chi^2(1)=0.104$ ; p=0.75		$\chi^2(1)=0.259$ ; p=0.61	
À court de souffle quand je parle	18.0% (n=7)	40.9% (n=9)	14.5% (n=53)	14.3% (n=49)
	$\chi^2(1)=3.832$ ; <b>p=0.05</b>		$\chi^2(1)=0.005$ ; p=0.941	

Table 11 : Comparaison de l'auto-perception vocale des panels « locutrices » et « internet » en fonction du nombre d'élèves en classe

En effet, dans la plupart des cas, les professeures des écoles travaillant dans des classes de plus de 25 élèves sont plus nombreuses à avoir déjà expérimenté les différentes sensations de gênes vocales évoquées. Nous pouvons également constater que les déclarations du panel « locutrices » sont consistantes avec celles du panel « internet » à l'exception de l'item « à court dans souffle quand je parle » (Figure 17).

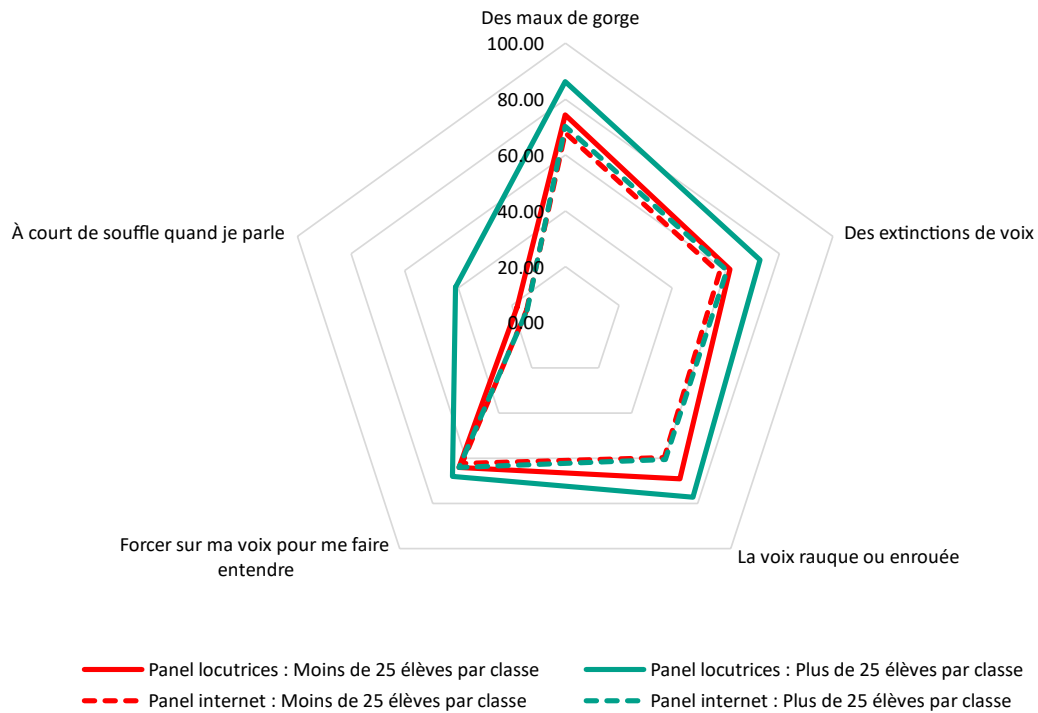


Figure 17 : Comparaison, en fonction du nombre d'élèves par classe, des proportions de PE dans le panel « internet » et le panel « locutrices » auto-déclarant différents troubles vocaux

Enfin, pour les analyses traitant de l'impact de l'âge des élèves sur les troubles vocaux auto-déclarés par nos deux panels, certaines enseignantes ont été exclues des panels au regard de leur situation d'enseignement. Les participantes qui se sont déclarées « remplaçantes » pour l'année en cours sont en contact avec des classes d'enfants d'âges variés au cours d'une même année. Ainsi 5 PE du panel « locutrices » et 115 du panel « internet » ne remplissent pas cette condition d'inclusion.

Au vu des résultats, il semble que l'âge des élèves soit un facteur déterminant dans l'auto-évaluation des troubles vocaux de nos deux panels de professeures des écoles (Table 12). Nous pouvons encore une fois observer une tendance à la majorité des troubles vocaux déclarés : les enseignantes des élèves de 3 à 6 ans ont un ressenti vocal plus sévère que celles travaillant auprès d'enfants de 7 à 10 ans (Figure 18).



Lesquelles de ces sensations avez-vous déjà perçues ?	Locutrices (n=56)		Internet (n=594)	
	Élèves de 3 à 6 ans (n=31)	Élèves de 7 à 10 ans (n=25)	Élèves de 3 à 6 ans (n=346)	Élèves de 7 à 10 ans (n=248)
Des maux de gorge	80.6% (n=25)	80.0% (n=20)	71.7% (n=248)	66.5% (n=165)
	$\chi^2(1)=0.004$ ; p=0.95		$\chi^2(1)= 1.804$ ; p=0.18	
Des extinctions de voix	74.2% (n=23)	56.0% (n=14)	63.0% (n=218)	50.4% (n=125)
	$\chi^2(1)=2.044$ ; p=0.15		$\chi^2(1)=9.403$ ; <b>p=0.002</b>	
La voix rauque ou enrouée	80.6% (n=25)	60.0% (n=15)	64.2% (n=222)	56.0% (n=139)
	$\chi^2(1)=2.890$ ; p=0.09		$\chi^2(1)=3.989$ ; <b>p=0.046</b>	
Forcer sur ma voix pour me faire entendre	67.7% (n=21)	64.0% (n=16)	63.9% (n=221)	61.3% (n=152)
	$\chi^2(1)=0.086$ ; p=0.77		$\chi^2(1)=0.412$ ; p=0.52	
À court de souffle quand je parle	29.0% (n=9)	20.0% (n=5)	13.0% (n=45)	14.5% (n=36)
	$\chi^2(1)=0.602$ ; p=0.44		$\chi^2(1)=9.883$ ; <b>p=0.002</b>	

Table 12 : Comparaison de l'auto-perception vocale des panels « locutrices » et « internet » en fonction de l'âge de leurs élèves

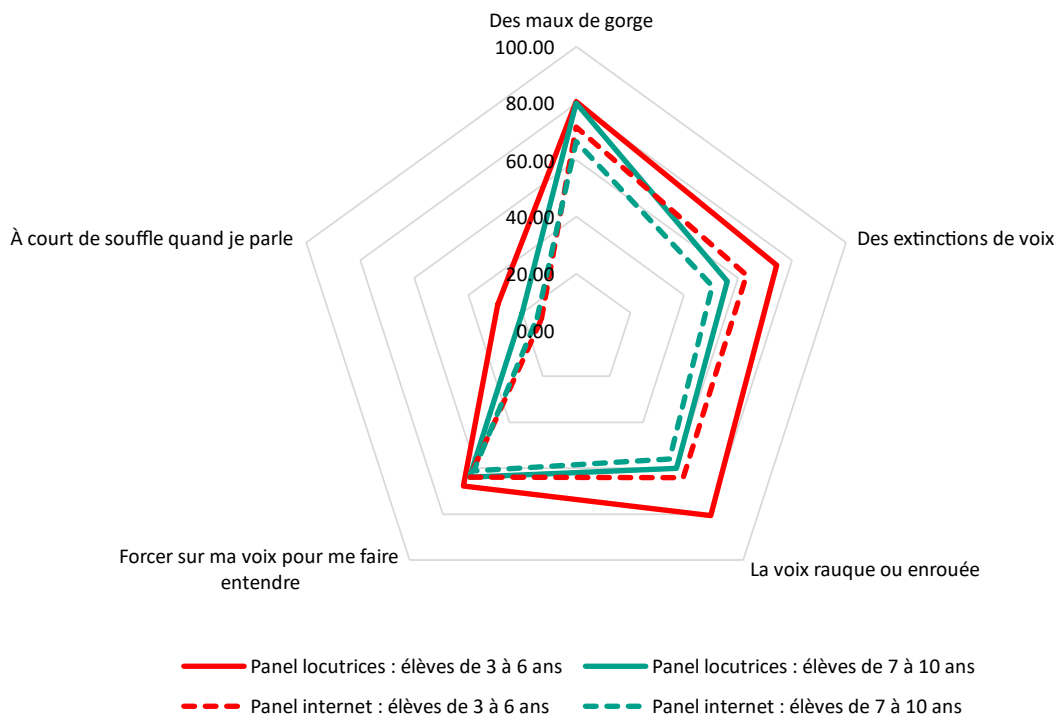


Figure 18 : Comparaison, en fonction du groupe d'âge des élèves, des proportions de PE dans le panel « internet » et le panel « locutrices » auto-déclarant différents troubles vocaux

Il est également important de préciser que les déclarations faites par notre panel de 61 locutrices sont consistantes avec notre panel internet composé de 709 PE quant à

l'impact de l'âge des élèves sur le ressenti des divers troubles vocaux évoqués, hormis pour l'item « à court de souffle quand je parle ».

À la lumière de ces résultats, la question de liens éventuels entre l'âge des élèves, le nombre d'élèves par classe et/ou l'ancienneté des locutrices pourrait se poser. Nous avons donc également vérifié à l'aide de tests  $\chi^2$  appliqués à la comparaison de proportions indépendantes qu'il y a bien une indépendance entre la répartition du nombre d'élèves par classe et des années d'ancienneté en fonction de l'âge des élèves auxquels enseignent nos PE (Table 13 et Table 14).

Panel « locutrices »	Élèves de 3 à 6 ans (n=31)	Élèves de 7 à 10 ans (n=25)	Comparaison de proportions
Plus de 25 élèves par classe	(n=11) 35.48%	(n=10) 40.00%	$\chi^2(1)=0.120$ p=0.73
Moins de 25 élèves par classe	(n=20) 64.52%	(n=15) 60.00%	$\chi^2(1)=0.120$ p=0.73
Plus de 10 ans de métier	(n=23) 74.19%	(n=14) 56.00%	$\chi^2(1)=2.044$ p=0.15
Moins de 10 ans de métier	(n=8) 25.81%	(n=11) 44.00%	$\chi^2(1)= 2.044$ p=0.15

Table 13 : Table de proportions entre le nombre d'élèves par classe et les années d'ancienneté en fonction de l'âge des élèves pour le panel « locutrices »

Panel « internet »	Élèves de 3 à 6 ans (n=346)	Élèves de 7 à 10 ans (n=248)	Comparaison de proportions
Plus de 25 élèves par classe	(n=171) 49.42%	(n=118) 47.58%	$\chi^2(1)=0.196$ p=0.66
Moins de 25 élèves par classe	(n=175) 50.58%	(n=130) 52.42%	$\chi^2(1)=0.196$ p=0.66
Plus de 10 ans de métier	(n=168) 48.55%	(n=102) 41.13%	$\chi^2(1)=3.213$ p=0.07
Moins de 10 ans de métier	(n=178) 51.45%	(n=146) 58.87%	$\chi^2(1)=3.213$ p=0.07

Table 14 : Table de proportions entre le nombre d'élèves par classe et les années d'ancienneté en fonction de l'âge des élèves pour le panel « internet »

Nous pouvons constater, pour nos deux panels, qu'il n'y a aucune différence significative entre les proportions d'élèves par classe ou d'ancienneté chez les PE des élèves de 3 à 6 ans par rapport à celles qui enseignent aux élèves de 7 à 10 ans. Cette observation nous permet d'affirmer que les plaintes vocales plus élevées chez les professeures des élèves de 3 à 6 ans ne découlent pas directement de l'un des deux autres facteurs évalués.

#### 4.1.2 Plaintes vocales, évaluation perceptive experte et qualité de voix

L'étude pilote précédente nous a permis d'observer que l'âge des élèves est un facteur favorisant les plaintes vocales chez les professeures des écoles. C'est pourquoi, nous nous intéressons dans un premier temps à notre sous-échantillon de 56 professeures des écoles dont 31 travaillent avec des enfants de 3 à 6 ans et 25 avec des élèves de 7 à 10 ans. Rappelons que 5 locutrices sont exclues de ces analyses car elles sont en fonction en tant que remplaçantes et côtoient donc au cours d'une même année des enfants d'âges variés. Dans cette première partie des résultats, nous cherchons à établir s'il y a une correspondance entre la sévérité de l'auto-évaluation de nos PE selon le groupe d'âge des élèves et leur catégorisation comme dysphonique (G1 ou G2) ou témoin (G0) lors que l'évaluation experte sur l'échelle GRBAS.

Nous nous intéressons dans un second temps aux scores de notre panel « locutrices » complet au questionnaire de qualité de vie Voice Handicap Index (VHI) afin d'observer si la gêne vocale déclarée par notre population se dirige plutôt vers un ou plusieurs des domaines suivants : physique, fonctionnel et émotionnel.

Dans un dernier temps, nous souhaitons quantifier, à travers notre panel « locutrices » complet, l'impact de la dysphonie sur la qualité vocale en observant quelles mesures acoustiques sont celles qui rendent le mieux compte de l'évaluation experte réalisée sur l'échelle GRBAS.

## 4.2 Résultats

### 4.2.1 Âge des élèves et utilisation vocale chez les professeures des écoles

Nous savons déjà, grâce à notre étude pilote, que les professeures des écoles qui enseignent aux élèves les plus jeunes (3 à 6 ans vs. 7 à 10 ans) ont des plaintes vocales plus nombreuses en ce qui concerne :

- Les maux de gorge ;
- Les extinctions de voix ;
- La voix rauque ou enrouée ;
- Forcer sur leur voix pour se faire entendre ;

- Être à court de souffle.

Bien que ces différences ne soient pas significatives pour notre panel « locutrices », elles le sont pour notre panel « internet » de 594 PE, hormis pour les items « forcer sur sa voix » et « maux de gorge » qui touchent massivement toutes les PE. Malgré cela, les différences sont quasi-systématiquement uni-dirigées : les professeures des écoles enseignant aux enfants de 3 à 6 ans perçoivent leur voix de manière plus négative sauf pour ce qui est de se sentir « à court de souffle » (Annexe 11, p.202). En termes de résultats statistiques les différences entre ces deux panels semblent principalement liées à la taille des échantillons pris en compte.

Nous observons aussi que l'auto-perception des locutrices est consistante avec l'évaluation perceptive experte puisque nous trouvons en moyenne des cotations systématiquement plus élevées pour les professeures des plus jeunes enfants sur tous les critères du GRBAS (Table 15). Ces différences sont significatives pour ce qui est du grade général de dysphonie (G), de la raucité (R), et du serrage vocal (S).

	Moyenne 3 à 6 ans	Moyenne 7 à 10 ans	Test-t non-apparié
G	0.58	0.24	t(54)=2.320 ; <b>p=0.01</b>
R	0.48	0.20	t(54)=2.093 ; <b>p=0.02</b>
B	0.19	0.08	t(54)=1.201 ; p=0.12
S	0.10	0.00	t(54)=1.607 ; <b>p=0.05</b>

Table 15 : Comparaison des cotations moyennes dans le cadre du GRBAS expert selon l'âge des élèves (3 à 6 ans ou 7 à 10 ans)

L'asthénie (A) est exclue des analyses car nous n'avons aucune locutrice pour laquelle cette dimension a été perçue comme altérée lors de l'évaluation experte.

#### 4.2.2 Impact du trouble vocal sur la qualité de vie

Les cotations moyennes du questionnaire de qualité de vie Voice Handicap Index (VHI) pour notre panel « locutrices » dans son intégralité laissent apparaître que les scores généraux sont assez bas (Annexe 12, p.204). Nous obtenons un score moyen de 16.5 sur 120, or nous considérons qu'une altération légère de la qualité de vie surgit dès que le score dépasse 33 points (Jacobson et al., 1997). En revanche, les plaintes de nos locutrices sont très concentrées sur le domaine « physique » (Table 16).

Nous observons d'ailleurs des différences significativement supérieures de sévérité des doléances physiques par rapport aux plaintes fonctionnelles ( $t(120)=6.954$ ,  $p<0.0001$ ) et émotionnelles ( $t(120)=7.291$ ,  $p<0.0001$ ).

Score VHI moyen	Score VHI Physique moyen	Score VHI Fonctionnel moyen	Score VHI Émotionnel moyen
16.5 (10.9)	9.7 (6.2)	3.6 (3.0)	3.2 (3.3)

Table 16 : Score moyen du panel « locutrices » au questionnaire de qualité de vie : Voice Handicap Index

En outre, conformément à nos attentes, nous observons des différences significatives de scores moyens aux items « Physique » du VHI entre les locutrices déclarant avoir déjà ressenti les différentes gênes vocales étudiée et celles qui auto-déclarent ne jamais les avoir ressenties (Table 17). Dans chaque cas, les test-t non appariés révèlent que les locutrices auto-déclarant avoir déjà perçus des troubles vocaux sont aussi celles qui ont des VHI « physique » les plus élevés.

Sensations perçues	VHI « physique » moyen des locutrices déclarant ne jamais avoir perçu...	VHI « physique » moyen des locutrices déclarant avoir déjà perçu...	Test-t non-apparié
Des maux de gorge	6.15	10.17	$t(59)=-2.44$ $p=0.02$
La voix rauque ou enrouée	4.53	11.75	$t(59)=-4.76$ $p<0.0001$
Forcer sur ma voix pour me faire entendre	6.19	11.60	$t(59)=-3.53$ $p=0.0008$
Être à court de souffle quand je parle	8.58	13.00	$t(59)=-2.56$ $p=0.01$
Des extinctions de voix	7.05	11.15	$t(59)=-2.57$ $p=0.01$

Table 17 : Scores aux items du VHI « physique » selon le ressenti vocal des locutrices

Pour ce qui est de la consistance du ressenti des locutrices avec l'évaluation experte sur l'échelle GRBAS, nous constatons que les scores moyens des items physiques du VHI sont plus élevés chez les locutrices évaluées comme dysphoniques lors de

l'évaluation experte mais que cette différence n'est pas significative, la probabilité p étant ici d'exactly 5% ( $t(59)=-1.961$  ;  $p=0.05$ ). Pour ce qui est du score général du VHI, il est en moyenne plus sévère pour les locutrices dysphoniques avec 20 points contre 14 pour les témoins mais cette différence n'est pas significative ( $t(59)=-1.886$  ;  $p=0.06$ ), ce qui tend d'autant plus à confirmer que ce sont les plaintes vocales lié au domaine physique qui font la différence entre les locutrices.

Lorsque nous observons le VHI et l'évaluation perceptive experte sur les critères GRB et S, l'asthénie (A) étant exclue puisqu'aucune de nos locutrices n'est atteinte de cette altération vocale, les coefficients de corrélation de Spearman indiquent qu'il n'y a pas de lien direct entre qualité de vie et altération de la qualité de voix (Table 18).

Évaluation perceptive experte	VHI	VHI « Physique »	VHI « Fonctionnel »	VHI « Émotionnel »
G	$\rho=0.161$ , $p=0.215$	$\rho=0.195$ , $p=0.132$	$\rho=0.017$ , $p=0.898$	$\rho=0.163$ , $p=0.210$
R	$\rho=0.169$ , $p=0.193$	$\rho=0.191$ , $p=0.141$	$\rho=0.052$ , $p=0.689$	$\rho=0.134$ , $p=0.305$
B	$\rho=0.112$ , $p=0.391$	$\rho=0.167$ , $p=0.198$	$\rho=-0.028$ , $p=0.831$	$\rho=0.137$ , $p=0.297$
S	$\rho=-0.098$ , $p=0.453$	$\rho=-0.017$ , $p=0.897$	$\rho=-0.200$ , $p=0.123$	$\rho=-0.032$ , $p=0.804$

Table 18 : Corrélations de Spearman entre l'évaluation perceptive experte réalisée sur l'échelle GRBAS et le Voice Handicap Index

Nos résultats suggèrent que l'altération de la qualité de vie est relativement équilibrée entre les locutrices témoins et dysphoniques et que les plaintes vocales sont généralisées et concernent plus particulièrement le domaine « physique ».

#### 4.2.3 Impact du métier de PE sur la qualité de voix

Par ailleurs, nous cherchons à quantifier l'impact possible de la dysphonie sur la qualité vocale des professeures des écoles.

Différentes mesures acoustiques de qualité de voix sont appliquées afin d'observer lesquelles sont celles qui rendent le mieux compte de l'évaluation experte réalisée sur l'échelle GRBAS (Table 19 et Figure 19 à Figure 27). Les locutrices catégorisées comme

dysphoniques lors de l'évaluation experte sont, de manière générale, également celles qui ont la qualité de voix la plus altérée (Annexe 13, p.206).

	Moyenne Témoin (n=37)	Moyenne Dysphonique (n=24)	Test-t non apparié
Temps maximal de phonation (sec)	13.4 (4.7)	10.6 (3.4)	t(59)=2.608 <b>p=0.01</b>
Rapport harmonique sur bruit moyen (dB)	16.04 (1.19)	15.69 (1.56)	t(59)=0.960 p=0.341
Taux de passage par zéro	1165 (176)	1068 (202)	t(59)=1.872 p=0.07
Pic de proéminence cepstral (dB)	13.18 (1.24)	11.90 (1.36)	t(59)=3.775 <b>p=0.0003</b>
Acoustic Voice Quality Index	3.104 (0.68)	4.082 (1.04)	t(59)=-4.480 <b>p&lt;0.0001</b>
Pente spectrale en lecture « neutre » (dB)	-24.47 (2.23)	-25.70 (2.92)	t(59)=1.831 p=0.07
Pente spectrale en lecture « face à une classe bruyante » (dB)	-19.21 (2.86)	-20.96 (3.29)	t(59)=2.176 <b>p=0.03</b>
Durée totale de la lecture « neutre » (sec)	42.18 (3.51)	42.18 (4.68)	t(59)=0 p=0.50
Durée totale de la lecture « face à une classe bruyante » (sec)	45.38 (4.32)	46.63 (7.18)	t(59)=-0.84 p=0.20

Table 19 : Valeurs moyennes et écart-type entre parenthèses pour chaque mesure acoustique pour le groupe de locutrice « témoin » et le groupe de locutrice « dysphonique » d'après l'analyse GRBAS experte, et évaluation de la significativité des différences entre les deux groupes

Effectivement, la plupart des résultats vont dans le sens attendu lors de l'analyse acoustique d'une voix dysphonique, comme un temps maximal de phonation moins long, un rapport harmonique sur bruit (HNR) plus bas, un pic de proéminence cepstral lissé (CPPS) plus bas et un AVQI plus élevé. En revanche, le résultat du taux de passage par zéro (ZCR) est ici contre-intuitif car nous attendons un ZCR plus élevé pour les locutrices dysphoniques et plus bas pour le groupe témoin. Toutefois, cette différence n'étant pas significative, il peut s'agir ici uniquement du hasard de notre échantillonnage.

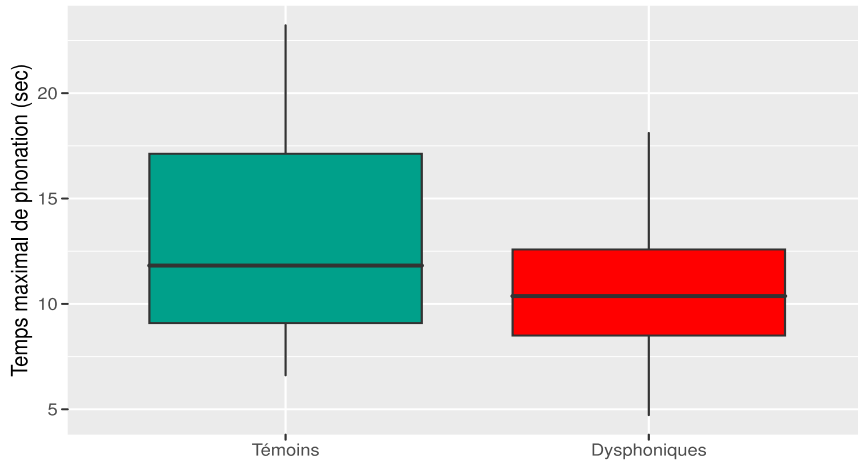


Figure 19 : Représentation du temps maximal de phonation pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

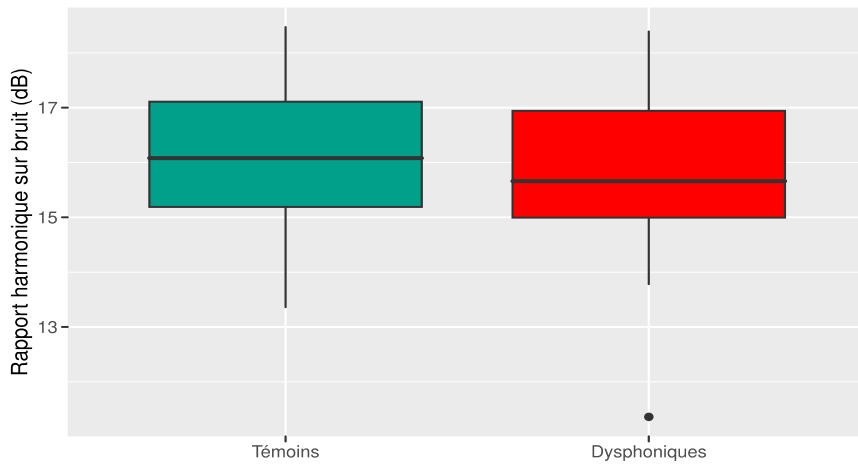


Figure 20 : Représentation du rapport harmonique sur bruit pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

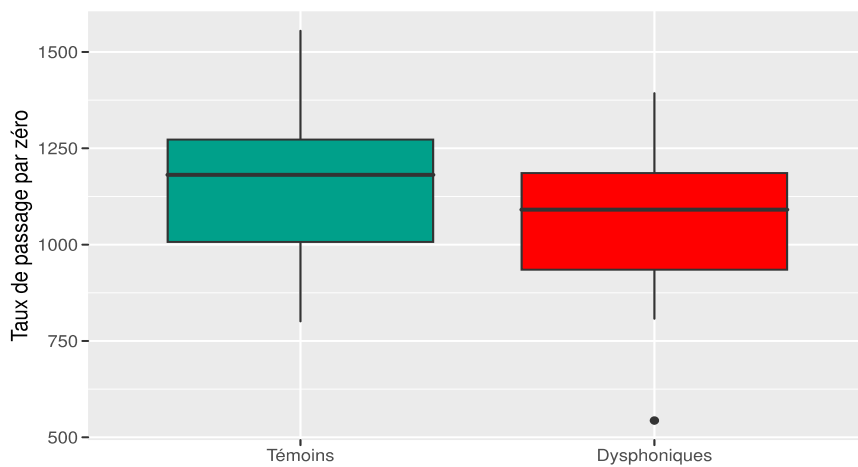


Figure 21 : Représentation du taux de passage par zéro pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins



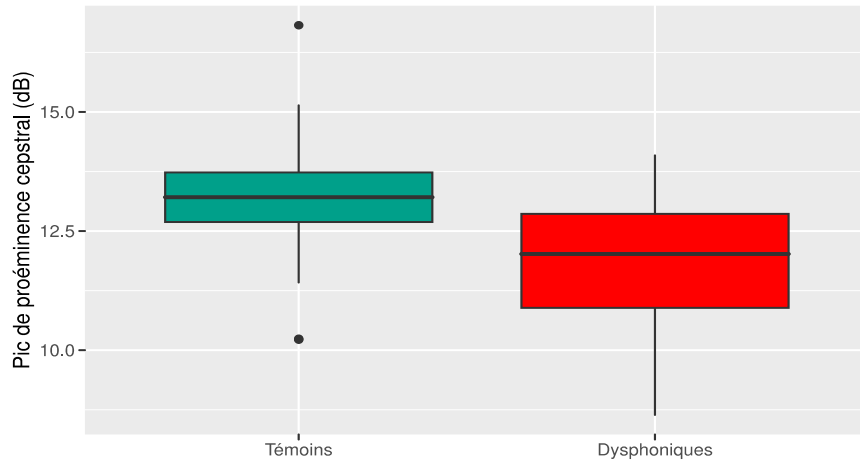


Figure 22 : Représentation du pic de proéminence cepstral pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

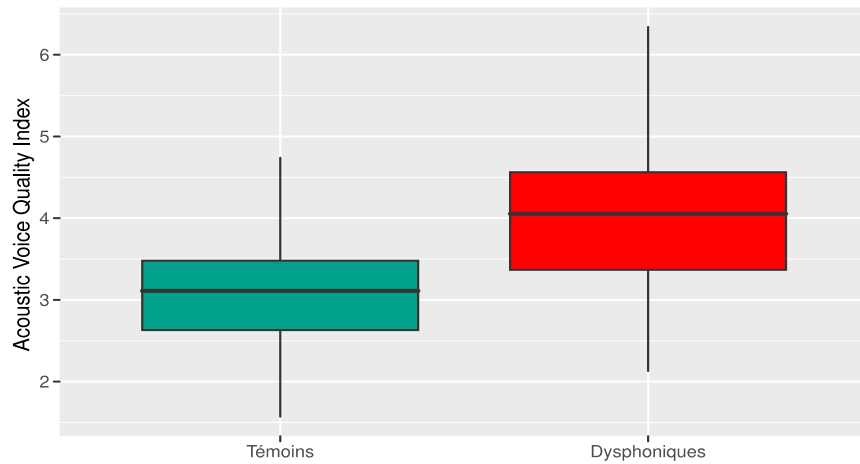


Figure 23 : Représentation du score d'AVQI pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

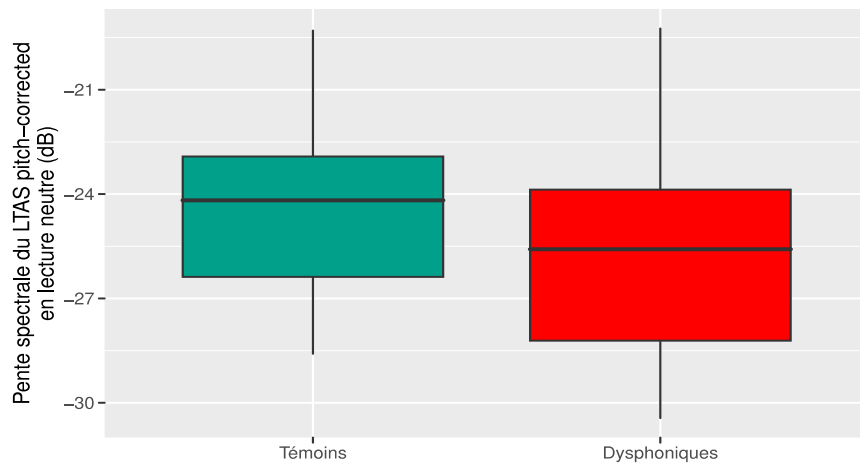


Figure 24 : Représentation de la pente spectrale de la lecture « neutre » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

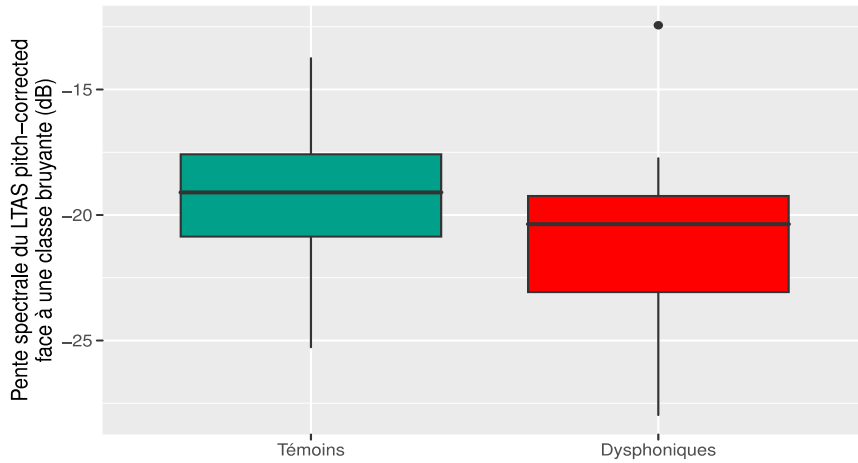


Figure 25 : Représentation de la pente spectrale de la lecture « face à une classe bruyante » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

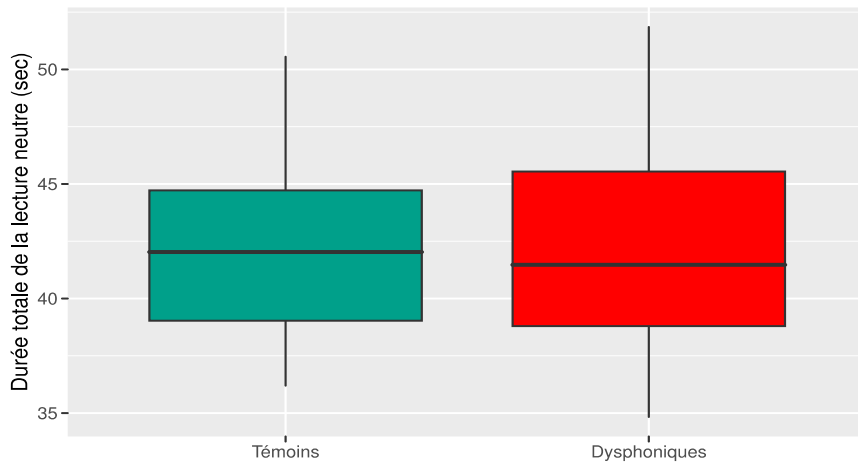


Figure 26 : Représentation de la durée totale de lecture en condition « neutre » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

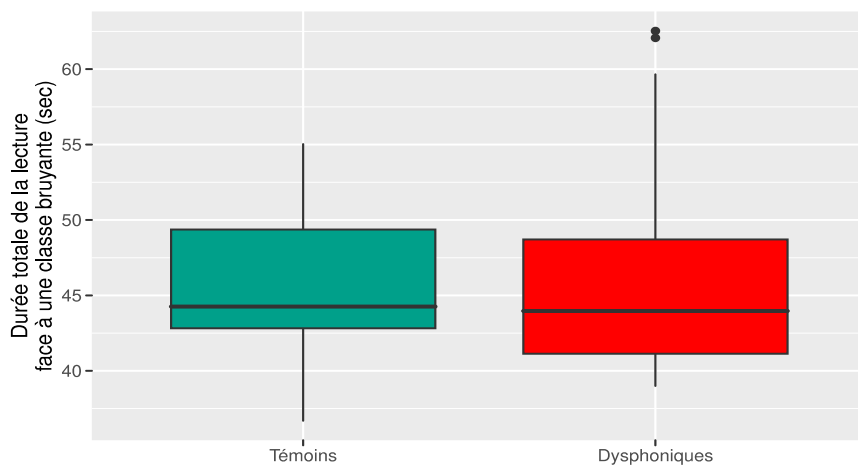


Figure 27 : Représentation de la durée totale de lecture en condition « face à une classe bruyante » pour les locutrices dysphoniques et les locutrices témoins

Enfin, les spectres moyens à long terme corrigés en  $f_0$  (pitch-corrected LTAS), que nous retenons comme alternative au spectre moyen à long terme « classique » en raison de leur plus grande robustesse aux différences intra-locutrice, sont analysés au-delà des pentes spectrales extraites afin de servir de variables numériques représentatives. Nous nous sommes intéressés à une comparaison entre une lecture du texte « La bise et le soleil » en condition « neutre » et « face à une classe bruyante ».

Tout d'abord, les pentes spectrales moyennes des locutrices témoins comme dysphoniques font apparaître deux éléments : les locutrices dysphoniques ont des pentes spectrales en moyenne plus inclinées pour les deux types de lecture et cette différence est significative dans le cadre de la lecture « face à une classe bruyante », mais aussi que les pentes spectrales sont significativement moins fortes, toutes locutrices confondues, lors de la lecture « face à une classe bruyante » que dans le cadre de la lecture « neutre » ( $t(120)=-9.6075$  ;  $p<0.0001$ ). Par la même occasion, nos données révèlent également des temps de lecture significativement plus longs, toutes locutrices confondues, lors de la lecture « face à une classe bruyante » avec en moyenne 45.87 secondes de temps de lecture en comparaison avec la lecture « neutre » dont le temps de lecture moyen est de 42.18 secondes ( $t(60)=-8.1$  ;  $p<0.0001$ ).

Lorsque nous nous intéressons de plus près aux représentations graphiques du LTAS moyen corrigé en  $f_0$  de nos deux lectures nous observons clairement un comportement commun entre les dysphoniques et les témoins (Figure 28). Une même stratégie est probablement mise en jeu lors de la production de sons voisés avec pour effet une réduction de la pente spectrale moyenne lorsque les locutrices lisent devant un public supposé bruyant. Dans les deux cas nous pouvons voir une plus grande énergie dans les basses fréquences de 1000 à 3000Hz lors de la lecture « face à une classe bruyante » et cela est encore plus marqué chez les locutrices témoins.

La principale différence entre ces deux LTAS est l'observation pour les locutrices dysphoniques d'un renforcement de l'énergie dans les hautes fréquences entre 5000 et 7000Hz, qui n'est pas présent dans le cadre de la lecture « face à une classe bruyante » des locutrices témoins et beaucoup moins important que le renforcement des locutrices dysphoniques dans la condition « neutre » (Figure 29). Cette constatation est conforme

à nos attentes puisque ce pic peut être considéré comme une signature de la voix dysphonique (Kitzing et al., 1993).

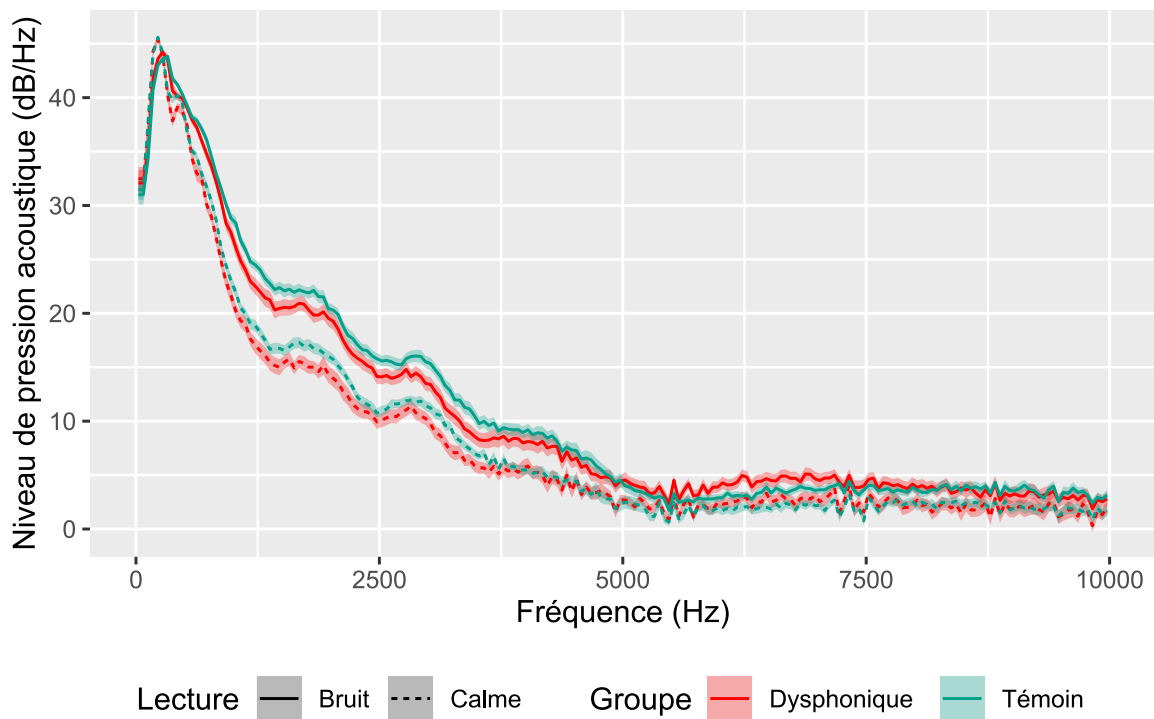


Figure 28 : LTAS moyens des locutrices témoins et dysphoniques durant la lecture de « La bise et le soleil » en condition « neutre » et « face à une classe bruyante » avec une enveloppe colorée autour des valeurs moyenne représentant l'erreur-type

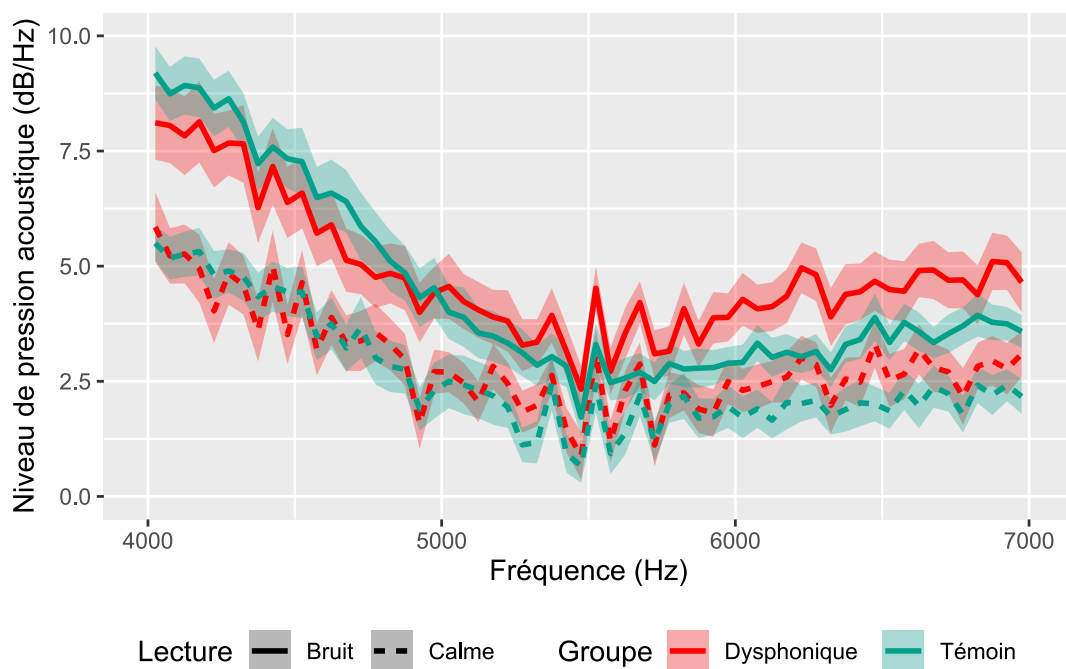


Figure 29 : Zoom sur les LTAS moyens compris entre 4000 et 7000Hz entre les locutrices témoins et dysphoniques durant la lecture en condition « neutre » et « face à une classe bruyante » avec une enveloppe colorée autour des valeurs moyenne représentant l'erreur-type

Enfin, nous présentons la différence moyenne entre les productions de lecture « neutre » et « face à une classe bruyante » après appariement des valeurs par locutrice, comparée entre locutrices témoins et dysphoniques (Figure 30). Les courbes représentées sur cette figure correspondent donc à l'augmentation de l'énergie acoustique dans les différentes plages de fréquences lors du passage de la lecture « neutre » à la condition « face à une classe bruyante ». Afin de permettre une visualisation plus aisée des tendances générales relatives à des plages de fréquences plus large au-delà des fluctuations locales, les valeurs présentées sont lissées au moyen d'une régression locale dite « régression loess ». Cette représentation confirme un plus grand renforcement de l'énergie dans les basses fréquences chez les locutrices témoins. On observe également un renforcement de l'énergie plus important dans les hautes fréquences chez les PE dysphoniques en condition de lecture « classe bruyante » plutôt qu'en condition « neutre ».

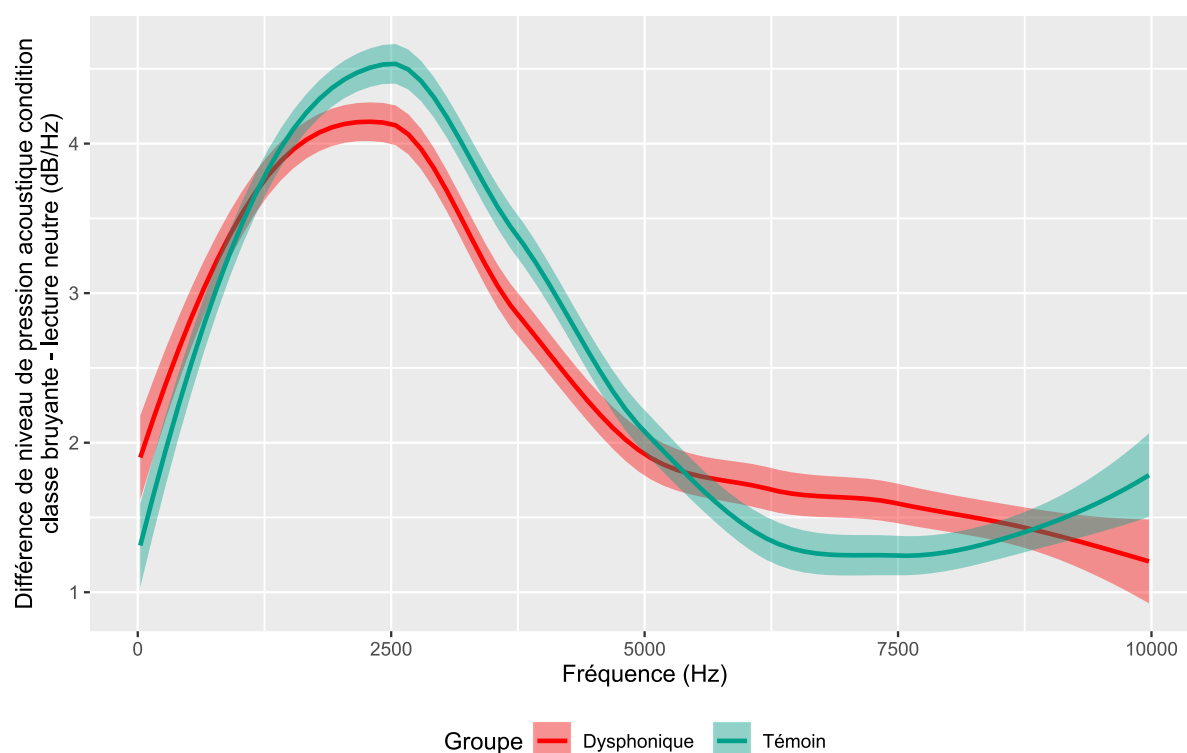


Figure 30 : Différence moyenne de niveau de pression acoustique (dB/Hz) en condition de lecture « neutre » vs. « face à une classe bruyante » lissée par une régression locale « loess », pour les locutrices dysphoniques et témoins avec une enveloppe colorée autour des valeurs moyenne représentant l'erreur-type

### 4.3 Discussion

- Peut-on, parmi les professeures des écoles auto-déclarant des dysfonctionnements vocaux, dégager des tendances liées à l'exercice de leur fonction ?

En premier lieu, il est important de préciser que nos résultats confirment ceux de la littérature dans laquelle nous observons une très forte prévalence de troubles vocaux auto-déclarés par les enseignants (Caetano et al., 2017; Fritzell, 1996; INSERM : Expertise Collective, 2006; de Jong et al., 2006; de Medeiros et al., 2008; Roy et al., 2004; Russell et al., 1998).

Pour ce qui est des facteurs aggravants, nous avons concentré nos recherches sur le ressenti de divers troubles vocaux selon : l'ancienneté, le nombre d'élèves par classe et l'âge des élèves.

S'il s'avère que l'ancienneté ne semble pas être un facteur déterminant les plaintes vocales et cela dans nos deux panels, « locutrices » comme « internet », des résultats divergents ont été observés dans la littérature. D'après une enquête menée auprès de 707 enseignants d'écoles primaires algériennes, les plaintes des professeurs des écoles, hommes et femmes confondus, augmentent avec l'âge et l'ancienneté (Ghomari et al., 2015). En revanche, alors qu'il est généralement admis que les performances vocales ont tendance à décroître avec l'âge, on observe dans un panel de professeurs des écoles belges soumis au Voice Handicap Index, une plus grande plainte chez les jeunes enseignants (Kooijman et al., 2007).

Pour ce qui est du nombre d'élèves par classe, la littérature est encore une fois quelque peu divisée. Alors que nous ne constatons pas de différence significative dans nos panels, nous obtenons tout de même en moyenne plus de professeures des écoles auto-déclarant des troubles vocaux dans les classes comprenant plus de 25 élèves, et ceci pour nos deux panels. Plusieurs études concluent à une plus forte prévalence de troubles vocaux pour les professeurs de classes nombreuses (Kooijman et al., 2006; Preciado et al., 1998). À l'inverse, il n'y a parfois pas de lien directement observable entre nombre d'élèves par classe et troubles vocaux, avec une plus forte prévalence

pour les PE dans des classes de 26 à 35 élèves en comparaison avec celles de 10 à 25 élèves ou encore de 36 à 45 élèves (Ghomari et al., 2015).

Enfin, pour ce qui est de l'impact de l'âge des élèves sur le ressenti vocal des professeures des écoles, nous remarquons que les enseignantes des plus jeunes enfants sont beaucoup plus touchées par les troubles vocaux. Nous trouvons dans notre panel « internet » significativement plus d'extinctions de voix, de voix rauques et enrouées et de PE déclarant être à court de souffle lors de la production de parole pour les professeures des écoles des 3-6 ans par rapport aux 7-10 ans. En revanche, toutes nos PE semblent fortement impactées par les maux de gorge et le fait de forcer sur leur voix pour se faire entendre. Bien que nous retrouvions encore une fois une plus forte prévalence de ces deux troubles dans le cas des professeures des élèves de 3 à 6 ans, la différence n'est cette fois, pas significative. Les résultats de notre panel « locutrices » corroborent ceux du panel « internet », laissant supposer que notre échantillon de locutrices enregistrées est représentatif des femmes professeures des écoles en France en ce qui concerne l'image qu'ont les enseignantes des problèmes liés à leur voix.

Plusieurs études ont déjà conclu à des troubles vocaux plus fréquents pour les professeurs travaillant avec de jeunes enfants. Tout d'abord, les PE ont une charge vocale supérieure en maternelle qu'en primaire (Remacle et al., 2014). Ces résultats sont basés sur une mesure objective : la distance totale parcourue par les plis vocaux lors de leur vibration et le nombre de cycles vibratoires accomplis sur une durée déterminée. Les professeurs de maternelle ont donc une utilisation plus intense de leurs plis vocaux, augmentant ainsi le risque d'endommagement de ces derniers (Švec et al., 2003; Titze et al., 2003). De plus, une plus forte prévalence de troubles vocaux a déjà été observée chez des professeurs de maternelle, en comparaison avec ceux de primaire avec 36.4% contre 25% (Preciado et al., 1998).

Nos résultats confirment la plus grande atteinte vocale des professeures des écoles des 3-6 ans puisque nous remarquons lors de l'évaluation perceptive experte réalisée sur l'échelle GRBAS, des grades généraux de dysphonie plus élevés ainsi qu'une plus forte raucité et un degré plus important de serrage vocal que pour les PE des 7-10 ans.

- Peut-on observer une consistance entre l'auto-évaluation des professeures des écoles et l'évaluation experte réalisée sur l'échelle GRBAS ?

Les scores au questionnaire de qualité de vie Voice Handicap Index indiquent que les plaintes générales de nos locutrices sont relativement faibles puisqu'ils oscillent entre 0 et 52. D'après une étude fondatrice du VHI une plainte légère se situe au-dessus de 33, une plainte modérée au-dessus de 44 et enfin une plainte sévère au-dessus de 61 (Jacobson et al., 1997). Nous n'avons que deux locutrices ayant un score au-dessus de 33 et deux autres au-dessus de 44. Les scores généraux du VHI laissent alors entrevoir une qualité de vie plutôt légèrement altérée, ce qui semble consistant avec le fait que notre panel « locutrices » soit composé de femmes atteintes de dysphonies légères (37 G0, 22 G1 et 2 G2).

En revanche, parmi les trois sous-catégories du VHI, les plaintes physiques sont de loin les plus élevées et les scores sont significativement plus hauts que ceux des catégories émotionnelle et fonctionnelle. Parmi nos locutrices, sept ont un score compris entre 15 et 18 ce qui serait le signe d'une altération légère de la catégorie « physique ». Trois autres PE de notre panel « locutrices » se trouvent entre 19 et 22, soit une plainte physique modérée et enfin trois au-dessus de 23, ce qui indique une plainte sévère. Nous observons également une différence significative des scores de VHI « physique » entre les locutrices qui auto-déclarent ressentir différentes plaintes vocales et celle qui déclarent ne pas être impactées par ces troubles (maux de gorge, extinctions de voix, voix rauques ou enrouées, forçages vocaux, à court de souffle durant la phonation).

Ainsi, si les plaintes vocales des professeures des écoles n'ont pas nécessairement un grand impact sur leur qualité de vie, elles sont toutefois existantes et concernent une grande majorité de notre population. Il est important de prendre en compte le fait qu'un trouble vocal ne s'arrête pas à la perturbation objective de divers paramètres acoustiques mais qu'il peut aussi avoir un impact négatif important sur différents aspects de la vie quotidienne du patient (INSERM : Expertise Collective, 2006). Pour ce qui est des professeurs des écoles, il a déjà été mis en lumière que leurs VHI sont



significativement plus élevés que ceux de personnes exerçant des métiers dans lesquels la voix n'est pas le principal instrument de travail (de Jong et al., 2006).

- Quelles mesures acoustiques rendent le mieux compte de l'évaluation perceptivo-experte de la dysphonie réalisée sur l'échelle GRBAS ?

Enfin, les résultats des analyses acoustiques nous permettent d'apercevoir plusieurs différences entre la qualité de voix des PE dysphoniques (catégorisées comme G1 ou G2 lors de l'évaluation perceptivo-experte réalisée sur l'échelle GRBAS) et des locutrices témoins (G0).

Premièrement, les PE dysphoniques ont un temps maximal de phonation significativement moins long que les locutrices témoins. Ce résultat, qui dénote d'une capacité pneumo-phonatoire inférieure et d'une plus grande fatigue vocale chez les dysphoniques est en accord avec la littérature (Ma et al., 2006; Speyer et al., 2010).

Pour ce qui est du pic de proéminence cepstral lissé (CPPS), nous observons, en conformité avec la littérature, des pics d'amplitude significativement moins élevée pour les locutrices atteintes de dysphonies (Awan et al., 2009; Awan et al., 2013; Heman-Ackah et al., 2014). Cela signifie que la harmonique dominante des locutrices témoins, correspondant à la fréquence fondamentale, a une amplitude plus importante par rapport aux autres fréquences cepstrales et qu'il y a donc moins d'apériodicités dans la voix de ces locutrices en comparaison avec les locutrices dysphoniques (Awan et al., 2009). En revanche, le CPPS n'est pas un outil exclusivement connu pour sa capacité à mettre en lumière l'apériodicité vocale contrairement au rapport harmonique sur bruit (HNR), puisque le CPPS permet également de rendre compte de différences spectrales (Riesgo et al., 2019). C'est peut-être cette prise en compte plus large des caractéristiques du signal de parole qui nous permet d'observer une différence significative pour le CPPS entre nos deux groupes de sujets et non pour le HNR. Malgré cela, nous constatons tout de même des HNR plus bas pour les locutrices dysphoniques, ce qui dénote une plus grande présence de bruit dans leurs voix (Yumoto et al., 1982).

Pour ce qui est de l'indice Acoustic Voice Quality Index (AVQI), nous trouvons encore une fois des résultats conformes à la littérature avec des scores significativement plus élevés pour les locutrices dysphoniques (Maryn et al., 2010; Pommée et al., 2020).

Pour finir, nous avons observé pour les spectres moyens à long terme corrigés en f0 (pitch-corrected LTAS) plusieurs éléments importants :

- Des pentes spectrales plus fortes et un renforcement de l'énergie en hautes fréquences pour les locutrices dysphoniques, toutes conditions confondues.
- Des pentes significativement moins fortes lors de la lecture en condition « face à une classe bruyante », toutes locutrices confondues.
- Un renforcement de l'énergie en moyenne fréquence lors de la lecture « face à une classe bruyante », toutes locutrices confondues mais plus particulièrement visible chez les locutrices témoins.

Tout d'abord, il est important de préciser que nous constatons effectivement la présence d'un renforcement de l'énergie en haute fréquence pour nos locutrices dysphoniques, phénomène déjà observé dans la littérature selon laquelle il s'agirait d'une signature importante de la voix dysphonique (Kitzing et al., 1993). Par ailleurs, nous observons des pentes spectrales plus pentues pour les locutrices dysphoniques ; de manière non significative lors de la lecture en condition « neutre » et significative dans le cadre de la lecture en condition « face à une classe bruyante ».

Il peut dès lors paraître paradoxale d'être face, à la fois, à une pente spectrale plus inclinée et à un pic spectral en hautes fréquences dans les voix dysphoniques mais il s'avère que ces résultats ont déjà été mis en évidence. En effet, un lien a déjà été évoqué dans la littérature entre les voix « étouffées » et rauques et l'augmentation de l'inclinaison de la pente spectrale par opposition à une voix « sonnante » (Kitzing, 1986). De la même manière, les voix soufflées et hypo-fonctionnelles seraient définies, en dehors du pic spectral en haute fréquence, par une forte baisse d'énergie au niveau du premier formant, ce qui a pour conséquence une pente spectrale plus forte sur l'ensemble du spectre (Hammarberg et al., 1980; Kitzing, 1986). Une pente spectrale plus forte serait alors un signe d'altération vocale.

Bien que nous ayons retenu comme métrique la mesure de pente spectrale générale afin de faciliter la comparaison avec la littérature, l'observation des spectres moyens à long terme pour les deux groupes de locutrices dans les deux conditions de production comparées suggère que l'information fournie par les spectres moyens à long terme pourrait être exploitée plus finement. Ainsi, la prise en considération séparément de la pente spectrale dans la plage 0-4kHz et la présence éventuelle d'un pic d'énergie entre 5kHz et 7kHz pourrait permettre de mieux rendre compte des corrélats acoustiques de la dysphonie.

Pour ce qui est des pentes spectrales significativement moins fortes lors de la lecture « face à une classe bruyante » pour les locutrices témoins comme dysphoniques en comparaison avec les pentes spectrales de la lecture en condition « neutre », plusieurs éléments sont à prendre en compte.

Commençons par rappeler que de nombreuses études se sont déjà intéressées au phénomène de parole dans un contexte bruyant et ont constaté, entre autres modifications, une augmentation de l'intensité moyenne : ce phénomène de compensation s'appelle effet Lombard (Dejonckere et al., 1983; Lindstrom et al., 2011). Rappelons que dans une classe l'intensité moyenne est de 72dB SPL alors qu'un niveau sonore de 80dB SPL correspond à un trafic routier abondant (Shield et al., 2004).

Par ailleurs, une recherche s'intéressant à la capacité de locuteurs à améliorer les contrastes acoustiques entre leur voix et le bruit de fond a conclu à une augmentation attendue de l'intensité mais aussi à une amplification du spectre vocal dans une région se situant autour de 3kHz (Garnier et al., 2014). Cette augmentation de l'énergie autour de 3000Hz n'est pas observable dans le cadre de la parole en contexte silencieux, ni même dans l'analyse de la voix criée (Krause et al., 2004). La description de cette zone renforcée en énergie correspond tout à fait à ce que nous observons dans nos spectres moyens à long-terme et serait donc le fait d'une compensation du bruit de fond et non pas uniquement de l'augmentation de l'intensité qui est également présente en voix criée sans pour autant induire un renforcement autour de 3000Hz.

Enfin, ce plus fort renforcement de l'énergie observé dans les moyennes fréquences (3000Hz) pour les locutrices témoins pourrait être liée au « formant de l'acteur »,

phénomène semblable au « formant du chanteur » qui entraîne, lorsqu'il est produit, une meilleure évaluation de la qualité de voix (Leino et al., 2011). Si la littérature établit clairement l'existence du formant du chanteur pour les voix d'hommes, il n'est parfois pas observé pour les femmes (Master et al., 2012). Certaines études concluent tout de même à un renforcement de l'énergie entre 4000 et 5000Hz, qui correspondrait alors au formant de l'acteur pour les voix féminines (Tayal et al., 2017).

Bien que modéré, le renforcement des fréquences autour de 3000Hz observé dans nos données pourrait être lié à ce phénomène. Nos résultats suggèrent en effet l'utilisation par les locutrices professeures des écoles d'un renforcement de cette plage de fréquence afin de permettre une communication plus efficace, notamment dans un environnement bruyé nécessitant une efficacité vocale accrue. La différence observée entre dysphoniques et locutrices témoin semble en outre indiquer que les dysphoniques auraient plus de difficulté à renforcer cette plage de fréquence pour projeter efficacement leur voix.

## 5. Expérimentation 2 : Impact de la voix sur le message adressé à l'élève

### RÉSUMÉ DE LA PARTIE

---

Cette partie vise à observer l'impact de la voix sur la réception du message par l'élève en évaluant les temps de réaction de ces derniers face à des consignes données par des voix de professeures des écoles dysphoniques et témoins.

Des paires minimales telles que /muʃ/ vs. /buʃ/ insérées à la suite de la phrase porteuse « clique sur le dessin de » ont été produites par deux groupes de 10 professeures des écoles (PE) dysphoniques et témoins, appariées en âge et année d'ancienneté.

Un jeu sur ordinateur est proposé à des enfants de 7 à 10 ans dans lequel deux images illustrant les mots-cibles sont présentées, accompagnées des consignes orales enregistrées par les PE. À l'aide d'un boîtier à deux boutons, l'enfant doit cliquer le plus vite possible sur l'image correspondant à la consigne.

Nos résultats révèlent alors que les élèves ont des temps de réaction significativement supérieurs lors de la discrimination de paires minimales avec opposition de voisement quand la consigne est donnée par une locutrice dysphonique, comparativement à la même consigne donnée par une locutrice témoin. Les enfants les plus jeunes sont par ailleurs plus impactés par la dysphonie que leurs aînés.

---

Cette deuxième partie expérimentale a pour but d'observer l'impact de la voix sur le message adressé à l'élève, au-delà des effets de la dysphonie déjà mesurés chez l'enfant sur la compréhension et l'intelligibilité (Morsomme et al., 2011; Rogerson et al., 2005). Nous essayons ici d'évaluer l'impact de la dysphonie sur la réception du message par des élèves via des mesures de temps de réaction (TR) dans une tâche de discrimination de paires minimales produites par diverses voix de professeures des écoles dysphoniques et témoins. Cette expérimentation est proposée sous forme de jeu ludique avec une interface simple spécialement conçue pour un public d'enfants.

Les questions de recherche auxquelles nous tentons de répondre dans cette partie sont les suivantes :

- Quel est l'impact de la dysphonie sur la réception du message par les élèves ?
- La dysphonie perturbe-t-elle de manière uniforme la perception de différents traits phonologiques ?
- La dysphonie de l'enseignante impacte-t-elle de la même manière les élèves de tous âges ?

## 5.1 Méthodologie

Nous souhaitons que cette expérience perceptive de discrimination de paires minimales soit présentée sous forme de tâche ludique puisqu'elle est conçue spécialement pour un public d'enfants âgés de 7 à 10 ans.

Les stimuli utilisés pour cette expérimentation sont les paires minimales insérées dans une phase porteuse de type « Clique sur le dessin de X » lue par des locutrices professeures des écoles témoins et dysphoniques (Annexe 2, p.182). Les 38 mots composant les paires minimales de structure syllabique « CVC » ont la particularité d'être des noms communs pouvant être facilement représentés par un dessin. Les illustrations des 38 mots ont toutes été créés spécifiquement pour cette étude (Annexe 3, p.185).

### 5.1.1 Étude pilote : Validation des paires minimales utilisées pour l'expérimentation perceptive sur une petite cohorte d'enfants

Pour commencer, afin de réaliser une sélection idéale de paires minimales pour notre expérimentation, une étude pilote a été mise en place dans deux buts :

- Contrôler le vocabulaire connu par les enfants parmi notre liste de 38 mots.
- Valider les illustrations proposées comme représentatives des mots-cibles.

Pour cela, 3 enfants de 7 ans ont été soumis à une courte tâche de dénomination d'images. Le choix d'enfants de 7 ans permet de nous assurer que le vocabulaire maîtrisé le sera également par notre population cible de 7 à 10 ans. Les mots sélectionnés doivent être simples et très facilement reconnus afin de ne pas biaiser les temps de réaction par un temps de réflexion supplémentaire lié à la méconnaissance d'une partie du lexique proposé.

En premier lieu, toutes les images sont montrées une par une à chaque enfant, qui est laissé libre de nommer spontanément l'illustration. Nous voyons alors que certains mots ne semblent pas faire partie du vocabulaire de notre panel (Table 20).

Illustration désignée par le mot-cible par 3 enfants sur 3	Illustration désignée par le mot-cible par 2 enfants sur 3	Illustration désignée par le mot-cible par 1 enfant sur 3	Illustration désignée par le mot-cible par 0 enfant sur 3
Bottes Bouche Boule Bulle Bus Mare Mille <i>Mousse (bain)</i> Pâques Patte Pouce Poule Puce Pull	Bac (à sable) Barre Mouche <i>Moule (gâteau)</i> Pile	<i>Mèche (blonde)</i> <i>Mèche (colorées)</i>	<b>Balle</b> Batte Mage Malle Maths <b>Mère</b> Motte <i>Moule (mollusque)</i> <i>Mousse (savon)</i> Mule Page Pale <i>Pêche (fruit)</i> <b>Pêche (poisson)</b> <b>Père</b> Potes

Table 20 : Nombre d'enfants ayant spontanément nommé l'illustration par le mot-cible, *italique* : les deux dessins ont été testés, **gras** : le mot utilisé par les enfants est très proche du mot-cible

Bien que certains résultats puissent être attendus, comme l'absence de réponse correcte lors de la dénomination de la pale d'hélicoptère, catégorisée comme « hélicoptère » ou « hélices » ou encore de la motte de beurre, souvent confondue avec un flan, certaines réponses sont à regarder plus attentivement. Effectivement, les enfants sont parfois très proches de la cible : le mot « pêche » (*pêcher des poissons*) n'a jamais été correctement dénommé car les enfants ont tous favorisé le verbe « pêcher », nous ne pouvons pour autant pas en conclure qu'ils ne connaissent pas le mot-cible.

C'est pourquoi une deuxième étape a été proposée dans laquelle l'enfant doit pointer les mots prononcés par l'expérimentateur sur des fiches comportant toutes les images. Cette tâche révèle alors que certains mots sont bien connus par les enfants, même s'il n'est pas celui auquel ils ont pensé en premier (Table 21).

Illustration correctement identifiée grâce au mot-cible par tous les enfants	Illustration mal identifiée avec présentation du mot-cible par au moins 1 enfant
<p>Bac (à sable)            Balle            Maths  <i>Mèche (colorées)</i>            Mère            Mouche  <i>Moule (gâteau)</i>  <i>Moule (mollusque)</i>            Page  <i>Pêche (poisson)</i>  <i>Pêche (fruit)</i>            Père            Pile</p>	<p>Batte            Mage            Malle  <i>Mèche (blonde)</i>  <i>Mousse (savon)</i>            Mûle            Pale            Potes</p>

Table 21 : Illustrations reconnues, ou non, par la totalité des enfants lorsque le mot-cible leur est présenté

Dans le cas où le mot-cible pouvait être représenté de deux manière différentes et que les deux illustrations ont été correctement identifiées, comme c'est ici le cas pour les mots « pêche » et « moule », les enfants ont pu indiquer le dessin qui représente, selon eux, le mieux le mot-cible.

Ainsi, parmi les deux représentations du mot « moule », l'illustration représentant un moule pâtissier a été considérée comme plus adaptée par les enfants (Figure 31).



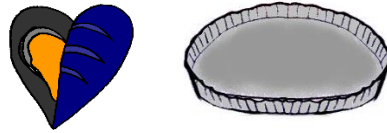


Figure 31 : Le mot « moule » / mul / pouvant être illustré de deux manières différentes

Après avoir obtenu les 27 mots reconnus par l'ensemble des enfants de 7 ans dans le cadre des deux pré-tests, des paires minimales ont été sélectionnées de manière à représenter différents contrastes et à ne varier que par un trait distinctif (Table 22).

Le choix final ne s'est porté que sur cinq paires minimales, c'est-à-dire dix mots-cibles, car la durée totale de l'expérimentation perceptive finale doit être adaptée au jeune âge des participants et il est nécessaire pour obtenir des résultats exploitables de présenter chaque paire sélectionnée à de multiples reprises.

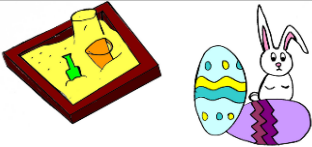
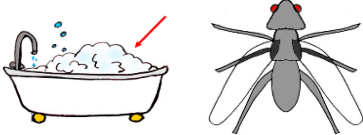

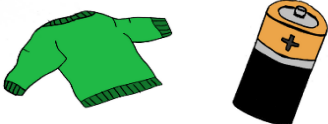
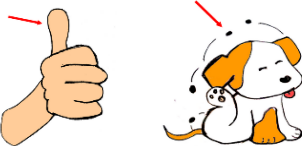
Mots	Dessins	Paire minimale	Trait distinctif
Bac (à sable) Pâques		/b <u>a</u> k/ /p <u>a</u> k/	Voisement
Mousse Mouche		/m <u>u</u> s/ /m <u>u</u> f/	Lieu d'articulation
Boule Moule		/b <u>u</u> l/ /m <u>u</u> l/	Nasalité
Pull Pile		/p <u>y</u> l/ /p <u>i</u> l/	Arrondissement
Pouce Puce		/p <u>y</u> s/ /p <u>u</u> s/	Antériorité

Table 22 : Les paires minimales utilisées pour l'expérimentation finale

### 5.1.2 Élaboration et passation de l'expérience sur PsychoPy3

Tout d'abord, une sélection des stimuli sonores a été réalisée parmi tous ceux produits par nos 61 locutrices professeures des écoles. Pour cette étape également, la sélection d'un sous-groupe de locutrices permet de maintenir une durée totale de l'expérimentation acceptable pour les enfants.

Nous avons sélectionné 10 locutrices dysphoniques et 10 locutrices témoins en les appariant le mieux possible en âge et années d'ancienneté avec une différence maximale de 6 ans d'âge et 5 ans d'ancienneté (Table 23).

Dysphonique				Témoin			
Code	GRBAS	Age	Ancienneté	Code	GRBAS	Age	Ancienneté
FE3	21101	37	8	FE14	00000	37	7
FE31	10101	31	3	FE23	00000	29	4
FE32	11100	37	14	FE28	00000	35	10
FE19	22101	53	2	FE33	00000	47	3
FE21	11100	25	2	FE37	00000	27	2
FE52	11000	24	1	FE4	00000	24	1
FE9	11000	61	30	FE43	00000	60	25
FE40	11000	25	3	FE48	00000	25	2
FE5	11000	46	16	FE6	00000	44	18
FE30	10100	54	26	FE61	00000	57	30

Table 23 : Locutrices sélectionnées pour l'expérimentation finale à destination des enfants

L'expérimentation finale qui est donc pensée sous forme de jeu ludique à destination d'enfants de 7 à 10 ans, a été créée sur PsychoPy3 (Peirce et al., 2019). L'idée de la création d'un jeu sur ordinateur adapté aux enfants est inspirée de travaux effectués sur l'attention d'enfants monolingues et bilingues (Bialystok et al., 2004).

Une lettre d'information ainsi qu'un formulaire de consentement (Annexe 14, p.202 et Annexe 15, p.210) sont destinés aux parents alors qu'un deuxième formulaire de consentement est à destination du jeune participant (Annexe 16, p.211). Puis, comme indiqué dans la lettre d'information et préalablement à la passation l'âge, la classe, les langues parlées au domicile et enfin la préférence manuelle de l'enfant sont recueillis directement auprès de ce dernier au moment de l'expérimentation.

Afin de contrôler si l'enfant utilise majoritairement la main droite ou la main gauche, une tâche de manipulation bimanuelle a été mise en place car les manipulations

unimanuelles seraient biaisées par l'utilisation excessive de la main droite (Fagard et al., 2000). Dans cette tâche, un tube est caché à l'intérieur d'un autre tube, il est alors demandé à l'enfant de prendre le grand tube et de le manipuler pour faire ressortir le petit tube (Figure 32). La main utilisée pour basculer le grand tube et en faire sortir le petit est alors considérée comme la main préférée.

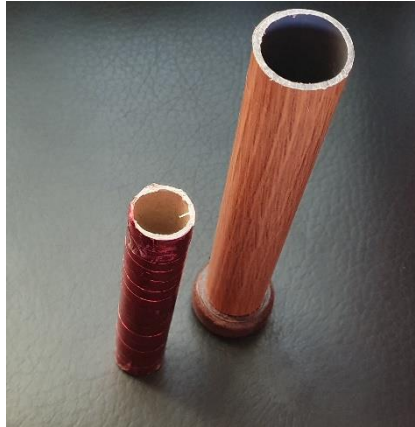


Figure 32 : Tubes utilisés afin d'identifier la préférence manuelle des enfants

Après cela, le jeu peut débuter et les consignes sont données à l'enfant avec une phase d'entraînement de 4 stimuli produit par une locutrice neutre, ne faisant pas partie du panel de professeures des écoles, afin qu'il puisse s'habituer à la tâche. L'expérimentation est donc présentée comme un jeu de rapidité. Deux images s'affichent à l'écran et simultanément un stimulus sonore est diffusé : « Cliquez sur le dessin de pull » (Figure 33).



Figure 33 : Visuel de l'expérimentation perceptive pour la paire minimale /pyl/-/pil/

Dès l'identification du mot-cible, l'enfant est invité à répondre le plus vite possible à l'aide d'un boîtier USB à deux boutons en sélectionnant l'illustration correspondante selon le principe suivant : si l'image est à droite, cliquer sur le bouton de droite et inversement.

Le boîtier a été spécifiquement créé pour cette expérimentation à partir d'un kit en pièces détachées afin de faciliter la prise en main du jeu pour les enfants et de les amener à se concentrer le plus possible sur la tâche en limitant les distracteurs possibles (Figure 34). Afin de pouvoir utiliser le boîtier sur l'ordinateur de passation, le logiciel JoyToKey a permis de substituer les touches « a » et « p » du clavier respectivement par le bouton de gauche et le bouton de droite et ainsi de contrôler directement l'enregistrement des réponses dans PsychoPy3 à l'aide des deux boutons du boîtier. De cette manière, l'enfant a beaucoup moins de possibilité de se tromper que s'il utilisait directement les touches du clavier d'ordinateur.

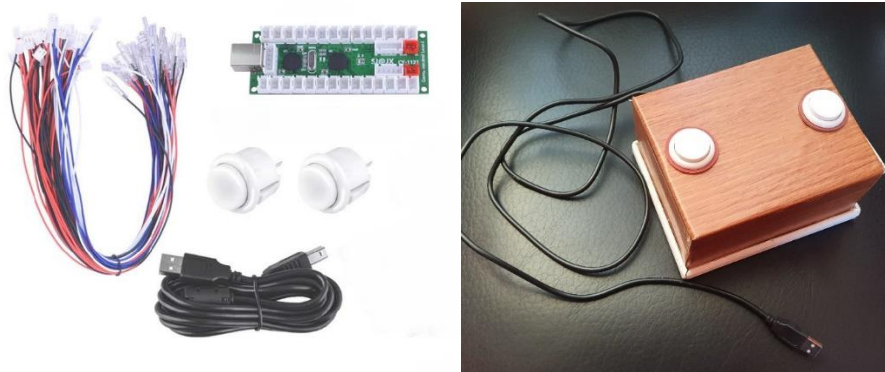


Figure 34 : Boîtier de réponse créé pour l'expérimentation

Afin de compenser un éventuel effet de l'ordre de présentation des réponses, tous les stimuli sont présentés deux fois, une fois avec la bonne réponse à droite et une fois avec la bonne réponse à gauche. Ainsi, les expérimentations sont composées de 400 stimuli à raison de 20 locutrices, 10 mots-cibles et deux répétitions. La durée totale du test réalisé par un enfant est d'environ 30 minutes. Tous les tests sont présentés dans un ordre aléatoire contrôlé, différent pour chaque participant, de manière à ne pas avoir deux fois les mêmes images dans le même sens de présentation ni deux fois la même locutrice de suite. Les ordres aléatoires contrôlés utilisés lors des passations sont générés au préalable à l'aide du programme Mix (van Casteren et al., 2006). Cette manipulation permet aussi de s'assurer que les mêmes stimuli ne sont pas toujours présentés au début, lorsque les enfants sont dans leur phase de concentration maximale, au détriment des autres stimuli. Le temps de concentration d'un enfant sur une tâche de jeu peut être appelée « durée d'intérêt » ou « durée d'attention » (Moyer et al., 1955). La durée d'attention d'un enfant sur une tâche augmente en moyenne de

3 à 5 minutes par année, avec une attention minimum estimée à 6 minutes pour un enfant de deux ans (Schmitt, 2010). Selon ces chiffres, le temps de concentration minimum théorique serait de 21 minutes à sept ans et de 30 minutes à dix ans, soit une durée d'attention potentiellement inférieure à la durée de la tâche pour nos participants les plus jeunes.

De manière à briser la monotonie de notre expérimentation, qui s'étend sur une durée relativement longue, particulièrement pour les plus jeunes enfants ciblés, des pauses sont accordées tous les 100 stimuli. Lors des pauses, il est proposé à l'enfant de participer à un jeu qui demande également une rapidité d'observation et d'exécution motrice, dans lequel de petits personnages s'allument et doivent être tapés avec un marteau le plus vite possible avant qu'ils ne s'éteignent (Figure 35).



Figure 35 : Jeu utilisé lors des pauses de l'expérimentation permettant de valider la préférence manuelle

En dehors du fait que ce jeu est, d'après les retours des participants, une bonne motivation pour atteindre la fin de la tâche expérimentale, l'avantage principal de ce choix est de pouvoir contrôler à nouveau la main préférée de l'enfant lors d'une action plus naturelle. En effet, pour l'ensemble des enfants testés, cette tâche a confirmé la préférence manuelle relevée lors de l'exécution de la tâche motrice initiale.

Pour ce qui est des passations, après accord du maire de la commune et du directeur de la structure, les participants ont été majoritairement recrutés dans le centre de loisirs de la ville d'Ablon-Sur-Seine (94) lors de l'accueil du mercredi matin.

Au total 24 enfants ont participé à notre expérimentation, deux ayant dû être exclus de l'analyse car ils ont souhaité interrompre le jeu avant son terme.

Parmi les 22 participants ayant finalisé la tâche nous ne trouvons que deux enfants gauchers de 9 et 10 ans. Tous parlent le français en première langue et dans certains cas également arabe, turc, portugais ou lingala dans des contextes familiaux (Annexe 17, p.212). Dans notre cohorte finale nous obtenons un léger déséquilibre dans les groupes d'âge avec uniquement 3 enfants de 8 ans contre 6 ou 7 participants pour les autres catégories (Table 24).

7 ans	8 ans	9 ans	10 ans
7	3	6	6

Table 24 : Âges des enfants ayant participé à l'expérimentation perceptive

### 5.1.3 Calcul des temps de réaction

Les temps de réaction (TR) enregistrés par le logiciel PsychoPy3 (Peirce et al., 2019) sont compris entre le début de la lecture du stimulus sonore et le moment où l'enfant appuie sur le bouton qui correspond à l'illustration indiquée par la consigne. Bien évidemment, ce temps ne représente pas exclusivement le TR réel des enfants suite à l'écoute du mot-cible car il dépend également du débit de la locutrice pour prononcer le début de la phrase « clique sur le dessin de... ». Nous observons d'ailleurs une différence significative entre le temps de lecture de cette première partie de la phrase entre nos locutrices dysphoniques, qui mettent en moyenne 1.31 secondes, et nos témoins dont le temps de production moyen est de 1.21 secondes ( $t(198)=-2.9, p=0.002$ ).

Pour cette raison, les points d'unicité des paires minimales ont été étiquetés à partir du signal acoustique sur Praat (Boersma et al., 2020). Le point d'unicité est défini comme le premier phone permettant de discriminer les deux mots-cibles (Marslen-Wilson, 1984). Dans le contexte de notre expérience, cela correspond donc à l'instant auquel l'information acoustique est supposée permettre de discriminer entre les phonèmes distinctifs. Différents critères ont été utilisés afin de déterminer l'instant d'unicité de nos différentes paires minimales (Table 25).

Le temps de réaction final utilisé lors des différentes analyses est donc la durée enregistrée par le logiciel PsychoPy3, à laquelle est soustraite le temps entre le début du stimulus audio et le point d'unicité.

Paire minimale	Contraste	Critère(s) appliqué(s) pour déterminer l'instant d'unicité
/bak/ /pak/	Voisement	Avant la barre d'explosion des consonnes occlusives /p/ et /b/
/mus/ /muʃ/	Lieu d'articulation	Au moment de l'arrêt du voisement de la voyelle précédente, correspondant également à la fin de la périodicité du signal
/bul/ /mul/	Nasalité	Avant la barre d'explosion de l'occlusive pour /b/ et lors de l'apparition des « anti-formants » pour la nasale /m/
/pyl/ /pil/	Arrondissement	Lors de l'apparition du voisement et de la première période visible de la voyelle
/pys/ /pus/	Antériorité	Lors de l'apparition du voisement et de la première période visible de la voyelle

Table 25 : Critère(s) appliqué(s) pour déterminer l'instant d'unicité des différentes paires minimales

#### 5.1.4 Post-traitement des données

Certains résultats ont été exclus du jeu de données complet qui comporte initialement 8800 valeurs de temps de réaction, à raison des 400 stimuli présentés aux 22 enfants.

Nous avons ainsi exclu du jeu de données complet :

- Les réponses fausses (706 réponses sur 8800, soit 8.02% du total), car elles n'indiquent rien du temps de réaction des enfants et sont bien souvent le fruit d'une erreur de clic et a priori pas la conséquence d'une méconnaissance du lexique employé ou de l'image utilisée car nos paires minimales et illustrations ont déjà été testées au préalable.
- Les TR extrêmement bas (37 réponses sur 8800, soit 0.42% du total), c'est-à-dire uniquement les temps de réaction négatifs qui peuvent survenir lorsque l'enfant a cliqué avant d'avoir entendu le point d'unicité de la paire minimale ou encore ceux inférieurs à un dixième de seconde.
- Les TR extrêmement hauts (19 réponses sur 8800, soit 0.22% du total), c'est-à-dire les temps de réaction supérieurs à trois secondes.

Nous avons pris soin de contrôler la répartition des erreurs entre les enfants afin de nous assurer qu'une grande majorité des réponses fausses ne viennent pas d'un très petit nombre d'individus. Nos jeunes participants obtiennent entre 77.5 et 97% de bonnes réponses, ce qui reflète probablement plus leurs différentes capacités d'attention qu'une incompréhension des consignes du jeu. Nous contrôlons également l'impact éventuel du grade de dysphonie de la locutrice ainsi que de l'âge du participant sur le nombre d'erreurs (Table 26 et Table 27). Les pourcentages de mauvaises réponses selon le grade de dysphonie de la PE ne laissent pas apparaître d'importante différence. En revanche, nous pouvons noter une proportion légèrement plus importante de mauvaises réponses pour les enfants de 8 ans puis de 7 ans que chez ceux de 9 et 10 ans. Cela pourrait être dû à leur plus jeune âge mais également en partie au fait que les enfants de 8 ans sont sous-représentés par rapport à ceux des autres groupes d'âge.

Grade de dysphonie de la locutrice	Bonnes réponses	Mauvaises réponses	Total	% de mauvaises réponses
0	4032	368	4400	8.36%
1	3242	278	3520	7.90%
2	820	60	880	6.82%

Table 26 : Pourcentage de mauvaises réponses donnés par les enfants en fonction du grade de dysphonie de la locutrice

Âge des participants	Bonnes réponses	Mauvaises réponses	Total	% de mauvaises réponses
7	2535	265	2800	9.46%
8	1077	123	1200	10.25%
9	2229	171	2400	7.13%
10	2253	147	2400	6.13%

Table 27 : Pourcentage de mauvaises réponses donnés par les enfants en fonction de l'âge du participant

### 5.1.5 Analyses statistiques

Les données obtenues sont analysées au moyen de modèles linéaires mixtes avec le logiciel R (R Core Team, 2019) et le package « lme4 » (Bates et al., 2014). Le coefficient



de détermination  $R^2$  de chaque modèle présenté est obtenu à partir du package « MuMIn » (Barton, 2009). Deux types de coefficients de détermination sont présentés : le  $R^2$  marginal (ci-après  $R^2_m$ ) correspondant aux seuls effets des facteurs fixés, et le  $R^2$  conditionnel (ci-après  $R^2_c$ ) correspondant à la fois aux effets des facteurs fixés et à ceux des facteurs aléatoires.

Les valeurs  $p$ , soit la probabilité de rejet à tort de l'hypothèse nulle d'absence d'effet du facteur évalué, sont obtenues au moyen de tests de rapport de vraisemblance appliqués à la comparaison du modèle linéaire mixte complet et du même modèle sans le facteur fixé évalué, réalisés dans R par la fonction `anova` (Winter, 2019). La significativité de l'interaction entre facteurs fixés est évaluée en comparant le modèle avec interaction au même modèle sans interaction.

Nous testons ici l'effet du grade de dysphonie (G) et de l'âge des enfants sur les temps de réaction des élèves ainsi qu'une éventuelle interaction entre ces deux facteurs, après transformation logarithmique des valeurs de temps de réaction pour tenir compte de l'asymétrie de leur distribution. Notre modèle inclut une pente aléatoire pour chaque participant en fonction du grade de dysphonie. Cette structure aléatoire permet de tenir compte non seulement des différences de temps de réaction moyen entre participants (ce qui correspondrait à une simple ordonnée à l'origine aléatoire, souvent désignée par le terme anglais *random intercept*), mais aussi du fait que tous les participants ne sont pas nécessairement influencés de la même façon par le grade de dysphonie des locutrices.

Avec la syntaxe utilisée par le package `lme4` (Bates et al., 2014), la définition du modèle linéaire mixte complet utilisé pour analyser les résultats est donc la suivante :

$$\text{lmer}(\log(\text{TR}) \sim G * \text{ageParticipant} + (1+G | \text{participant}))$$

Dans ce modèle, le grade de dysphonie est considéré comme une variable continue afin de tenir compte de sa nature ordinale. Nous cherchons donc à modéliser l'impact d'une augmentation du grade de dysphonie sur les temps de réaction des participants, et non les différences entre les grades 0, 1 et 2 considérés comme des catégories indépendantes.

La normalité des résidus et la condition d'homoscédasticité ont été contrôlées visuellement respectivement à partir d'histogrammes, de diagrammes quantiles-quantiles et de l'affichage des valeurs des résidus le long de la ligne de régression (Winter, 2019). Cette inspection visuelle ne révèle pas de violation des conditions d'application d'une régression par modèle linéaire mixte.

## 5.2 Résultats

### 5.2.1 Statistiques descriptives

Nous commençons par une visualisation des résultats sur le plan descriptif à partir de boîtes à moustaches (boxplots) avec tout d'abord, une représentation des temps de réaction (en secondes) des enfants pour chaque type de contraste (voisement, nasalité, arrondissement, antériorité et lieu d'articulation) selon le grade de dysphonie (G) des locutrices professeures des écoles (Figure 36).

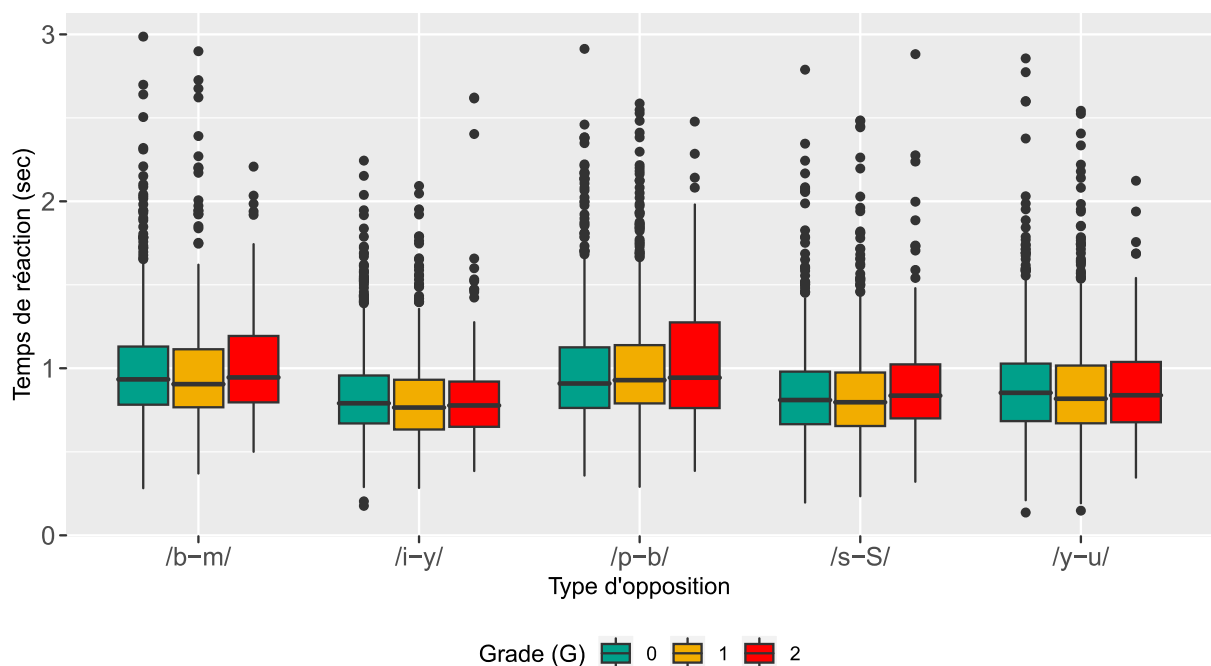


Figure 36 : Impact du Grade (G) de dysphonie sur le temps de réaction des enfants selon le type d'opposition

La visualisation de ce graphique suggère que, tous âges de participants confondus, le grade de dysphonie de la locutrice n'induirait des différences de temps de réaction que pour les paires minimales reposant sur le contraste de nasalité ainsi que de voisement.

Nous observons également la représentation des temps de réaction (en secondes) des enfants en fonction leur âge (7, 8, 9 ou 10 ans) et selon le grade de dysphonie (G) des locutrices (Figure 37). Dans ce cas, la visualisation des boxplots suggère que le temps de réaction pourrait être variable selon l'âge des participants, puisque nous pouvons observer des TR plus important pour les enfants les plus jeunes de notre panel. Dans une moindre mesure, cette figure suggère également que l'impact du grade de dysphonie de la locutrice sur les TR pourrait être plus importante pour les participants les plus jeunes.

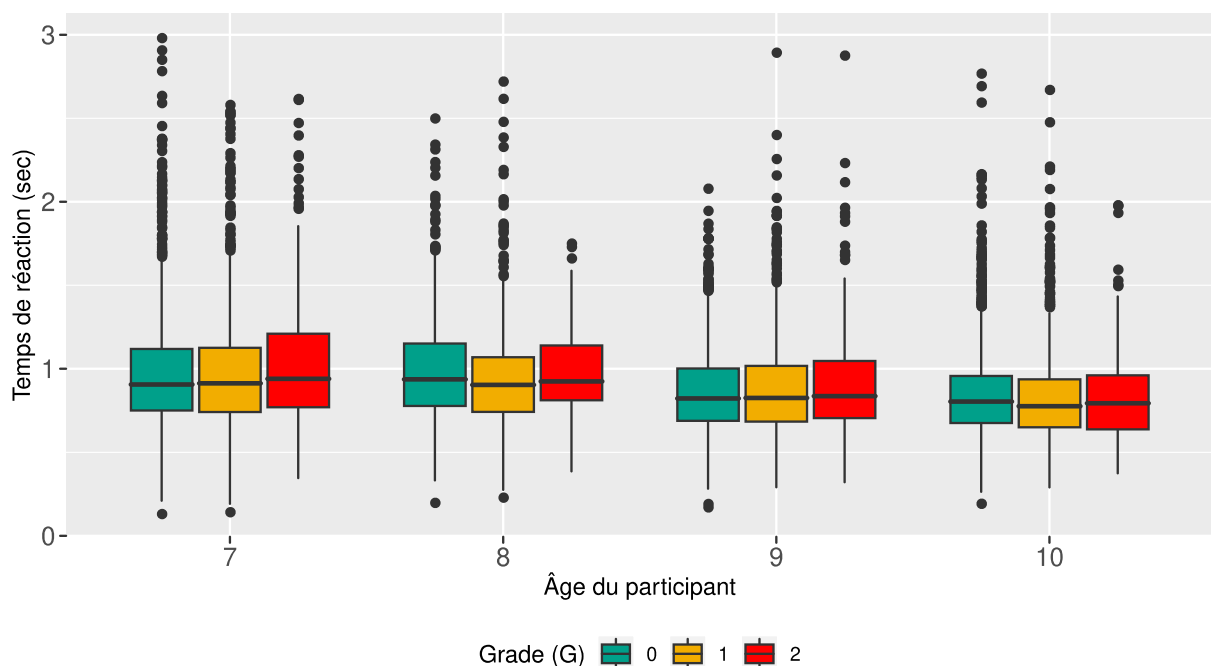


Figure 37 : Impact du Grade (G) de dysphonie sur le temps de réaction des enfants selon leur âge

### 5.2.2 Modèles linéaires mixtes appliqués à l'ensemble des données

Afin de débiter nos analyses par modèles linéaires mixtes nous avons réalisé un premier modèle visant à observer un potentiel effet du grade de dysphonie et de l'âge des participants sur les temps de réaction des élèves tous contrastes phonologiques confondus ( $R^2_m=0.033$ ,  $R^2_c=0.086$ ). Comme attendu d'après la visualisation effectuée lors des analyses descriptives, le modèle ne laisse pas apparaître d'effet du grade de dysphonie de la locutrice sur les temps de réaction des enfants ayant participé à la tâche ( $\chi^2(4)=6.218$ ,  $p=0.184$ ). En revanche, nous observons un effet significatif de l'âge des élèves sur les temps de réaction ( $\chi^2(2)=11.872$ ,  $p=0.003$ ).

En outre, l'interaction entre grade de dysphonie et âge des participants n'est pas significative ( $\chi^2(1)=2.342$ ,  $p=0.126$ ), les valeurs de  $R^2$  marginal et conditionnel du modèle avec interaction étant par ailleurs très légèrement plus faibles que celles du modèle avec interaction.

Nous avons donc réalisé un modèle linéaire mixte distinct pour chacun des contrastes phonologiques considéré séparément.

Pour ce qui est de l'effet du grade de dysphonie sur les temps de réaction des élèves, comme attendu, seul le modèle se concentrant sur le contraste de voisement révèle un effet du grade de dysphonie de la PE sur le temps de réaction des enfants participant à la tâche (Table 28).

Contraste	Coefficient $R^2$	Effet du grade	Valeurs de pentes
Voisement	$R^2_m=0.060$ , $R^2_c=0.149$	$\chi^2(3)=12.8$ $p=0.005$	$\beta=0.023$
Lieu d'articulation	$R^2_m=0.038$ , $R^2_c=0.085$	$\chi^2(3)=0.492$ $p=0.684$	$\beta=0.014$
Nasalité	$R^2_m=0.029$ , $R^2_c=0.076$	$\chi^2(3)=0.317$ $p=0.957$	$\beta=-0.002$
Arrondissement	$R^2_m=0.023$ , $R^2_c=0.074$	$\chi^2(3)=2.914$ $p=0.405$	$\beta=-0.013$
Antériorité	$R^2_m=0.015$ , $R^2_c=0.203$	$\chi^2(3)=0.559$ $p=0.906$	$\beta=-0.008$

Table 28 : Récapitulatif des résultats des modèles linéaires mixtes pour chaque contraste visant à mettre en lumière un éventuel effet du grade de dysphonie sur le temps de réaction des élèves

Enfin, un effet de l'âge des participants sur les temps de réaction des élèves est visible pour la plupart des contrastes, voisement, lieu d'articulation, nasalité et arrondissement (Table 29).

En revanche, nous pouvons constater que cet effet de l'âge sur les TR est beaucoup plus significatif dans le modèle se concentrant sur le voisement, confirmant alors nos attentes sur le fait que ce contraste est celui qui impacte le plus la transmission du message.

Contraste	Coefficient R <sup>2</sup>	Effet de l'âge	Valeurs de pentes
Voisement	R <sup>2</sup> <sub>m</sub> =0.060, R <sup>2</sup> <sub>c</sub> =0.149	χ <sup>2</sup> (3)=10.833 p=0.0001	β=-0.065
Lieu d'articulation	R <sup>2</sup> <sub>m</sub> =0.038, R <sup>2</sup> <sub>c</sub> =0.085	χ <sup>2</sup> (3)=10.731 p=0.01	β=-0.054
Nasalité	R <sup>2</sup> <sub>m</sub> =0.029, R <sup>2</sup> <sub>c</sub> =0.076	χ <sup>2</sup> (3)=9.190 p=0.03	β=-0.042
Arrondissement	R <sup>2</sup> <sub>m</sub> =0.023, R <sup>2</sup> <sub>c</sub> =0.074	χ <sup>2</sup> (3)=9.313 p=0.03	β=-0.038
Antériorité	R <sup>2</sup> <sub>m</sub> =0.015, R <sup>2</sup> <sub>c</sub> =0.203	χ <sup>2</sup> (3)=1.802 p=0.906	β=-0.035

Table 29 : Récapitulatif des résultats des modèles linéaires mixtes pour chaque contraste visant à mettre en lumière un éventuel effet de l'âge des participants sur le temps de réaction des élèves

De même que pour le modèle réalisé sur l'ensemble des données tous contrastes confondus, aucun effet de l'interaction entre le grade de dysphonie (G) et l'âge des participants n'est observé sur les données spécifiques au contraste de voisement ( $\chi^2(1)=0.920$ ,  $p=0.338$ ). En conséquence, les résultats présentés dans la section suivante concernent uniquement le modèle sans interaction.

### 5.2.3 Le cas particulier du voisement

Ainsi, nous concentrons nos analyses sur le cas particulier du voisement puisqu'il est visiblement le seul contraste phonologique étudié pour lequel nous observons que le grade de dysphonie de la locutrice affecte directement les temps de réaction des enfants.

Le temps de réaction moyen des élèves dans le cadre de la discrimination de la paire minimale /pak/ et /bak/ est d'ailleurs supérieur pour les productions des locutrices dysphoniques avec une moyenne de 1.02 secondes contre 0.99 secondes pour les témoins (Annexe 18, p.212).

Nous pouvons également visualiser ces différences à l'aide de boxplots représentant le temps de réaction (en secondes) par rapport au grade de dysphonie de la locutrice (Figure 38) et de l'âge des enfants participant à la tâche (Figure 39).

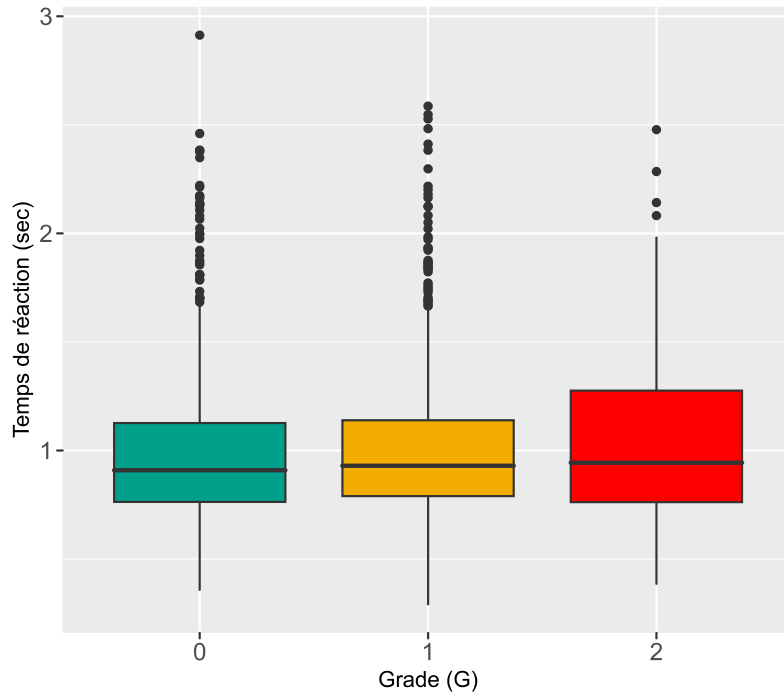


Figure 38 : Impact du Grade (G) de dysphonie de l'enseignante sur le temps de réaction des enfants lors de la discrimination d'une opposition de voisement

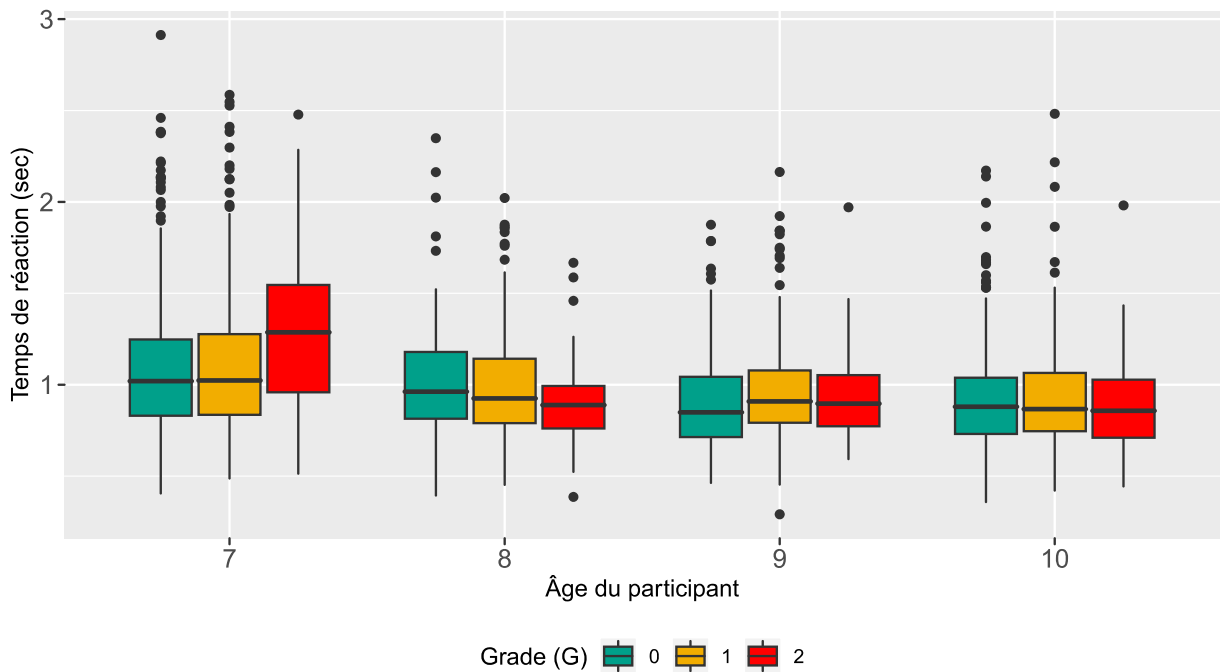


Figure 39 : Impact de l'âge des enfants sur leur temps de réaction en fonction du grade (G) de dysphonie de l'enseignante lors de la discrimination d'une opposition de voisement

L'effet du grade de dysphonie de la locutrice et de l'âge des participants sur le temps de réaction (en logarithme) des enfants peut être visualisé à l'aide d'un graphique directement basé sur le modèle linéaire mixte (Figure 40).

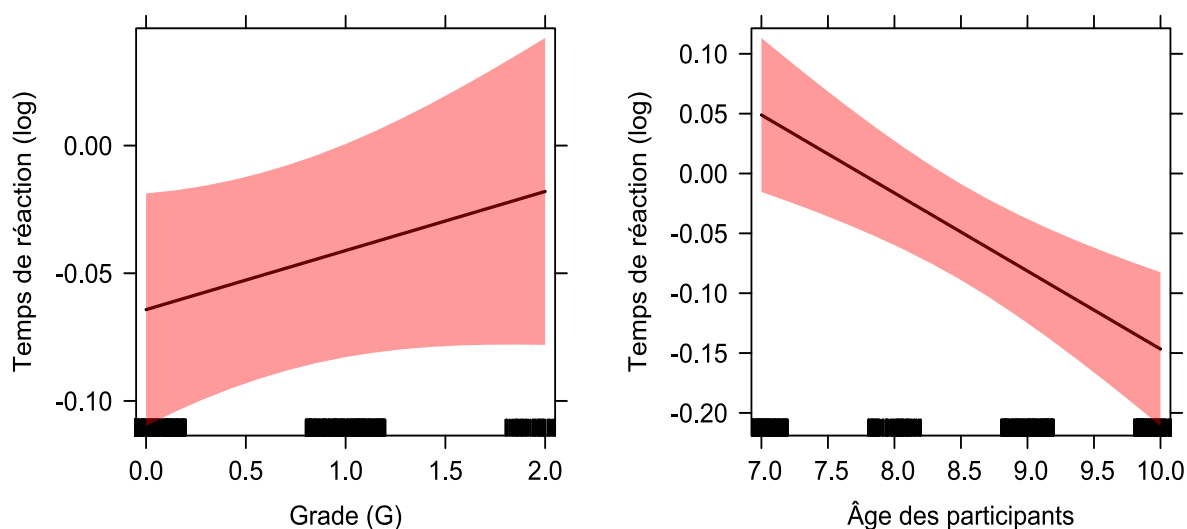


Figure 40 : Effet du grade (G) de dysphonie et de l'âge des élèves sur les valeurs transformées après transformation logarithmique de temps de réaction dans une tâche de discrimination de la paire minimale /pak/-/bak/

Ainsi, les valeurs des coefficients  $\beta$  de notre modèle linéaire mixte sont de 0.491 pour l'ordonnée à l'origine  $\beta_0$  (intercept), avec des pentes de 0.023 pour le grade de dysphonie et -0.065 pour l'âge des participants. Ces informations nous permettent alors d'estimer les temps de réaction pour chaque âge en réponse à des consignes produites par des locutrices atteintes par différents grades de dysphonies (Table 30).

Âge \ Grade (G)	Grade (G)		
	0	1	2
7	1.035 sec.	1.060 sec.	1.084 sec.
8	0.970 sec.	0.993 sec.	1.016 sec.
9	0.909 sec.	0.930 sec.	0.952 sec.
10	0.851 sec.	0.871 sec.	0.892 sec.

Table 30 : Estimation par le modèle linéaire mixte des temps de réaction moyens (en secondes) en fonction du grade de dysphonie (G) et de l'âge des enfants, après transformation inverse des valeurs logarithmiques

Bien que nos données ne permettent pas d'évaluer de façon systématique le lien entre l'âge des participants et le degré de dysphonie des locutrices, en raison de l'absence d'interaction significative entre ces deux facteurs, nous pouvons tout de même noter que la pente associée au grade de dysphonie est sensiblement plus importante ( $\beta=0.053$ ) dans le cas d'un modèle limité aux seuls enfants de 7 ans que pour le modèle incluant l'ensemble des participants. Conformément aux tendances observées dans

nos données (Figure 39), il semblerait donc que les participants les plus jeunes soient les plus impactés par la dysphonie lors du décodage du contraste de voisement.

### 5.3 Discussion

- Quel est l'impact de la dysphonie sur la réception du message par les élèves ?

Nous avons pu montrer via des mesures de temps de réaction que la dysphonie semble bien impacter la réception du message par les élèves. Ce résultat est d'autant plus intéressant qu'il est obtenu à partir d'un corpus de professeures des écoles dysphoniques et témoin encore en fonction. L'utilisation de temps de réaction a permis d'éviter un effet plancher et d'observer plus finement l'impact de la dysphonie, même légère, sur les élèves que si nous avions seulement analysé les proportions de bonnes ou mauvaises réponses. Nos résultats indiquent que le temps nécessaire au traitement de certains contrastes est accru par la présence d'une pathologie vocale, ce qui semble révélateur d'une charge cognitive plus importante chez les élèves lors du décodage de ces contrastes en présence d'une voix dysphonique.

Bien que la différence des temps de réaction observée en fonction du grade de dysphonie puisse paraître relativement faible elle est tout de même significative et confirme les résultats d'une précédente étude. En effet, une expérimentation réalisée de façon concomitante à la nôtre et mettant également en œuvre des mesures de temps de réaction auprès d'enfants d'âge scolaire a conclu à des temps de réaction plus élevés dans une tâche consistant à indiquer si deux non-mots prononcés sont identiques ou non lorsqu'ils sont prononcés par une locutrice cotée 0 sur tous les critères de l'échelle GRBAS, puis imitant une voix dysphonique sévère de grade G3 (Schiller et al., 2020). Nos résultats semblent complémentaires puisque nous mettons en lumière le fait que la dysphonie légère peut également avoir un impact sur le temps de réaction d'enfants dans une tâche de discrimination de certains contrastes phonémiques.

Pour notre étude, il est fort probable qu'une expérimentation se rapprochant plus d'un réel contexte de classe laisse apparaître des résultats plus significatifs. Premièrement car le contexte d'écoute était très favorable à une bonne discrimination et n'est pas comparable avec une classe dans laquelle le bruit de fond est en moyenne de 72dB



(Shield et al., 2004). Effectivement, nous avons ici des enfants seuls avec l'expérimentateur dans une pièce calme et qui écoutaient des PE enregistrées en chambre sourde. De plus, le jeu est réalisé de manière à ce que toute l'attention de l'enfant soit tournée vers la consigne précise donnée par l'enseignante, or dans la réalité de la vie en classe, la capacité d'enfants de moins de 13 ans à discriminer le message dans la parole est très limitée (Crandell, 2005 cité par INSERM : Expertise Collective, 2006). En revanche, l'utilisation de l'ordinateur comme support de jeu crée une certaine artificialité de l'échange, or à partir de 6 ans l'enfant utilise beaucoup le visage de l'enseignante afin de correctement appréhender le message (INSERM : Expertise Collective, 2006).

- La dysphonie perturbe-t-elle de manière uniforme la perception de différents traits phonologiques ?

Nous avons pu observer que parmi les contrastes étudiés (voisement, arrondissement, antériorité, nasalité, lieu d'articulation), seule l'opposition de voisement laissait apparaître une différence significative des temps de réaction des élèves en fonction de la dysphonie de la professeure des écoles.

Comme nous le savons, la dysphonie dysfonctionnelle provient d'une surutilisation des plis vocaux (Titze et al., 2015). Ainsi il est purement logique, parmi les contrastes mis en jeu dans notre expérimentation, que la paire comprenant une opposition de voisement soit celle pour laquelle nous retrouvons une différence significative.

Ce résultat tend à confirmer l'idée selon laquelle la dysphonie se présente sous forme « d'évènements dysphoniques » et ne parcourt pas de la même manière toute la production pathologique (Révis, 2004; Révis et al., 2012). Si tel était le cas, nous aurions probablement pu observer des temps de réaction significativement plus longs pour toutes les paires minimales lorsque la pathologie est plus sévère.

En revanche, la seule étude s'intéressant, à notre connaissance, aux temps de réaction d'enfants face à des consignes données par une voix imitant une dysphonie sévère conclut à des temps de réactions significativement plus longs, tous types de contrastes confondus (Schiller et al., 2020). Cette intéressante différence avec nos résultats

pourrait être liée à la sévérité de la dysphonie étudiée puisque notre expérience se base sur des pathologies légères. Ces conclusions semblent donc mettre en lumière que la sévérité de la dysphonie est un facteur ayant une grande influence sur la réception du message par les enfants, mais que certains contrastes et notamment celui de voisement sont plus sensibles à la dysphonie, même légère.

En outre, il a été mis en avant que l'attaque est particulièrement importante dans l'évaluation et la perception de la dysphonie et plus particulièrement pour les grades (G) modéré 1 et 2, qui sont précisément le type de dysphonies qui compose notre corpus (Révis, 2004; Révis et al., 1999). Il est donc possible de penser que les paires minimales n'ayant pas comme attaque le phonème permettant la discrimination entre les deux mots sont perçues comme produites par des voix moins dysphoniques, ce qui soulève des questions sur les liens éventuels entre cette perception du degré de dysphonie et le temps de réaction correspondant.

- La dysphonie de l'enseignante impacte-t-elle de la même manière les élèves de tous âges ?

La dysphonie impacte bien les élèves de 7 ans (CE1) comme de 10 ans (CM2), toutefois nos résultats suggèrent un effet de la pathologie vocale de l'enseignante plus fort dans le cas des élèves les plus jeunes parmi ceux que nous avons évalués. Ce résultat ne semble pas surprenant puisque les enfants de 6-7 ans sont significativement plus dérangés par le bruit que ceux de 10-11 ans (Dockrell et al., 2004). Cela indique que les conditions perturbées de la classe à cause du brouhaha permanent impacte plus les plus jeunes enfants, mais nous savons également que la voix dysphonique est porteuse de « bruit » (Baken et al., 2000). Ainsi, le bruit inhérent à la voix dysphonique est également un facteur de perturbation de l'élève et cela serait d'autant plus vrai que l'enfant est jeune.

## 6. Expérimentation 3 : Impact de la voix sur autrui

### RÉSUMÉ DE LA PARTIE

---

Nous chercherons à examiner l'impact de la dysphonie sur l'attribution de traits de personnalité par des auditeurs naïfs.

À la suite d'études pilotes visant à établir des échelles sémantiques différentielles basées sur des adjectifs de personnalité sélectionnés par 29 auditeurs naïfs dans une tâche de catégorisation libre, nous obtenons 4 échelles de personnalité (joyeuse-triste ; sympathique-désagréable ; dynamique-molle ; confiante-hésitante) validées par 120 participants francophones natifs, et une échelle d'évaluation du trouble vocal (aucun trouble vocal-trouble vocal sévère). 40 auditeurs naïfs ont ensuite évalué les voix de 61 femmes PE sur ces 5 échelles.

Un accord modéré est observé entre l'évaluation experte du trouble dysphonique et la perception de la pathologie vocale par les naïfs, cette observation étant probablement liée à la perception positive de la raucité par les naïfs. Néanmoins, le trouble vocal perçu par les auditeurs naïfs influence très négativement les traits de personnalité qu'ils attribuent à une locutrice.

D'après la mise en correspondance des analyses acoustiques et des jugements de personnalité recueillis, il semblerait que les voix de femmes plutôt aiguës, avec un débit rapide et une légère raucité entraînent des jugements significativement plus positifs sur tous les traits de personnalités étudiés.

---

Notre troisième et dernière partie expérimentale a pour but d'étudier l'impact de la dysphonie légère sur autrui quant à la perception de la pathologie vocale et au jugement de personnalité. Alors que le lien entre voix et personnalité est étudié depuis l'antiquité et très bien documenté (Kreiman et al., 2011), le cas des voix pathologiques fait l'objet d'un intérêt bien moindre. Les recherches existantes concluent à un jugement de personnalité très sévère des voix pathologiques, plus particulièrement pour les femmes (Blood et al., 1979; Ruscello et al., 1988). Quant au rapport entre voix dysphoniques et personnalité, il semble être peu étudié et ne concerner que les pathologies sévères (Amir et al., 2013). Ainsi, nous nous intéressons au jugement de personnalité de locutrices atteintes de dysphonies légères (Grades 1 et 2). Nous examinons si une norme existe au sein de notre population d'auditeurs et auditrices françaises et si la perception du trouble vocal mène également à un jugement plus sévère de la personnalité.

Les questions de recherche auxquelles nous tentons de répondre dans cette partie expérimentale sont les suivantes :

- La perception de la dysphonie par les naïfs est-elle consistante avec l'évaluation experte réalisée sur l'échelle GRBAS ?
- Quelle est l'incidence du trouble dysphonique sur le jugement de personnalité ?
- Quels indices acoustiques les auditeurs exploitent-ils pour juger la personnalité ?

## 6.1 Méthodologie

L'expérimentation finale se base sur le principe des échelles sémantiques différentielles (Osgood, 1952). Les auditeurs doivent donc évaluer les voix sur plusieurs échelles non-continues de personnalité et sur une échelle dite de « pathologie vocale ». Afin de proposer un choix d'échelles adapté aux spécificités de nos données, nous optons pour une méthodologie comprenant deux études pilotes visant à sélectionner les adjectifs qui représentent le mieux les locutrices de notre panel.

L'extrait de parole utilisé dans cette partie est le premier paragraphe de la lecture dite « neutre » du texte « *La bise et le soleil* », pour chacune de nos 61 locutrices professeures des écoles témoins et dysphoniques.

### 6.1.1 Étude pilote 1 : catégorisation des voix par adjectifs libres

Cette première étude pilote est une expérimentation perceptive codée à l'aide du logiciel PsychoPy3 (Peirce et al., 2019) puis mise en ligne sur la plateforme associée pavlovia.org afin de faciliter sa diffusion.

L'objectif de ce pilote est d'éviter de forcer la catégorisation des locutrices à l'aide d'adjectifs de personnalité qui ne seraient pas pertinents pour les auditeurs. Cette étape a donc pour but de repérer les adjectifs les plus utilisés pour décrire les professeures des écoles de notre panel afin de proposer une sélection d'échelles sémantiques différentielles représentatives et de ne pas soumettre les auditeurs à des choix qui découlent trop directement de nos hypothèses.

La consigne est ici simple, il s'agit pour les auditeurs naïfs d'écouter les premières phrases de « *La bise et le soleil* » lues par nos 61 PE, et de qualifier librement, avec tous les adjectifs souhaités, la personnalité de la femme dont la voix vient d'être entendue. Trois des 61 stimuli sont présentés en test-retest de manière à contrôler la consistance des auditeurs naïfs. Sans être précisément décrite, cette étape de travail a déjà été utilisée dans l'étude de la personnalité à travers la voix dysphonique (Amir et al., 2013).

Nous conseillons aux auditeurs de donner un à deux adjectifs par voix bien qu'il y ait le choix d'en donner plus, ou même aucun. Cette possibilité de faire passer un extrait de parole sans l'avoir évalué est encore une fois motivé par la volonté de ne pas biaiser les résultats en imposant une catégorisation. Les participants sont invités à être spontanés et à ne pas trop se questionner, tout d'abord car nous avons besoin de la toute première impression mais aussi car il n'y a pas la possibilité de réécouter les voix. Cette décision est principalement motivée par le besoin de ne pas rendre l'expérimentation trop coûteuse pour les auditeurs. Malgré cette précaution, plus de 100 tentatives du test ont été avortées car le traitement des 61 stimuli demande environ

45 minutes. Chaque test est sélectionné au hasard parmi 1000 ordres aléatoires contrôlés différents générés au préalable à l'aide du programme Mix (van Casteren et al., 2006) de manière à ne pas avoir à la suite les deux voix proposées en test-retests mais aussi à ce que tous les auditeurs n'entendent pas les stimuli dans le même ordre.

Au total 29 auditeurs naïfs ont mené le test à son terme. Ce panel est composé de 9 hommes et 20 femmes d'une moyenne d'âge de 26.5 ans sélectionnés selon les critères d'inclusion suivants :

- Ils sont nés en France et sont locuteurs natifs du français ;
- Ils n'ont aucun trouble auditif connu.

Nous avons également collecté les informations suivantes :

- Leur ville de naissance ;
- Les différentes régions de France ou d'autres pays francophones dans lesquels ils ont vécu plus de 3 ans ;
- Le nombre d'années vécues dans la région de France ou francophone dans laquelle ils sont restés le plus longtemps ;
- Leur métier.

Grâce à la disponibilité en ligne de l'expérimentation, nous avons obtenu des réponses de personnes qui ont vécu la majorité de leur vie dans 8 des 13 grandes régions de France ainsi qu'un auditeur né et ayant vécu plus de la moitié du temps en Nouvelle-Calédonie avant d'arriver en Île-de-France. Cette prise d'information permet également d'observer que cinq auditrices sont orthophonistes et sont donc plus exposées aux voix dysphoniques.

Après avoir évalué chacune des 61 locutrices, les 29 auditeurs ont donné au total 2557 adjectifs pour qualifier leurs personnalités en se basant uniquement sur leurs voix. Un long pré-traitement manuel est ensuite nécessaire pour uniformiser certaines formes, comme les mots contenant des fautes d'orthographe ainsi que certaines abréviations telles que « sympa » pour « sympathique », qui empêchent d'affilier les adjectifs à la bonne catégorie durant le comptage automatisé. Parmi les 2557 réponses initiales, nous obtenons alors 583 adjectifs différents que nous appelons « modalité ». Parmi ces 583

modalités nous retrouvons une catégorie vide puisqu'il est possible de ne pas évaluer certains extraits de parole, ainsi qu'une modalité « nulle » pour les réponses non-interprétables, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de mots n'étant pas un trait de personnalité comme « aigüe », « récitante » ou encore « dysphonique ».

Dans un second temps, un deuxième pré-traitement manuel est réalisé afin d'obtenir un nombre d'adjectifs plus restreint et plus facilement exploitable. De nombreux synonymes ont été utilisés par nos auditeurs, à cette étape nous avons donc choisi de regrouper certaines de ces modalités dans un nombre plus restreint de plus larges catégories désignées par l'adjectif le plus souvent utilisé au sein de la catégorie. Ainsi, nous décidons, par exemple, de regrouper les modalités « sympathique », « agréable », « aimable », « avenante », « bienveillante », « gentille », « ouverte » dans une nouvelle catégorie simplement étiquetée « sympathique » car c'est l'adjectif majoritairement utilisé parmi tous ces synonymes (Table 31).

Modalités regroupées sous l'étiquette « sympathique »	Nombre d'utilisation de la modalité par les auditeurs
Sympathique	83
Agréable	6
Aimable	12
Avenante	6
Bienveillante	10
Gentille	61
Ouverte	6
Total	184

Table 31 : Exemple du regroupement de diverses modalités dans une catégorie unique labelisée « sympathique »

Dans le cadre de l'analyse de ces résultats, nous n'avons pas exclu d'auditeurs d'après le test-retest car même s'il est évident que les adjectifs donnés ne sont pas toujours les mêmes, des antonymes n'ont jamais été utilisés pour décrire la même locutrice. Le test-retest comprend 236 adjectifs au total parmi lesquels nous observons tout de même 13.1% de réponses parfaitement consistantes. Certes, ce pourcentage peut paraître faible mais reste satisfaisant au regard de la grande liberté qu'offre cette tâche expérimentale à l'auditeur.

Enfin, nous obtenons, après recatégorisation de certaines modalités comme synonymes, une liste de 163 catégories (Annexe 19, p.214). Nous extrayons de cette liste un classement des 15 catégories les plus utilisées pour décrire la personnalité de nos locutrices afin de sélectionner parmi ces adjectifs les paires d'antonymes qui figureront sur nos échelles sémantiques différentielles (Table 32). Nous désignons cette liste des 15 adjectifs les plus fréquents, de laquelle nous retranchons les réponses vides ou non-interprétables, par le terme de « top 13 ».

Catégorie	Nombre d'utilisation
« Vide » : absence de réponse volontaire	238
Sympathique	184
Confiante	116
Hésitante	112
« Non-interprétable »	88
Douce	82
Dynamique	79
Joyeuse	72
Timide	71
Calme	70
Stricte	69
Stressée	68
Triste	67
Hautaine	61
Intelligente	41

Table 32 : Liste des 15 adjectifs de personnalité les plus souvent utilisés pour décrire les voix des locutrices du panel

Ce traitement des données brutes est évidemment discutable car il fait appel à une grande part de subjectivité. C'est pourquoi nous avons réalisé une deuxième étude pilote afin de faire valider nos regroupements synonymiques par un plus large panel de locuteur natifs du français.

### 6.1.2 Étude pilote 2 : Validation des adjectifs

Dans une seconde enquête en ligne, des locuteurs natifs du français sont donc invités à donner leur avis sur la synonymie ainsi que sur l'antonymie de certains adjectifs. Cette deuxième étude pilote se déroule en deux temps :

- Tout d'abord, une validation, ou infirmation, de la synonymie des différentes modalités regroupées dans une même catégorie afin de s'assurer qu'un



regroupement abusif de notre part ne fausse pas le comptage des adjectifs les plus souvent utilisés.

- Puis une validation, ou infirmation, du choix de l'antonyme associé pour la création des échelles sémantiques différentielles qui seront utilisées dans le test final : parfois l'antonyme se trouve naturellement dans les adjectifs de personnalité de notre « top 13 » (comme pour la paire « joyeuse – triste ») mais il arrive aussi que nous proposons l'antonyme qui nous semble le plus correct (comme pour la paire « dynamique – molle », « molle » n'étant que le 19<sup>ème</sup> adjectif le plus utilisé).

Le questionnaire a été publié en ligne à partir de Google Form. Nous l'avons ensuite largement diffusé sur les réseaux sociaux en ne limitant les participants que par un critère d'inclusion : être francophone natif car nous nous intéressons ici à leur compétence de locuteur et leurs connaissances sur l'usage du français.

Au total, 120 participants ont évalué les synonymes et antonymes que nous avons préalablement sélectionnés. Le seuil d'acceptabilité pour valider la synonymie ou l'antonymie d'une paire a été fixée à 70% d'accord (soit 84 participants sur 120).

Bien que certains regroupements synonymiques aient été jugés abusifs, cela n'a pas modifié le classement des adjectifs les plus souvent utilisés car tous les mots proposés dans l'enquête appartiennent toujours au « top 13 » (Table 33).

Pour ce qui est des antonymes, ils sont tous validés à plus de 84% par le panel, à l'exception d'un qui doit alors être modifié. Selon nos participants « anxieuse » n'est pas un antonyme convenable de « confiante ». Uniquement 58 de nos natifs, soit 48.3% du total, considèrent cette paire comme acceptable. Les participants ayant infirmé l'antonymie de la paire « Confiante – Anxieuse » sont invités à donner l'antonyme qui, selon eux, convient le mieux à l'adjectif de personnalité « confiante ». La proposition qui recueille le plus large consensus est « hésitante », ce résultat est d'autant plus intéressant que cet adjectif faisait lui aussi parti des 15 les plus utilisés. L'erreur de jugement réalisée lors de la sélection du mot « anxieuse » comme antonyme de « confiante » démontre que ces deux études pilotes ont une réelle utilité et offriront une plus grande représentativité aux résultats de l'expérimentation perceptive finale.

Modalité	Mots proposés comme synonymes	Antonyme cible
Confiante	<b>Décidée, déterminée,</b> sure, <b>affirmée,</b> assurée, <b>certaine</b>	<b>Anxieuse</b>
Sympathique	Agréable, <b>aimable,</b> <b>avenante, bienveillante,</b> gentille, <b>ouverte</b>	Désagréable
Dynamique	Active, dynamique	Molle
Joyeuse	<b>Contente,</b> enjouée, <b>enthousiaste, heureuse,</b> guillerette, gaie, joviale, <b>pétillante</b>	Triste
Triste	<b>Abattue, déprimée,</b> maussade, <b>mélancolique,</b> <b>morne, larmoyante</b>	Joyeuse

Table 33 : Liste des mots « synonymes » proposés aux locuteurs natifs du français à catégoriser comme adjectif ou non du mot choisi comme « modalité » ainsi que les antonymes cibles / mots en rouge : mots n'ayant pas atteint le seuil d'acceptabilité de 70%

Pour finir, nous avons vérifié que chaque locutrice soit bien catégorisée au moins une fois par un des adjectifs des échelles sémantiques différentielles que nous souhaitons utiliser afin de ne pas proposer de traits de personnalité que les auditeurs ne considèrent pas du tout appartenir à certaines locutrices. Au total les 8 adjectifs sélectionnés sont utilisés 665 fois par le panel d'auditeurs pour décrire la personnalité de nos PE. De plus, cette étape montre que chaque locutrice est jugée entre 2 et 34 fois par un ou plusieurs des adjectifs sélectionnés.

Cette dernière vérification nous permet de finaliser la sélection d'échelles sémantiques différentielles utilisées dans l'expérimentation finale et à laquelle s'ajoute une échelle, non pas de personnalité, mais d'évaluation du trouble vocal (Table 34). Ce score supplémentaire permet de comparer simplement la perception du trouble vocal expert à la perception des auditeurs naïfs.

Les échelles finales
« Joyeuse - Triste »
« Sympathique - Désagréable »
« Dynamique - Molle »
« Confiante - Hésitante »
« <i>Aucun trouble vocal - Trouble vocal sévère</i> »

Table 34 : Les échelles sémantiques différentielles validées pour l'expérimentation perceptive finale

### 6.1.3 Expérimentation finale

L'expérimentation perceptive finale est codée sur Praat (Boersma et al., 2020) en adaptant un script initialement conçu pour réaliser des évaluations GRBAS (Mayer, 2018). Cette fois encore, les auditeurs sont invités à écouter le premier paragraphe de « *La bise et le soleil* » pour chacune des 61 locutrices. Deux stimuli sont diffusés en test-retest de manière à contrôler la consistance des auditeurs.

L'expérimentation se présente de manière très simple (Figure 41).

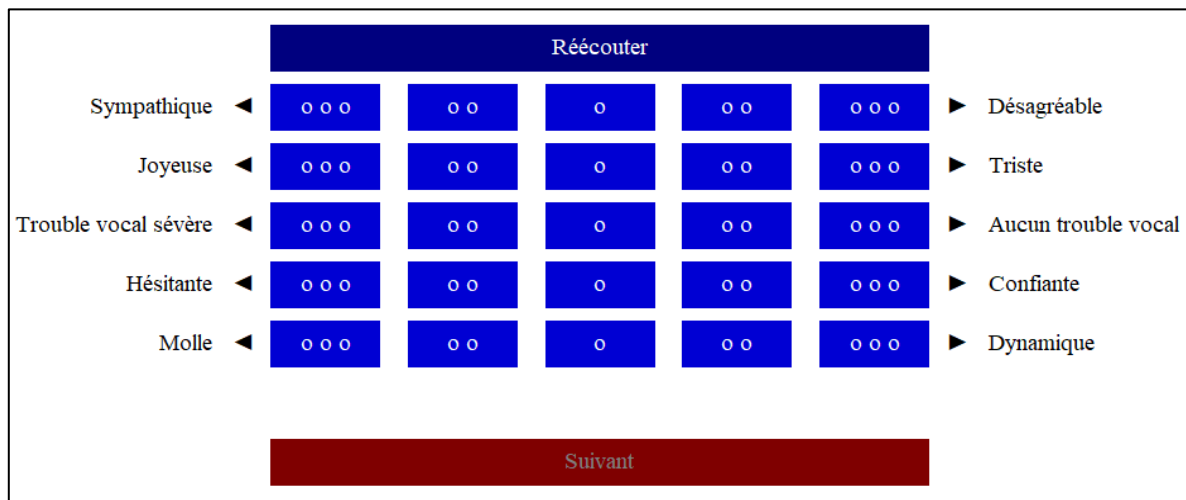


Figure 41 : Capture d'écran de l'expérimentation perceptive finale en aléatoire figé (test numéro 1)

L'auditeur doit évaluer sur chaque échelle sémantique différentielle la voix qu'il vient d'entendre sans possibilité de passer à l'extrait suivant sans avoir répondu. Le son peut être rejoué jusqu'à cinq fois, soit une fois par échelle, mais il est conseillé aux auditeurs de rester spontanés et de ne réécouter chaque son que lorsque cela est nécessaire. Les échelles sont composées de cinq niveaux allant d'un extrême à un autre avec la possibilité de choisir une réponse neutre car les échelles de Likert ainsi proposées comptent un nombre impair de points. Afin de ne pas biaiser la perception des auditeurs en présentant certaines réponses comme positives ou négatives, les boutons sont créés avec des ronds représentant les différents niveaux associés à chaque trait de personnalité et non des « + » et des « - ». Plus tard les résultats seront cotés 1 pour la réponse la plus positive jusqu'à 5 pour la réponse la plus négative, à l'instar de la cotation du GRBAS, dont la cotation va de 0 à 3, plus le score sera élevé, plus l'évaluation est sévère.

Chaque test est encore une fois proposé en ordre aléatoire contrôlé et générés au préalable avec le programme Mix (van Casteren et al., 2006) afin d'éviter la présentation consécutive des stimuli en test-retest. En effet, nous ne voulons pas que les test-retests se trouvent à la suite et perturbent l'auditeur qui comprendrait alors qu'il peut se contredire mais aussi que chaque locutrice puisse être présentée vers le début, lorsque la concentration de l'auditeur est maximale. Par ailleurs, l'ordre des échelles mais aussi l'orientation des adjectifs (à gauche où à droite de l'échelle) sont également choisis aléatoirement car il a déjà été expérimentalement observé que l'ordre de présentation des adjectifs de personnalité servant à décrire un individu peut affecter notre point de vue global sur cette personne. Lorsqu'on demande à un naïf de décrire une personne selon des traits de personnalité préalablement donné par l'expérimentateur, les portraits peuvent totalement diverger selon si les adjectifs représentant des qualités sont avant les défauts et inversement (Asch, 1946) :

- Un individu décrit comme « intelligent – travailleur – impulsif – critique – têtu – envieux » obtient un portrait très élogieux car certains traits négatifs vont être détournés en point positifs comme le fait qu'il soit têtu qui devient positif puisque sa grande intelligence justifie qu'il insiste car il sait ce qu'il fait mieux que les autres.
- Un individu décrit dans le sens inverse exact comme « envieux – têtu, critique – impulsif – travailleur – intelligent » est jugé quant à lui de manière très négative, et certains des points positifs prennent alors une connotation négative. Par exemple, s'il est travailleur c'est uniquement car il est envieux des autres et ne peut pas supporter de faire moins bien.

Nous pouvons donc supposer que l'affichage systématique de l'adjectif positif ou négatif à droite, et donc dans le sens logique de lecture, viendrait biaiser nos résultats.

Au total, 40 auditeurs ont participé à notre expérimentation perceptive finale. Nous comptabilisons 18 hommes et 22 femmes entre 18 et 60 ans (avec une moyenne d'âge de 36 ans et un écart-type de 14 ans), tous locuteurs natifs du français.

#### 6.1.4 Calcul des scores de trouble vocal et de personnalité

Ainsi, avec 200 évaluations obtenues pour chaque locutrice, nous calculons deux indices différents (Annexe 20, p.218) :

- Un score moyen unique par locutrice pour chaque trait de personnalité, c'est-à-dire un score compris entre 1 (le plus positif) et 5 (le plus négatif). Pour obtenir cela, nous calculons la moyenne des évaluations des 40 auditeurs pour chaque échelle (traits de personnalité et évaluation du trouble vocal).
- Une catégorie globale de sévérité du jugement (positif, médian, négatif). La catégorie est établie à partir d'une note sur 20 issue d'une addition des notes sur cinq des échelles de personnalité (en dehors de celle de l'évaluation du trouble vocal). La note la plus positive obtenue étant 5.7 (pour un minimum théorique de 4) et la plus négative 16 (pour un maximum théorique de 20), nous obtenons une étendue de 10.3. Afin d'obtenir 3 catégories, nous avons divisé cette valeur en trois parties d'une étendue de 3.43 de manière à répartir nos locutrices. Ainsi, la catégorie globale « positive » est donc comprise entre 5.7 et 9.1, « médiane » entre 9.2 et 12.5 et « négative » entre 12.6 et 16 (Table 35).

Catégorie globale	Nombre de locutrices concernées
Jugement « positif »	15
Jugement « médian »	29
Jugement « négatif »	17

Table 35 : Nombre de locutrices composant chaque catégorie globale de sévérité du jugement

Pour ce qui est de l'observation des test-retests, nos sujets ont un jugement constant car nous observons une différence allant d'un minimum de 0.025 à un maximum de 0.325 entre les scores moyens des stimuli dupliqués pour chaque échelle. En raison de la consistance de leurs jugements, nous n'avons exclu aucun auditeur des résultats finaux.

## 6.2 Résultats

Les analyses suivantes portent sur les résultats des auditeurs à la fois de sexe féminin et masculin car contrairement à ce que nous pouvons penser, nous n'avons pas d'effet

du sexe sur le jugement de personnalité des locutrices (Table 36). Nous observons de très fortes corrélations entre le jugement des hommes et des femmes ainsi qu'aucune différence statistiquement significative entre groupes.

Échelle	Test-t	Coefficient de corrélation r
« Joyeuse - Triste »	t(120)=-0.408 p=0.68	0.951
« Sympathique - Désagréable »	t(120)=-0.870 p=0.39	0.865
« Dynamique - Molle »	t(120)=-0.662 p=0.51	0.942
« Confiante - Hésitante »	t(120)=- -1.026 p=0.31	0.914

Table 36 : Comparaison des jugements de personnalité réalisés par les auditeurs masculins et féminins

### 6.2.1 Trouble vocal perçu et jugement de personnalité

Tout d'abord, nous avons cherché à évaluer la consistance entre le jugement du trouble vocal réalisé sur une échelle sémantique différentielle par les auditeurs naïfs avec le GRBAS expert (Table 37).

Dimension du GRBAS	Coefficient $\rho$	Valeur-p
G	0.630	<0.0001
R	0.579	<0.0001
B	0.391	0.002
S	0.304	0.02

Table 37 : Table de corrélation entre le GRB(A)S expert et le score moyen de l'évaluation du trouble vocal par les auditeurs naïfs

Nous réalisons ici des corrélations de Spearman car les cotations du GRBAS sont effectuées sur des échelles ordinales (scores entiers compris entre 0 et 3) et non continues. Tout d'abord, nous observons une corrélation modérée entre le diagnostic expert du grade (G) de dysphonie de l'échelle GRBAS et le jugement du trouble vocal par les naïfs. En revanche, cette corrélation est fortement significative et une visualisation graphique nous permet d'observer qu'hormis deux locutrices évaluées comme G0 lors de l'évaluation experte et beaucoup plus sévèrement par les naïfs les deux évaluations sont consistantes (Figure 42). Nous constatons également que la raucité (R) de la locutrice semble avoir un impact significatif mais toutefois modéré

sur l'évaluation naïve du trouble vocal. Pour ce qui est du souffle (B) et du serrage vocal (S), nous obtenons encore une fois des corrélations significatives mais dont les coefficients semblent relativement faibles. Nous ne présentons pas ici les résultats de l'asthénie (A) car toutes nos locutrices sont cotées 0 pour ce facteur.

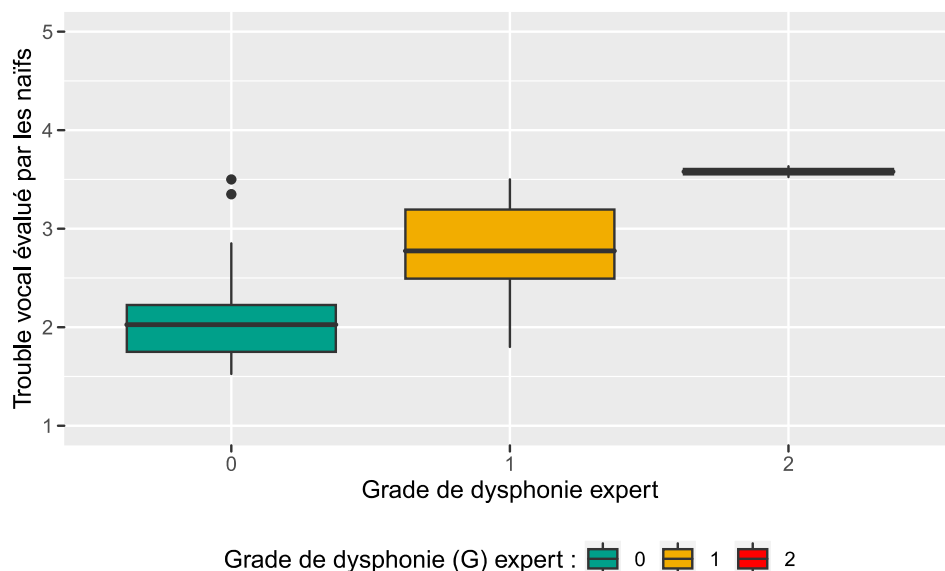


Figure 42 : Boxplots représentant le score de l'évaluation vocale naïve en fonction du grade (G) expert de dysphonie

Nous nous questionnons ensuite sur l'incidence du trouble dysphonique sur le jugement de la personnalité. Des corrélations de Pearson-Bravais ont été réalisées ici car même si les évaluations sur échelles sémantiques différentielles recueillies individuellement auprès des auditeurs sont non-continues, les moyennes calculées ensuite, tous auditeurs confondus, se répartissent sur des échelles continues.

Nous obtenons alors des corrélations assez fortes entre le trouble vocal perçu par les naïfs et l'évaluation des locutrices sur les différents traits de personnalité (Table 38).

Échelle de personnalité	Coefficient r	Valeur-p
Joyeuse - Triste	0.672	p<0.0001
Sympathique - Désagréable	0.787	p<0.0001
Dynamique - Molle	0.590	p<0.0001
Confiante - Hésitante	0.719	p<0.0001

Table 38 : Corrélations de Pearson réalisées entre les scores moyens de personnalité et l'évaluation du trouble dysphonique par les auditeurs naïfs

Lorsque nous comparons l'évaluation de la dysphonie par les naïfs avec la catégorie globale de jugement de personnalité (positive, médiane, négative), nous observons que la dysphonie a une incidence très importante sur le profil donné à chaque locutrice (Figure 43).

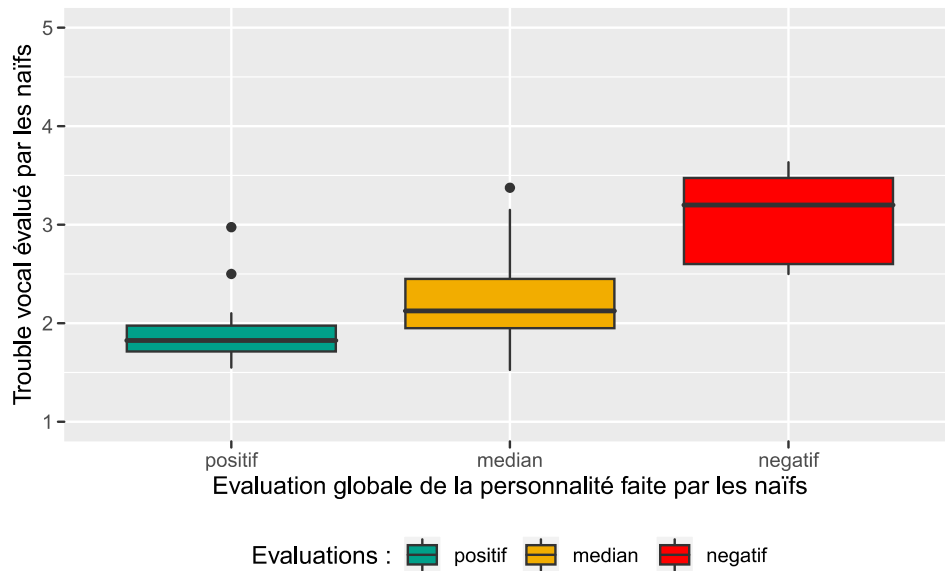


Figure 43 : Évaluation globale de la personnalité des locutrices par les auditeurs naïfs en fonction de l'évaluation du trouble vocal par les naïfs

En effet, plus les locutrices sont jugées comme ayant un trouble vocal sévère, plus elles sont décrites avec des traits de personnalité négatifs.

Nous obtenons également de fortes corrélations entre les jugements des différentes dimensions de personnalité entre elles (Table 39).

	Joyeuse - Triste	Sympathique - Désagréable	Dynamique - Molle	Confiante - Hésitante
Joyeuse - Triste		r=0.842 p<0.0001	r= 0.839 p<0.0001	r= 0.814 p<0.0001
Sympathique - Désagréable			r=0.658 p<0.0001	r=0.766 p<0.0001
Dynamique - Molle				r=0.807 p<0.0001
Confiante - Hésitante				

Table 39 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes échelles de personnalité

La plus forte étant entre l'évaluation des locutrices sur les échelles « Joyeuse - Triste » et « Sympathique - Désagréable ». C'est pour les échelles « Dynamique - Molle » et



« Sympathique - Désagréable » que nous trouvons la plus faible corrélation mais pour laquelle nous observons tout de même une importante significativité. Ces résultats montrent que les évaluations naïves sont dans la grande majorité consistantes sur tous les traits attribués à une même locutrice dans leur caractère « positif » ou « négatif ».

## 6.2.2 Jugement de personnalité et mesures acoustiques de qualité de voix

Nous nous intéressons maintenant aux potentielles corrélations de Pearson-Bravais entre les échelles de personnalité et diverses mesures de qualité de voix (Table 40) : la fréquence fondamentale ( $f_0$ ), la durée moyenne syllabique, le rapport harmonique sur bruit (HNR), le taux de passage par zéro (ZCR), l'Acoustic Voice Quality Index (AVQI), la pente spectrale (SS), H1-H2, le pic de proéminence cepstral (CPPS) et la plage de variation en demi-tons (Annexe 21, p.220).

	Joyeuse - Triste	Sympathique - Désagréable	Dynamique - Molle	Confiante - Hésitante
Fréquence fondamentale (Hz)	<b>r=-0.496</b> <b>p&lt;0.0001</b>	<b>r=-0.440</b> <b>p=0.0004</b>	<b>r=-0.423</b> <b>p=0.0007</b>	<b>r=-0.270</b> <b>p=0.03</b>
Durée moyenne syllabique (sec)	<b>r=0.437</b> <b>p=0.0004</b>	<b>r=0.341</b> <b>p=0.007</b>	<b>r=0.743</b> <b>p&lt;0.0001</b>	<b>r=0.538</b> <b>p&lt;0.0001</b>
Rapport harmonique sur bruit (dB)	<b>r=0.452</b> <b>p=0.0003</b>	<b>r=0.317</b> <b>p=0.01</b>	<b>r=0.444</b> <b>p=0.0003</b>	<b>r=0.441</b> <b>p=0.0004</b>
Taux de passage par zéro	<b>r=-0.489</b> <b>p&lt;0.0001</b>	<b>r=-0.423</b> <b>p=0.0007</b>	<b>r=-0.358</b> <b>p=0.005</b>	<b>r=-0.360</b> <b>p=0.004</b>
Acoustic Voice Quality Index	<b>r=0.299</b> <b>p=0.02</b>	r=0.192 p=0.138	r=0.214 p=0.097	<b>r= 0.252</b> <b>p=0.05</b>
Pente spectrale	<b>r=-0.313</b> <b>p=0.01</b>	r=-0.924 p=0.479	r=-0.227 p=0.079	r=-0.061 p=0.643
H1-H2 (dB)	r=-0.161 p=0.214	r=-0.071 p=0.584	r=-0.095 p=0.462	r=-0.048 p=0.711
Pic de proéminence cepstral (dB)	<b>r=-0.288</b> <b>p=0.03</b>	r=-0.112 p=0.390	<b>r=-0.270</b> <b>p=0.04</b>	<b>r=-0.262</b> <b>p=0.04</b>
Plage de variation en demi-tons	r=-0.171 p=0.188	r=-0.042 p= 0.746	r=0.019 p=0.884	r=-0.156 p=0.231

Table 40 : Table des corrélations entre diverses mesures acoustiques et les scores moyens de personnalité des 61 locutrices / en gras rouge : mesures pour lesquels nous pouvons observer des corrélations statistiquement significatives

Nous visualisons les liens entre jugements de personnalité et mesures acoustiques quantifiées par ces corrélations à partir de nuages de points, la droite de régression

linéaire correspondante étant également indiquée sur chacune des figures (Figure 44 à Figure 52).

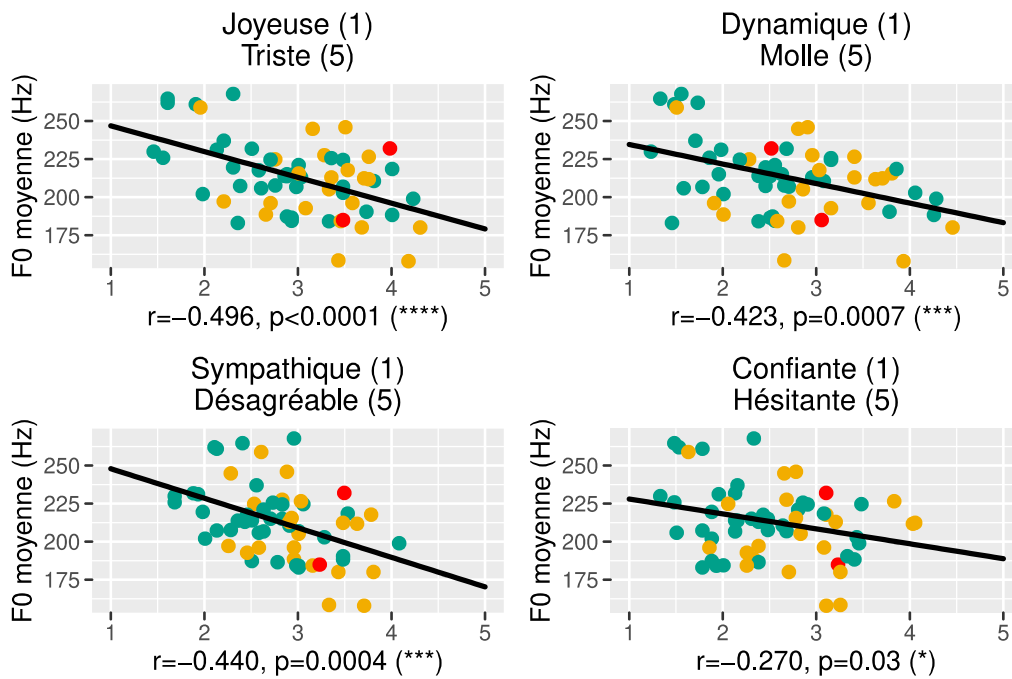


Figure 44 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la fréquence fondamentale (f0) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

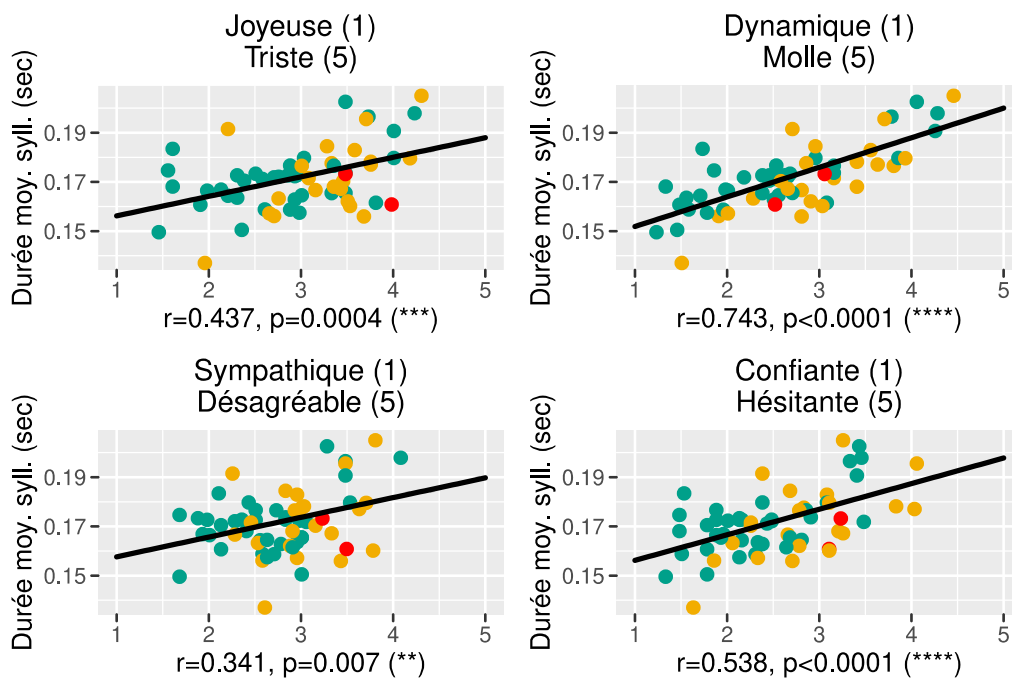


Figure 45 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la durée moyenne syllabique / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

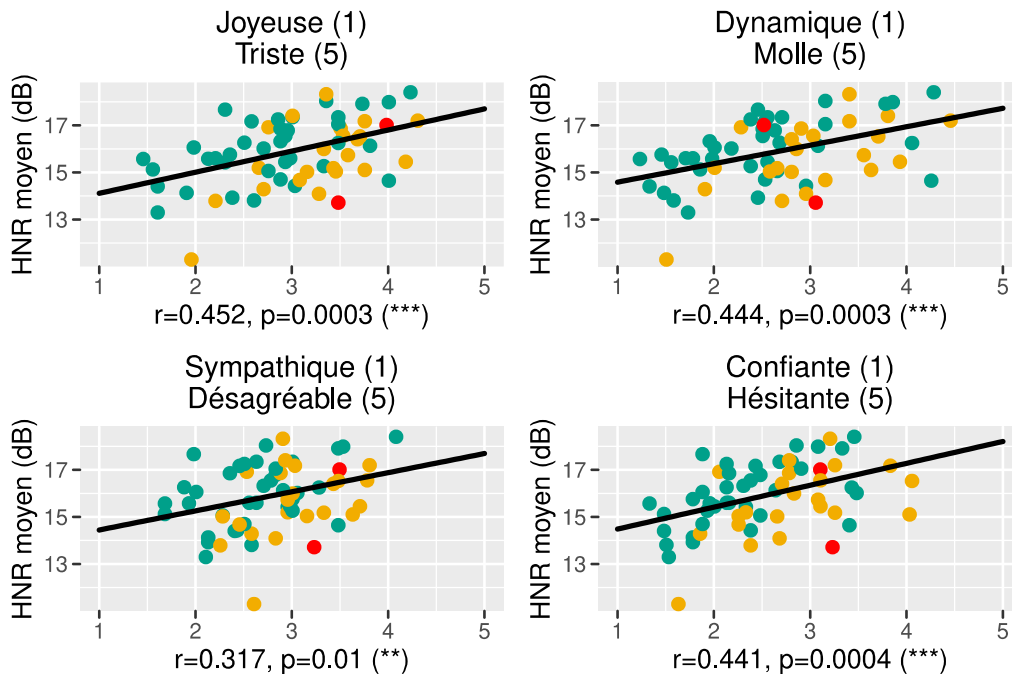


Figure 46 : Corrélation entre les échelles de personnalité et le rapport harmonique sur bruit (HNR) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

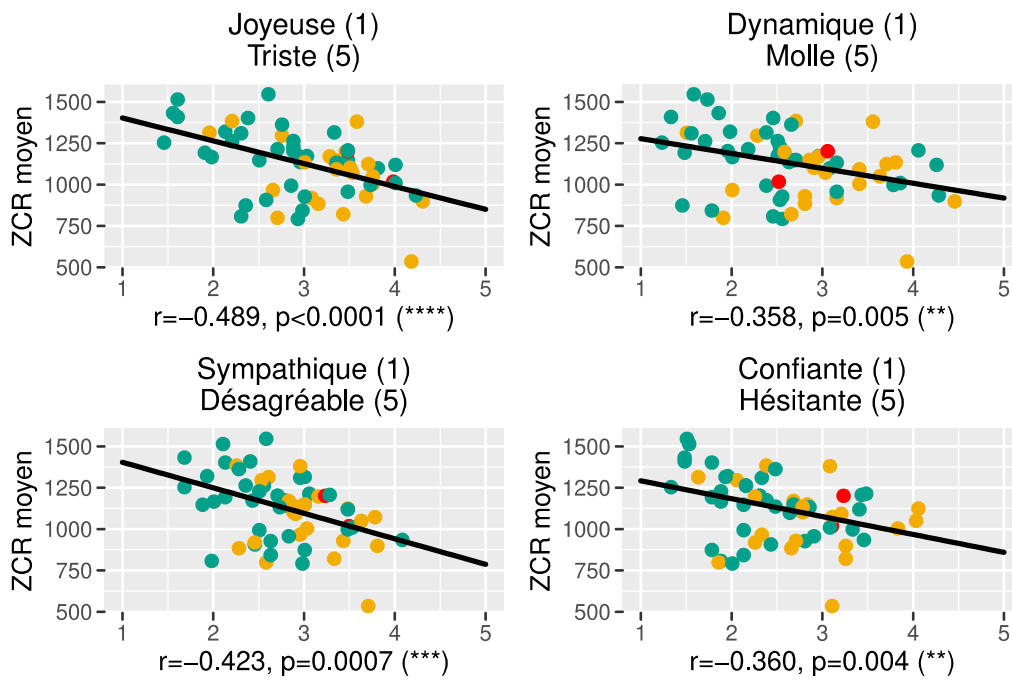


Figure 47 : Corrélation entre les échelles de personnalité et du taux de passage par zéro (ZCR) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

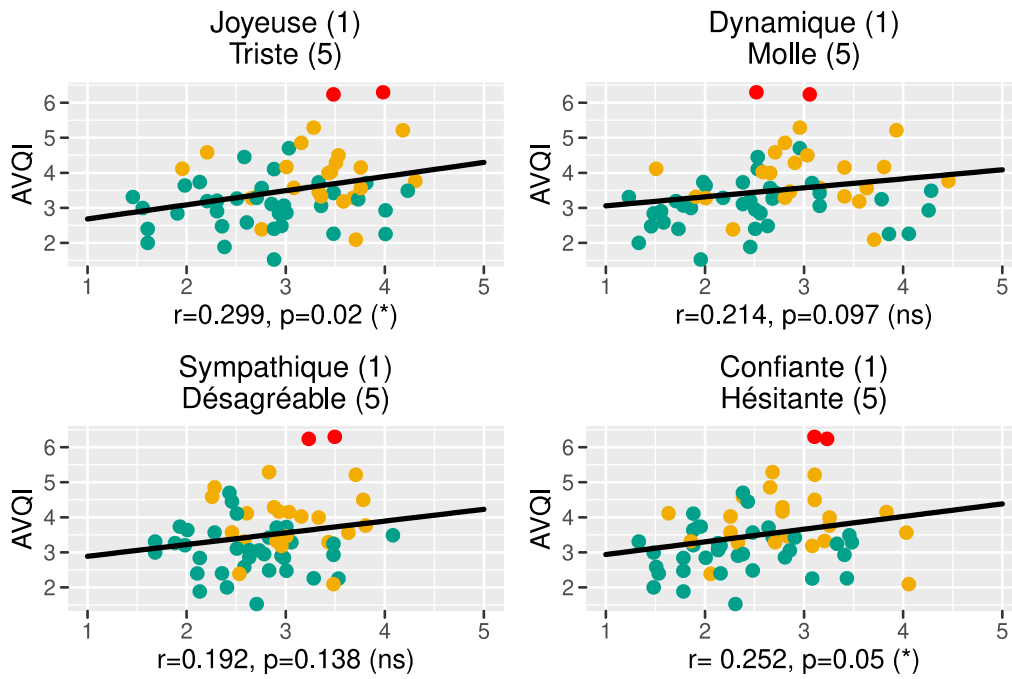


Figure 48 : Corrélation entre les échelles de personnalité et l'Acoustic Voice Quality Index (AVQI) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

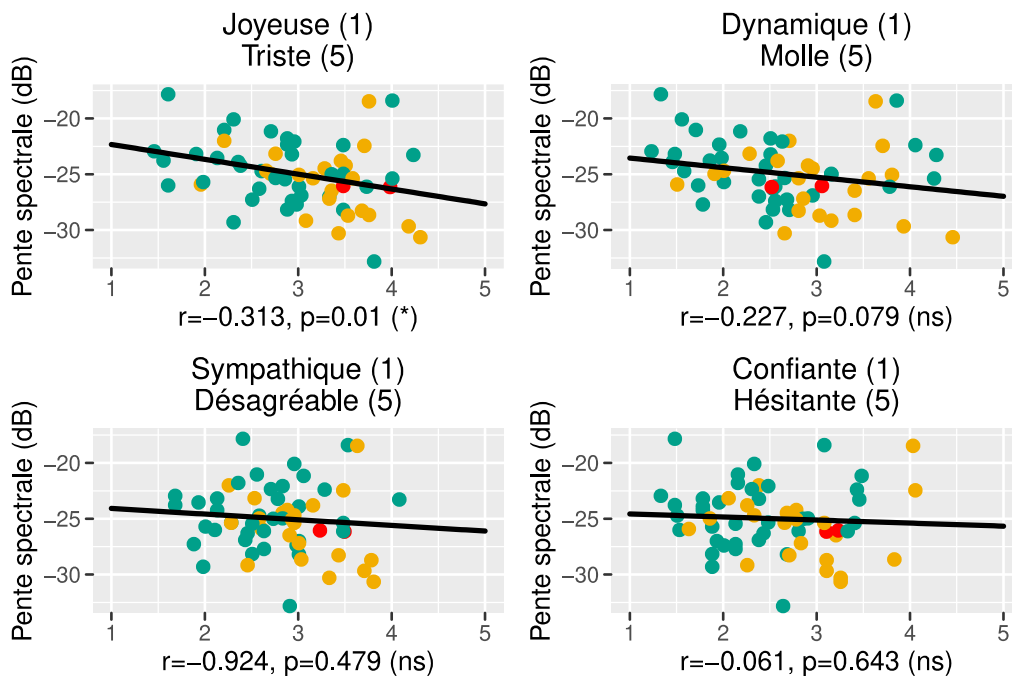


Figure 49 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la pente spectrale / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

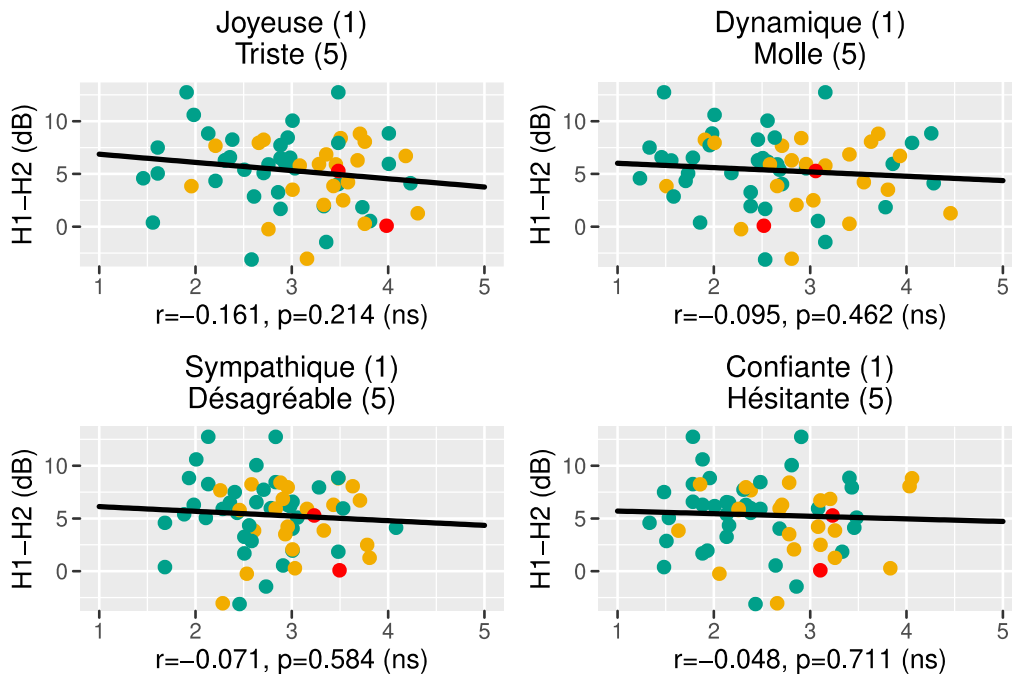


Figure 50 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la mesure H1-H2 / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

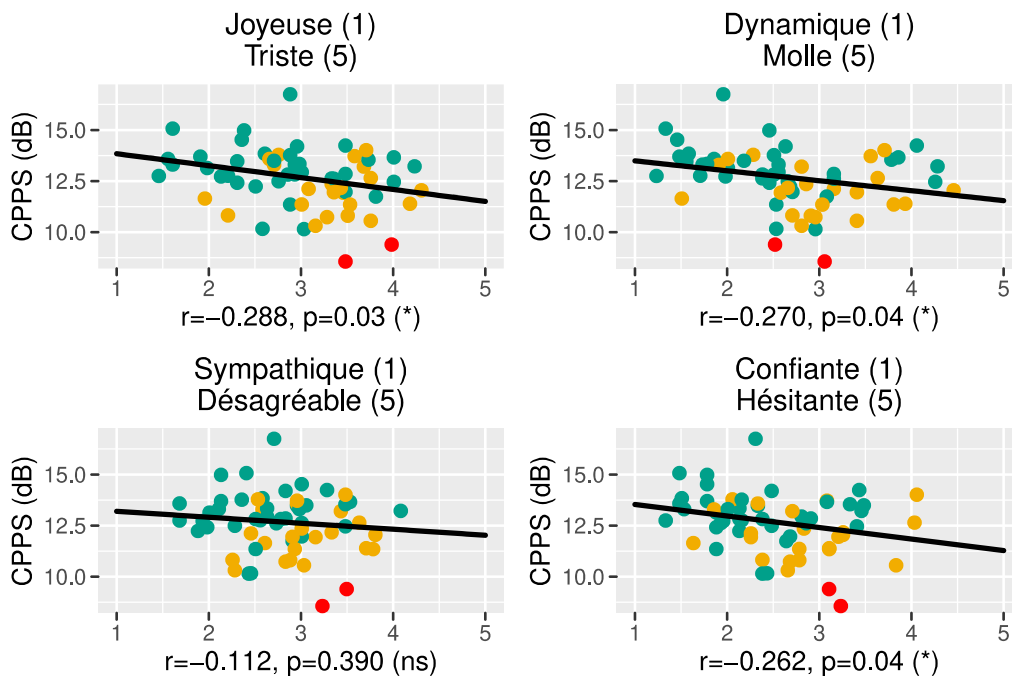


Figure 51 : Corrélation entre les échelles de personnalité et le pic de proéminence cepstral (CPPS) / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

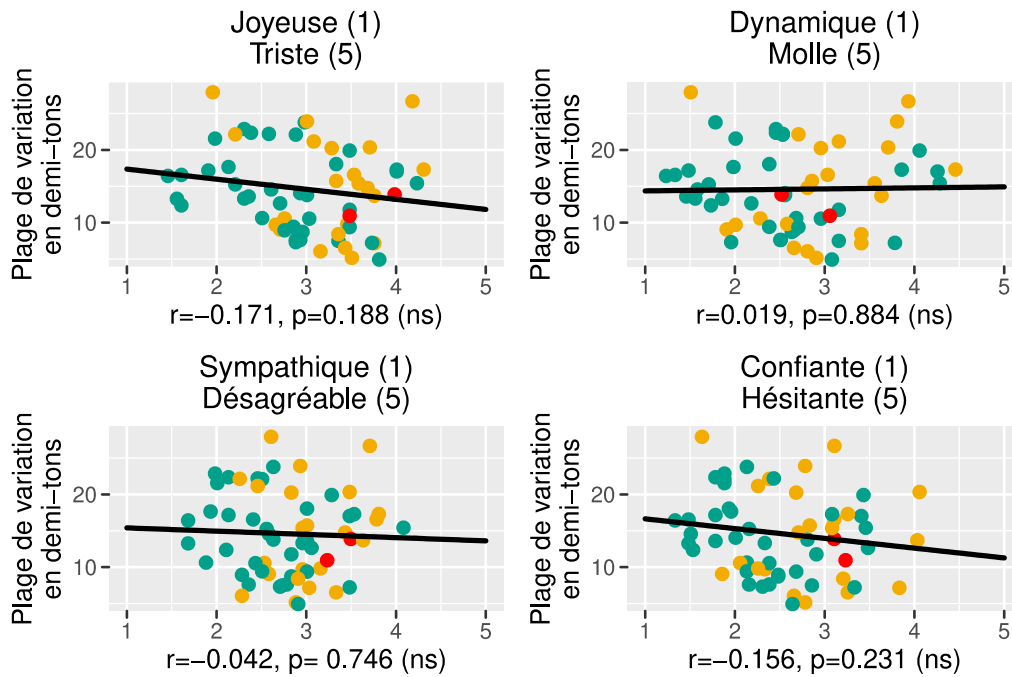


Figure 52 : Corrélation entre les échelles de personnalité et la plage de variation en demi-tons / rouge : locutrices G2 ; jaune : locutrices G1 ; vert : locutrices G0

Parmi les différentes mesures présentées, quatre laissent apparaître une corrélation significative avec le jugement de personnalité pour toutes les échelles : la fréquence fondamentale moyenne ( $f_0$ ), la durée moyenne de production d'une syllabe (durée), le rapport harmonique sur bruit (HNR) et enfin le taux de passage par zéro (ZCR).

Afin d'évaluer l'indépendance entre elles des mesures acoustiques pour lesquelles nous observons un lien avec les jugements de personnalité, nous avons calculé des corrélations de Pearson pour chaque paire de mesures, récapitulées dans la matrice de corrélation ci-dessous (Table 41).

	$f_0$ (Hz)	Durée moy. syll. (sec)	HNR (dB)	ZCR
$f_0$ (Hz)		$r=-0.239$ $p=0.06$	$r=-0.107$ $p=0.414$	$r=0.430$ $p=0.0005$
Durée moy. syll. (sec)			$r=0.254$ $p=0.06$	$r=-0.026$ $p=0.838$
HNR (dB)				$r=-0.391$ $p=0.002$
ZCR				

Table 41 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes mesures acoustiques pour lesquelles nous observons des corrélations avec les échelles de personnalité

Cette matrice de corrélation indique une relative indépendance de la plupart des mesures. Une corrélation significative mais modérée est tout de même observée entre le taux de passage par zéro et la fréquence fondamentale, ce qui n'est pas étonnant puisque le ZCR n'est pas seulement influencé par le bruit mais aussi par la périodicité, les passages par zéro étant plus fréquents dans le cas d'une  $f_0$  plus élevée et donc d'une période fondamentale plus courte. Enfin, une autre corrélation modérée est observée entre le HNR et le ZCR, ce qui semble logique puisque ces deux mesures permettent de quantifier le degré d'apériodicité dans le signal.

Toutes les autres mesures ne laissant pas apparaître de corrélations significatives entre elles, nous pouvons conclure à la relative indépendance de chacun des corrélats acoustiques que nous avons mis en évidence dans le cadre de l'attribution de traits de personnalité par les naïfs.

### 6.2.3 Profils vocaux et classes de jugements de personnalité

Au vu de la tendance observée précédemment de la part des auditeurs naïfs à attribuer aux locutrices des traits de personnalité plus ou moins positifs sur l'ensemble des échelles, les classes de jugements issus des scores de personnalité cumulés peuvent donner un aperçu plus général des liens entre profils vocaux des locutrices et jugements de personnalité (Annexe 20, p.218).

Nous proposons donc une visualisation sous forme de boxplots de la distribution des valeurs des mesures acoustiques dans chacune des classes de jugement de personnalité établies à partir de ces scores : positif, médian et négatif.

De manière très générale nous observons donc que les voix jugées les plus positivement et donc très probablement considérées comme les plus attractives sont celles avec une  $f_0$  élevée, un débit syllabique rapide, ainsi qu'un HNR bas et un ZCR élevé.

En effet, grâce à nos catégories de jugement, nous pouvons tout d'abord observer pour ce qui est de la fréquence fondamentale moyenne qu'une  $f_0$  plus élevée est associée à un jugement plus positif de la personnalité (Figure 53).

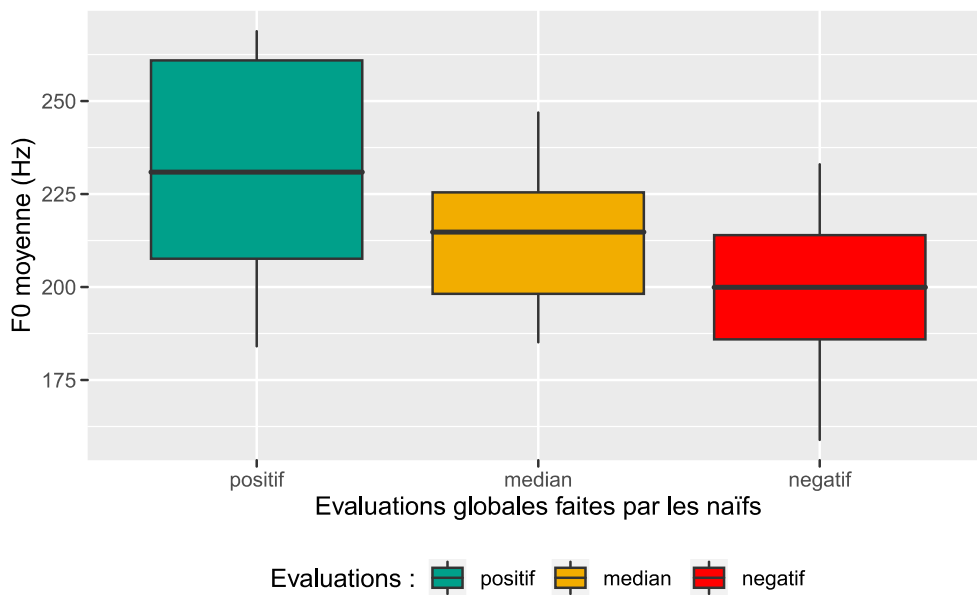


Figure 53 : Boxplots du score global de personnalité en fonction de la f0 moyenne

De la même manière, la durée moyenne de production d'une syllabe semble également être un facteur impactant de manière significative et intéressante nos traits de personnalité (Figure 54). Nous observons qu'une durée de production plus courte, et donc par extension un débit plus rapide, engendre des jugements de personnalité moins sévère sur tous les traits de personnalité.

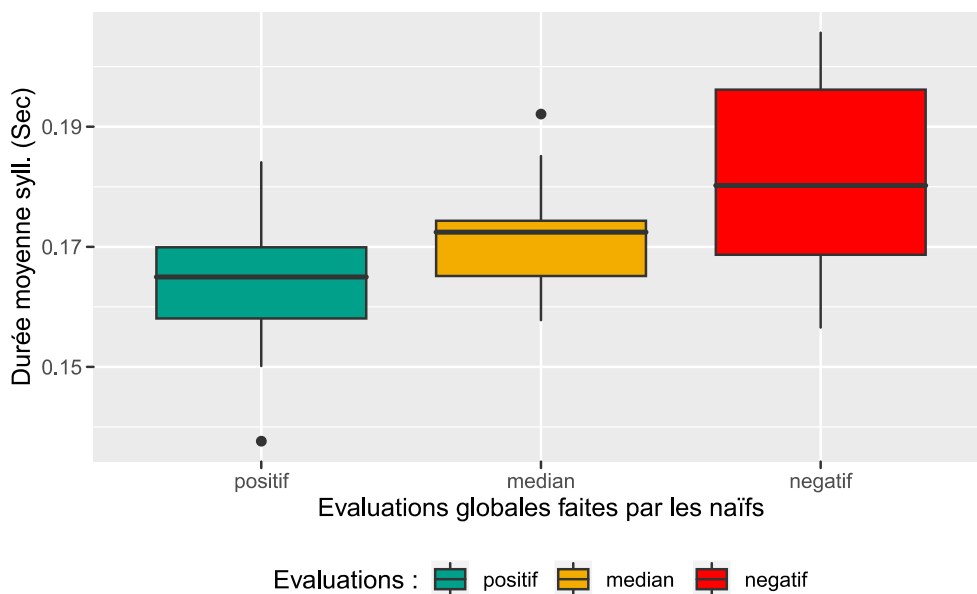


Figure 54 : Boxplots du score global de personnalité en fonction de la durée moyenne de production des syllabes



Enfin, nous observons que le ZCR et le HNR ont un impact sur le jugement de personnalité (Figure 54 et Figure 55).

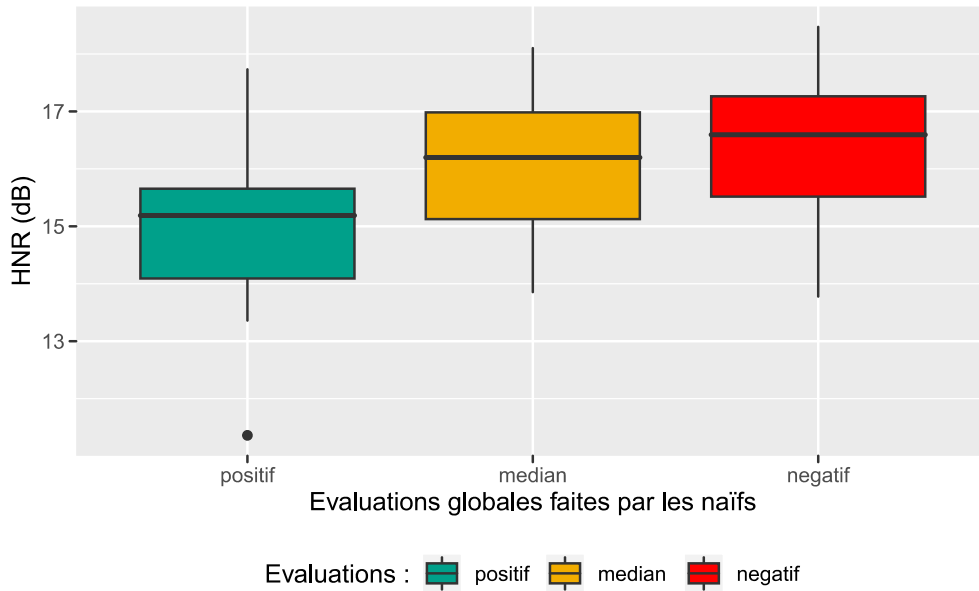


Figure 55 : Boxplots du score global de personnalité en fonction du rapport harmonique sur bruit

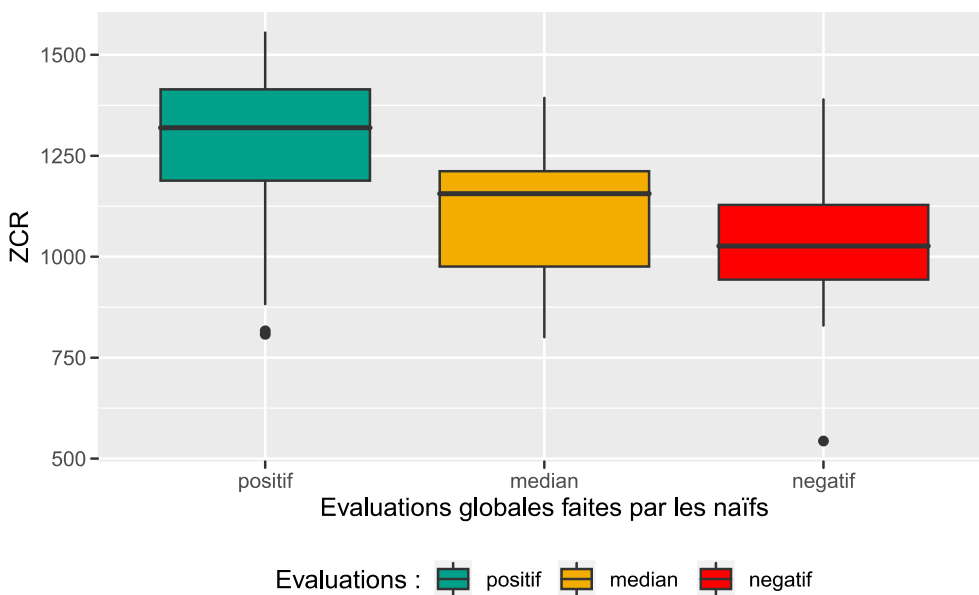


Figure 56 : Boxplots du score global de personnalité en fonction du taux de passage par zéro

Le résultat observé sur ces mesures, toutes deux supposément liées au degré d'apériodicité de la voix, met étonnamment en lumière que les voix qui contiennent plus d'apériodicités sont jugées de manière plus positive sur tous les traits de personnalité.

### 6.3 Discussion

- La perception de la dysphonie par les naïfs est-elle consistante avec l'évaluation experte réalisée sur l'échelle GRBAS ?

Nos résultats indiquent que les jugements de sévérité du trouble vocal par les naïfs seraient principalement liés à la perception du grade de dysphonie (G) et de la raucité (R). Au-delà de cela, nos observations tendent à confirmer la capacité des auditeurs naïfs à percevoir les dysphonies même si ces dernières sont légères (G1).

Bien qu'il soit significatif, le coefficient de corrélation modéré ( $r=0.630$ ) entre le grade de dysphonie attribué dans le cadre de l'évaluation experte et le degré de trouble vocal moyen donné par les naïfs à partir des mêmes échantillons de parole peut s'expliquer de plusieurs façons.

Tout d'abord, cela pourrait être le fait de notre population dysphonique, qui est majoritairement composée de pathologies légères. Il a déjà été démontré que la capacité de naïfs à percevoir des troubles dysphoniques légers (G1 et G2) est moindre que pour les troubles sévères (Ghio et al., 2011).

On peut également supposer que cela est le résultat d'une divergence de norme. Certains aspects vocaux peuvent en effet être jugés pathologiques par les experts et non par les naïfs. Dans une étude comparant les voix rauques de femmes anglophones en contexte de parole et de chant, les voix légèrement rauques ont été jugées attractives (Barkat-Defradas et al., 2013). De plus, cette dimension vocale pouvait être manipulée par la locutrice en voix chantée pour « sonner sexy ». Il est donc possible que cette corrélation modérée résulte d'une divergence d'interprétation entre experts et naïfs sur ce qui caractérise une voix pathologique. Ce deuxième aspect semble également se confirmer au vu de nos résultats acoustiques car nous avons pu mettre en évidence que les voix avec un ZCR élevé et un HNR bas sont jugées plus positivement, ces deux mesures acoustiques étant supposément liées à la perception de la raucité (Eskenazi et al., 1990; Ferrand, 2002; Krom, 1995; Yumoto et al., 1982).

- Quelle est l'incidence du trouble dysphonique sur le jugement de personnalité ?

De manière générale nos résultats tendent à confirmer ceux des études présentées dans notre cadre théorique (Amir et al., 2013; Blood et al., 1979; Ruscello et al., 1988). En effet, plus les voix des locutrices sont identifiées comme étant pathologiques plus les traits de personnalité qui leur sont associés sont négatifs.

Ainsi, l'attribution de traits de personnalité par notre population d'auditeurs semble bien confirmer le biais perceptif lié à un effet halo négatif (Thorndike, 1920). C'est-à-dire que la perception par l'auditeur de ce qu'il considère, à tort ou à raison, comme un trouble vocal induira par extension un jugement plus sévère de son interlocuteur.

- Quels indices acoustiques les auditeurs exploitent-ils pour juger la personnalité ?

Les auditeurs semblent se baser sur certains indices acoustiques pour élaborer leur jugement : plus précisément le registre moyen de  $f_0$ , la durée moyenne de production syllabique, le rapport harmonique sur bruit (HNR) et le taux de passage par zéro (ZCR). Premièrement, revenons sur l'indépendance de ces mesures entre elles puisque cette inspection nous permet de penser que chacune de ces mesures a bien un impact propre sur l'évaluation de la personnalité des locutrices de notre panel. Nous observons tout de même une corrélation entre le HNR et le ZCR mais ce phénomène est attendu puisque les deux mesures permettent de quantifier les apériodicités du signal. Nous retrouvons aussi une corrélation entre le ZCR et la  $f_0$  pouvant s'expliquer par le fait que le ZCR n'est pas seulement influencé par le bruit mais aussi par la périodicité. Toutes les autres mesures étant décorréliées entre elles, nous pouvons conclure à la relativement bonne indépendance de chacune dans le cadre de l'attribution de traits de personnalité.

Les multiples études s'intéressant à la personnalité à travers la voix ont différents résultats quant à l'impact de la  $f_0$  et ces conclusions semblent être directement ancrées dans la culture de l'auditeur. Alors que de nombreuses études s'accordent sur le fait qu'une  $f_0$  élevée induit des jugements très négatifs pour les voix d'hommes dans différentes cultures (Apple et al., 1979; Kreiman et al., 2011; Quéné et al., 2020;

Stanford, 1967), les résultats pour les femmes sont plus complexes. Les voix de femmes aiguës sont principalement associées à une voix dite « enfantine », ce qui est socialement accepté et induit un jugement positif dans le cas de l'anglais américain (Berry, 1990). À l'inverse on peut observer que les Néerlandais préfèrent les voix de femmes ayant une  $f_0$  basse contrairement aux japonais qui favorisent, à l'instar des Américains, les plus hautes fréquences (van Bezooijen, 1995). Nos données indiqueraient que cette préférence pour les femmes avec une  $f_0$  élevée est partagée par les français. Ainsi, la hauteur de voix la plus « appréciée » semble être une réelle construction culturelle.

Pour ce qui est du débit phonatoire, il a déjà été montré qu'il entraîne, pour le locuteur masculin, différents types de jugement selon la culture concernée. Aussi nous observons qu'un débit de parole lent engendre des appréciations négatives chez les Américains et non chez les Coréens (Peng et al., 1993). Plus récemment, il a été mis en lumière, dans une population Néerlandaise, qu'un tempo rapide chez l'homme est évalué comme plus attractif par des femmes (Quené et al., 2020; Weiss et al., 2020). En revanche, l'impact de ce facteur sur le jugement de personnalité des locutrices féminines ne semble pas être précisément étudié. Nos résultats tendraient à montrer qu'une durée de production syllabique plus courte, et par extension un débit plus rapide, a une influence positive sur le jugement de personnalité de la locutrice.

Nos résultats qui indiquent qu'un rapport harmonique sur bruit (HNR) bas et un taux de passage par zéro (ZCR) élevé conduisent à un jugement positif sont consistants avec une étude réalisée sur les voix de femmes anglophones. En effet, nous savons qu'une raucité chez la femme anglophone est jugée comme attractive (Barkat-Defradas et al., 2013). Nous avons ici deux mesures acoustiques partiellement liées à la perception de la raucité, qui laisseraient supposer que cette tendance à apprécier les voix rauques est également vérifiée pour les voix féminines françaises. En revanche, il semblerait que cela ne semble ne soit pas généralisable pour tous les pays d'Europe. Une étude menée en Ecosse montre que des voix modifiées de manière à « lisser » les aperiodicités sont jugées comme plus attractives que celles avec un HNR naturel (Bruckert et al., 2010).

## 7. Discussion générale

### 7.1 Les frontières entre la perception de la voix « saine » et de la voix « pathologique »

Nos résultats mettent en lumière que la perception de la dysphonie et ce qui la caractérise n'est pas uniforme. En effet, la délicate limite entre la perception de la voix dite « saine » et de la voix dite « pathologique » a déjà été régulièrement mise en avant et commence évidemment par une simple question : qu'est-ce qu'une voix « saine » ou supposée « normale » ? Nous ne pouvons pas être en mesure d'évaluer ce qui constitue une « déviation » sans une norme vocale supposée, ce qui est loin d'être aisé puisqu'il n'y a pas de consensus sur la définition de la qualité de voix (Kreiman et al., 2011).

#### 7.1.1 Perception experte et perception naïve

Si nous obtenons des corrélations significatives entre les items G (Grade), R (Raucité), B (Souffle) et S (Serrage vocal) de l'évaluation experte du GRBAS et l'évaluation de la pathologie vocale par les naïfs, ces corrélations restent modérées et sont probablement en lien direct avec un autre de nos résultats : les auditeurs naïfs semblent apprécier la raucité légère. Effectivement, un rapport harmonique sur bruit bas (HNR) et taux de passage par zéro élevé (ZCR) sont associés à un jugement positif par les auditeurs naïfs et il se trouve que ces mesures sont connues pour être des corrélats acoustiques de la raucité (Eskenazi et al., 1990; Krom, 1995; Yumoto et al., 1982). Ce résultat tend à montrer que la raucité n'est pas considérée comme pathologique par les naïfs puisque ces derniers jugent par ailleurs de manière significativement plus sévère toutes les voix qu'ils perçoivent comme présentant un trouble vocal.

S'il est évident que nos résultats sont influencés par le fait que notre population est composée de dysphoniques légères, nous ne sommes pas les premiers à questionner les limites entre la perception de la voix « saine » et de la voix « pathologique ».

Une étude récente a mis en lumière que des auditeurs invités à classer 20 voix de femmes de la plus « normale » à la plus « non-normale » montrent un degré d'accord limité pour ce qui est de classer les voix « anormales » et un degré d'accord encore plus

faible pour les voix « normales » (Kreiman et al. , 2020). Parmi les mesures prises en compte, la fréquence fondamentale ( $f_0$ ) ainsi que le premier et second formant sont les mesures qui prédisent le mieux l'évaluation des auditeurs et non des mesures plus spécifiques à la qualité de voix comme par exemple les mesures d'apériodicités ou de différence d'amplitude entre les premières harmoniques.

Il est important de prendre en compte qu'une voix peut être altérée par de nombreux biais comme un souffle, une raucité, une hyper ou encore hypo-fonctionnalité (Ghio et al., 2011) et que ces dimensions ne sont pas nécessairement indépendantes les unes des autres. Encore une fois, la raucité semble être une dimension problématique puisqu'il a déjà été mis en lumière que son évaluation influence grandement la cotation du souffle, de manière générale, une forte interdépendance perceptive semble lier ces deux dimensions vocales (Kreiman et al., 1994). La littérature indique aussi que la perception de la pathologie n'est pas nécessairement constante, même lorsqu'elle est réalisée par des experts, c'est encore une fois particulièrement vrai pour ce qui est de l'évaluation de la raucité qui peut être catégorisée avec toutes les cotations possibles pour une même voix (Kreiman et al., 1993). La difficulté à isoler les dimensions perceptuelles est une des raisons pour lesquelles nous ne retrouvons pas un très bon accord entre les auditeurs sur la perception de la qualité de voix et plus précisément du souffle et de la raucité. Une étude révèle d'ailleurs qu'il y a un meilleur consensus sur la qualité de voix dans un corpus composé de voix de synthèse ne variant que par la  $f_0$  que sur des échantillons de voix naturelles (Kreiman et al., 2000). Il semble même que parmi diverses mesures acoustiques objectives, seule la  $f_0$  soit un indice robuste et presque unanimement utilisé par les auditeurs lors de l'évaluation de la qualité de voix d'un locuteur (Kreiman et al., 2020, 1992).

Cette grande variation et variété dans l'évaluation perceptive de la qualité de voix semble être une conséquence de l'image que chacun se fait de ce qui est pathologique, et le fait est que cette représentation n'est pas uniforme, même parmi les experts. L'idée même d'un « espace perceptuel commun » a été remis en question par les divergences observées entre auditeurs et entre études (Kreiman et al., 1996).

Au vu des résultats de la littérature et de ceux que nous apportons, il pourrait être intéressant de reconsidérer certains traits perceptifs comme relevant nécessairement de la pathologie, si toutefois ils ne font pas l'objet d'une plainte ou d'une atteinte organique. L'exemple de la raucité est particulièrement frappant puisqu'il est d'après nos résultats, pour les femmes dans la culture française, considéré comme vocalement attractif, du moins dans le cas d'une raucité légère. Doit-on alors nécessairement considérer cette dimension comme un indice de pathologie ? L'idée selon laquelle une dimension perceptive pourrait être reconsidérée selon la norme sociale en cours au moment et à l'endroit de l'évaluation vocale pourrait être appuyé par certains arguments, comme le fait qu'en Angleterre, les femmes peuvent moduler leur voix chantée pour augmenter leur attractivité vocale en utilisant une qualité de voix plus rauque (Barkat-Defradas et al., 2013). Dans ce contexte, il semble évident que la raucité n'est pas la conséquence directe d'une altération de la qualité de voix mais d'une volonté de se rapprocher artificiellement d'une image vocale socialement validée.

### 7.1.2 Des plaintes vocales généralisées

Le manque de consensus net au sujet de la perception de la dysphonie par autrui n'est pas le seul élément de nos résultats nous poussant à conclure à une borne relativement floue entre la catégorisation des voix saines et des voix pathologiques.

Rappelons que notre population est composée de femmes professeures des écoles (PE), une activité professionnelle connue pour sa très forte prévalence de troubles vocaux (INSERM : Expertise Collective, 2006). Nous avons pu mettre en évidence un fort taux de plaintes vocales chez nos 61 locutrices, majoritairement en activité en Île-de-France, mais aussi que cette auto-évaluation vocale sévère est largement partagée par cette population partout en France d'après les résultats de notre enquête en ligne réunissant 709 participantes. Bien que nous ayons observé des facteurs aggravants, comme l'âge des élèves, il n'en reste pas moins que nous sommes face à une population dont la qualité de vie est massivement impactée par diverses gênes vocales comme en témoignent par ailleurs les réponses au questionnaire Voice Handicap Index (VHI) recueillies auprès de notre panel de 61 locutrices. Cette auto-évaluation négative n'est pas uniquement visible pour les locutrices catégorisées comme dysphoniques lors de

l'évaluation experte réalisée à l'aide de l'échelle GRBAS mais également pour les témoins (G0).

Évidemment, dans les nombreuses définitions de la dysphonie que l'on peut observer dans la littérature, il apparaît régulièrement qu'il s'agit d'un trouble qui se doit d'être perçu par le patient lui-même et faire l'objet d'une plainte, aussi l'altération plus objective de la qualité de voix n'est pas le seul indice à prendre en compte lors du diagnostic (Crevier-Buchman et al., 2006; INSERM: Expertise Collective, 2006; Le Huche et al., 2001). Cette idée fait écho à ce que nous pouvons observer dans nos résultats puisque nous ne retrouvons que deux locutrices sur notre échantillon complet de locutrices professeures des écoles qui déclarent n'avoir jamais ressenti aucun trouble vocal dans le cadre de l'exercice de leurs fonctions parmi les suivants : des maux de gorge, des extinctions de voix, avoir la voix rauque ou enrouée, forcer sur sa voix pour se faire entendre et être à court de souffle lors de la phonation. En revanche, uniquement 22 de ces 61 locutrices sont catégorisées comme dysphoniques dans le cadre de l'évaluation perceptive experte réalisée sur l'échelle GRBAS, contre 37 locutrices témoins, cotées 0 avec une absence de trouble sur toutes les dimensions perceptives concernées.

### 7.1.3 Une altération partielle de la transmission du message

Enfin, l'impact que nous avons observé de la dysphonie sur la perception du message linguistique et la réception de ce dernier met, encore une fois, en évidence le fait qu'il n'est pas possible de classer de manière strictement binaire ce qui est, ou non, pathologique.

En effet, si la dysphonie peut impacter le message adressé à l'enfant, celle-ci n'affecte pas de façon uniforme tous les contrastes phonologiques, du moins lorsqu'il s'agit de dysphonies légères comme c'est le cas dans notre population. Rappelons que cette étude est réalisée à partir d'un sous échantillon de notre panel de PE, comprenant 10 témoins et 10 dysphoniques, dont huit G1 et deux G2. Nous avons pu observer des temps de réaction (TR) significativement plus longs lorsqu'une consigne visant à sélectionner le bon dessin parmi deux choix représentant une paire minimale est prononcé par une PE dysphonique, mais uniquement lorsque la paire minimale se



distingue par une opposition de voisement et non sur d'autres contrastes phonologiques.

À première vue, ces résultats ne sont pas nécessairement surprenants puisque la dysphonie peut être considérée comme une altération de la vibration des plis vocaux. On s'attend donc naturellement à une limitation des capacités de voisement (Révis, 2004; Titze et al., 2015).

En revanche, une étude récente qui est à notre connaissance la seule utilisant une méthodologie comparable à la nôtre, laisse apparaître une différence significative générale des temps de réaction d'enfants dans une tâche consistant à dire si deux non-mots prononcés par une locutrice sont identiques ou non (Schiller et al., 2020). La différence observée entre les résultats de cette étude et les nôtres est très probablement explicable par la sévérité de la pathologie étudiée. En effet, tandis que nous questionnons l'impact de la dysphonie légère sur le message, cette étude s'intéresse à la voix dysphonique sévère. Cette distinction est à prendre en compte puisqu'elle laisse supposer que si la dysphonie sévère semble impacter tous types de contrastes phonologiques, la dysphonie légère quant à elle, a un impact négatif plus faible sur la réception du message et concerne, d'après nos résultats, plus particulièrement les contrastes de voisement.

## 7.2 Les représentations associées à la voix dysphonique

Nos expérimentations dévoilent que certaines représentations associées aux voix dysphoniques peuvent avoir un impact sur l'image qu'une locutrice a de sa propre voix mais également sur celle renvoyée à ses interlocuteurs.

### 7.2.1 Auto-évaluation vocale et image de soi

Si nos résultats indiquent clairement que la qualité de vie est impactée par l'auto-perception qu'ont les PE de notre panel de leurs voix, certaines études ont également montré que la représentation négative qu'un individu a de sa propre voix mène parfois à des modifications de timbre afin de mieux se placer dans une norme vocale socialement validée.

Ainsi, Etusko Komiya, une présentatrice de télévision japonaise, après s'être vu demander de baisser sa fréquence fondamentale, a fait évoluer son registre de  $f_0$  de 223.4Hz en 1992 à 202.6Hz en 1995. Il se trouve même que certaines femmes japonaises, poussées par ce désir d'esthétique vocale de « la femme à la voix grave » ont subi des interventions chirurgicales (Karpf, 2011; Linke, 1973). De la même manière, une étude australienne s'intéressant à deux groupes de jeunes femmes comparables enregistrées en 1945 et en 1993 laisse apparaître une diminution importante de leurs fréquences fondamentales (Pemberton et al., 1998). En 50 ans, la voix des femmes semble s'être abaissée de 23Hz et cela ne semble pas être la conséquence de facteurs extérieurs mais bien d'une évolution des normes sociales et des attentes de la voix féminine.

### 7.2.2 Les représentations sociales associées à la voix dysphonique

Pour ce qui est de la perception d'auditeurs naïfs et des représentations associées à une voix dysphonique, nous avons pu mettre en évidence des évaluations beaucoup plus sévères sur divers traits de personnalité lorsque la voix est catégorisée comme pathologique.

La littérature a déjà pu mettre en avant des jugements sévères des voix pathologiques par les auditeurs naïfs avec un impact direct sur la représentation qu'ils se font du profil de la personnalité (Amir et al., 2013; Blood et al., 1979). Cette association entre traits de personnalités négatifs et trouble vocal perçu est encore plus frappante lorsqu'il s'agit de voix féminines. En effet, si des locuteurs dysphoniques, hommes et femmes confondus, sont jugés significativement plus répugnants, plus stupides, plus solitaires, plus faibles, plus hésitants, plus passifs, plus agressifs et plus tendus que des sujets témoins appariés, ces jugements sont aussi significativement plus sévères pour le groupe des femmes dysphoniques par rapport aux hommes dysphoniques (Amir et al., 2013).

Une étude indique que des auditeurs ayant reçu des fiches explicatives visant à les sensibiliser aux troubles vocaux jugent aussi sévèrement, malgré ce dispositif préalable, des locutrices atteintes de dysphonie et d'hyper-nasalité qu'un deuxième groupe d'auditeurs naïfs maintenu volontairement dans la méconnaissance de la pathologie vocale (Lallh et al., 2000). Les locutrices atteintes de troubles vocaux sont

catégorisées comme peu amicales, ennuyeuses et peu attractives, ce qui peut évidemment être pénalisant dans divers contextes sociaux comme les entretiens d'embauche ou même les relations amicales. Une des principales conclusions de ces travaux est donc que les cliniciens peuvent avoir besoin de faire de la prévention auprès de leurs patients quant aux attitudes sociales négatives des interlocuteurs.

De la même manière, notre étude met en évidence que les locutrices catégorisées comme ayant un trouble vocal par les auditeurs naïfs sont également significativement considérées comme plus tristes, plus molles, plus hésitantes et plus désagréables. Le trouble vocal perçu par un auditeur naïf impacte donc sévèrement l'image renvoyée à autrui, notamment pour ce qui est de l'attribution de traits de personnalité puisque plus l'auditeur considère que la pathologie est sévère, plus le profil établi est négatif.

Il est important de prendre en compte que cette évaluation dépend du trouble vocal perçu, et pas nécessairement du trouble vocal diagnostiqué lors d'une évaluation experte. En effet, nous avons pu observer dans nos données de fortes corrélations entre le jugement de personnalité et le trouble vocal perçu par les naïfs alors que les corrélations entre le trouble vocal perçu par les naïfs et l'évaluation experte sont plus modérées.

Une revue de la littérature qui traite de la personnalité perçue à travers la voix indique que le profil établi par un auditeur de son interlocuteur n'est généralement pas en adéquation avec la personnalité réelle de ce locuteur (Kreiman et al., 2011). Cet écart semble lié au fait que l'auditeur est directement influencé par ses représentations sociales, c'est-à-dire à ce qui est localement et momentanément validé au sein d'une culture donnée (Rouquette et al., 1998). Ce qui est socialement validé sera jugé de manière plus positive selon l'effet halo-positif (Thorndike, 1920). Dans notre cas, les voix perçues comme saines sont socialement plus acceptées que celles perçues comme pathologiques et cela influence positivement l'évaluation des auditeurs. L'effet halo-positif peut également impacter d'autres types d'évaluations sociales puisque si un individu juge son prochain comme physiquement désirable, il lui accorde également plus de traits de personnalité positifs (Dion et al., 1972). Ce biais lié à la perception de ce qui est catégorisé comme « beau » a également été théorisé pour le jugement vocal.

En effet, nous savons que la perception de la voix d'autrui répond au principe « *What sounds beautiful is good* » (Zuckerman et al., 1988).

De précédentes recherches laissent apparaître que si des voix d'hommes évalués comme dysphoniques sur l'échelle GRBAS sont catégorisées par des auditrices comme significativement moins attractives que celles de témoins, les résultats sont plus complexes en ce qui concerne la dimension de la raucité (Barkat-Defradas et al., 2015). Effectivement, bien que l'attractivité vocale soit corrélée négativement avec le grade de dysphonie, une raucité moyenne est jugée comme plus attractive qu'une absence de ce trait ou même qu'une raucité plus sévère (Barkat-Defradas et al., 2012, 2015). Cette dimension vocale, qui est pourtant prise en compte dans l'évaluation de la pathologie vocale semble donc pouvoir être également associée à des représentations sociales positives. Cet aspect est probablement une des raisons de la différence que nous observons entre le diagnostic expert de la pathologie vocale et l'évaluation des auditeurs naïfs puisque nous obtenons également dans nos données des résultats suggérant qu'une raucité légère mène à des évaluations vocales plus positives chez les naïfs. Rappelons qu'un rapport harmonique sur bruit bas (HNR) et un taux de passage par zéro élevé (ZCR) sont associés à un jugement positif par les auditeurs naïfs alors que ces mesures sont connues comme corrélats acoustiques de la raucité (Eskenazi et al., 1990; Yumoto et al., 1982).

Nous avons d'ailleurs mis en évidence que les indices acoustiques utilisés dans le cadre de l'évaluation de la personnalité par un naïf ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux discriminant le mieux entre les voix dysphoniques et les voix saines de notre panel. Alors que le score de l'AVQI et la pente spectrale apparaissent parmi les corrélats acoustiques les plus robustes de la dysphonie, ils n'ont pas d'impact sur l'évaluation des traits de personnalité par les naïfs. A l'inverse, tandis que la perception de la raucité semble tenir une place essentielle dans le jugement de personnalité, comme en témoignent le lien dans nos résultats entre les valeurs de HNR et de ZCR et l'attribution de traits de personnalité, ces mesures acoustiques ne sont pas des prédicteurs fiables de la dysphonie légère.

Les représentations des voix dysphoniques apparaissent donc complexes et très dépendantes des dimensions vocales socialement validées. Par exemple, une raucité légère, critère pourtant inclus dans le diagnostic perceptif d'un trouble vocal semble, au vu de nos résultats et de nombreuses études de la littérature, être considéré comme attractif et associé à des représentations positives dans de nombreuses cultures.

### 7.3 Dysphonie et professorat des écoles

La dysphonie, même légère, peut affecter de multiples aspects de la vie professionnelle des professeures des écoles. En conséquence, celles-ci semblent mettre en place des stratégies vocales.

#### 7.3.1 Une qualité de vie dégradée par la surutilisation vocale

Pour commencer rappelons que le questionnaire sur les ressentis vocaux en lien avec le métier de PE révèle un très grand nombre de plaintes et que cela est vérifié pour la grande majorité des 61 locutrices de notre panel provenant principalement de région parisienne, ainsi que pour les 709 participantes qui ont répondu à notre enquête en ligne à travers la France. D'après l'observation des informations recueillies pour ce qui est de la consommation de tabac et d'alcool de notre panel de locutrices, il semblerait que ces facteurs aggravants ne soient pas à l'origine de leurs troubles vocaux. En effet, 74% de nos locutrices déclarent ne jamais fumer et 26% ne jamais boire tandis que 39% déclarent ne consommer de l'alcool qu'occasionnellement avec une fréquence inférieure à une fois par semaine.

Nos locutrices ayant été amenées à compléter un Voice Handicap Index (VHI), nous avons aussi pu établir que les plaintes, particulièrement centrées sur le domaine « physique », ont un véritable impact sur la qualité de vie des locutrices. En effet, nous constatons qu'une seule de nos 61 locutrices obtient un score général de VHI de 0 tandis que 17 d'entre elles ont des scores supérieurs à 20 et allant jusqu'à 52.

Conformément à ce qui peut être observé dans la littérature, nos résultats tendent à confirmer que les locutrices dysphoniques ont des VHI généraux en moyenne plus élevés que les locutrices témoins (Guimarães et al., 2004; Hsiung et al., 2003; Jacobson

et al., 1997; Niebudek-Bogusz et al., 2011; Wingate et al., 2005; Woisard et al., 2004). Il est important de préciser que c'est le domaine « physique » qui laisse apparaître les plaintes vocales les plus sévères, ce qui indique une utilisation de la voix souvent douloureuse. Les scores aux items « physique » sont en moyenne bien supérieurs pour les locutrices catégorisées comme dysphoniques lors de l'évaluation experte réalisée sur l'échelle GRBAS. Les questions du domaine physique, pour lesquelles nous obtenons les scores les plus élevés, toutes locutrices confondues, sont les suivantes : « Le son de ma voix varie en cours de journée. » ; « J'ai l'impression que je dois forcer pour produire la voix. » ; « J'essaie de changer ma voix pour qu'elle sonne différemment. » ; « Ma voix est plus mauvaise le soir. ».

Il est vrai que cette observation n'est pas étonnante au vu du grand nombre d'études relatant à travers le monde une gêne vocale auto-déclarée très fréquente chez les professeurs des écoles, y compris lorsque ces plaintes sont comparées avec celles formulées par d'autres professionnels de la voix (Caetano et al., 2017; de Jong et al., 2006; de Medeiros et al., 2008; Roy et al., 2004; Russell et al., 1998).

Nos résultats tendent également à révéler une plus forte prévalence de troubles vocaux auto-déclarés chez les professeurs des écoles qui enseignent aux enfants de 3 à 6 ans en comparaison avec les PE des élèves de 7 à 10 ans, nous sommes ici face à un problème qui doit probablement être pris en compte afin d'améliorer la vie professionnelle des PE. En effet, les plus jeunes enfants, qui sont ceux qui demandent à nos enseignantes une utilisation vocale particulièrement intense favorisant les dysphonies, sont également ceux les plus impactés par les pathologies vocales qui découlent de cette surutilisation vocale. L'âge des élèves semble donc être une donnée importante dans le cadre de la prise de charge des problèmes vocaux chez les PE puisque plusieurs études ont déjà témoigné de la plus forte prévalence des troubles vocaux chez les professeurs de maternelle (Fritzell, 1996; Preciado et al., 1998; Remacle et al., 2014; Švec et al., 2003).

En dehors des plaintes vocales auto-déclarées, les atteintes organiques sont également courantes puisque 21% d'une population de professeurs des écoles testés au hasard sont touchés par des formes organiques de dysphonie, plus précisément des nodules

vocaux et des œdème de Reinke (Urrutikoetxea et al., 1995). De la même manière, d'après les données de huit hôpitaux sur une durée de six mois, les enseignants sont la population qui va le plus consulter pour des problèmes vocaux, les examens laissent encore une fois apparaître un grand nombre d'œdèmes, de polypes et de nodules (Fritzell, 1996).

Nous sommes ici au cœur même du problème bien connu du « cercle vicieux du forçage vocal » (Le Huche et al., 2001). Notre population a clairement une qualité de vie altérée par l'utilisation excessive de leurs voix dans le cadre de l'exercice de leurs fonctions et les gênes vocales en résultant empêchent de reprendre une routine vocale saine, aggravant ainsi la situation.

### 7.3.2 Incidence du bruit sur la communication et l'enseignement

Le bruit en classe est un important facteur aggravant de la dysphonie et peut être diminué avec des améliorations de l'acoustique des salles via l'adaptation de leur agencement. De meilleures infrastructures peuvent être mises en place afin de faciliter la perception des enfants tout en diminuant l'effort vocal nécessaire à l'enseignant pour se faire entendre correctement, ce qui entraîne par la même occasion les capacités de compréhension et concentrations des enfants (INSERM : Expertise Collective, 2006).

Le bruit de fond engendre effectivement des forçages vocaux puisque l'intensité moyenne supposée idéale pour une conversation est de 50dB et qu'elle augmenterait lorsque le bruit de fond excède 40dB pour maintenir un rapport signal sur bruit acceptable (van Heusden et al., 1979). Évidemment, au vu des 72dB de bruit de fond moyen en classe, les professeures des écoles sont constamment obligées d'augmenter leur intensité et de forcer sur leur voix (Shield et al., 2004). Une étude qui tente de mesurer cet impact révèle que les PE augmenteraient en classe leur  $f_0$  de 45Hz et leur intensité de 9.1dB en comparaison avec leur vie courante (Södersten et al., 2002).

De plus, le bruit de fond permanent a un impact négatif sur les élèves. Le projet européen *Road traffic and Aircraft Noise exposure and Children's cognition and Health*, expose que plus le bruit de fond mesuré est intense, plus les élèves sont négativement impactés dans leur apprentissage de la lecture et des mathématiques (Bradley, 1986;

Lukas et al., 1981 cités par Bradley, 1986). Les pollutions acoustiques externes sont des causes de difficulté d'apprentissage chez les élèves, plus particulièrement les plus jeunes (INSERM : Expertise Collective, 2006). En effet, les enfants de 6 à 7 ans sont significativement plus dérangés par le bruit en classe que les élèves 10 à 11 ans (Dockrell et al., 2004).

De manière générale, le bruit moyen d'une salle de classe ne permet pas une bonne intelligibilité de l'enseignant par l'élève (Finitzo-Hieber et al., 1978). Il a été mis en évidence que dans une même école, les enfants étant dans des classes plus exposées aux bruits extérieurs ont des compétences de lecture moins bonnes et que ce retard peut être irréversible (Bronzaft et al., 1975).

Nos résultats complètent ces conclusions puisque nous avons observé que même dans un environnement non-bruité, les voix des professeures des écoles dysphoniques sont susceptibles d'impacter l'accès des élèves à l'information. Le temps nécessaire au traitement de certains contrastes est accru dans le cas des voix dysphoniques, ce qui semble révélateur d'une charge cognitive plus importante chez les élèves. Ainsi, la problématique du bruit dans l'apprentissage ne s'arrête pas aux bruits « extérieurs » mais bien également au bruit « interne » contenu dans la voix pathologique. De plus, ce phénomène semble plus marqué pour les enfants de 7 ans que ceux de 10 ans, il y a donc un effet de l'âge de l'auditeur vis-à-vis de l'impact négatif que la dysphonie peut avoir sur la réception du message linguistique.

Au vu de nos résultats, il est d'ailleurs fort possible que l'impact négatif de la dysphonie sur la réception du message par l'auditeur ne soit plus visible dans le cas d'une interaction entre adultes dans un environnement non-bruité. Il a d'ailleurs déjà été exposé que les adultes sont peu sensibles aux dysphonies légères : ce sont les voix que les adultes naïfs ont le plus de mal à catégoriser comme pathologiques, en comparaison avec des dysphonies sévères ou des voix saines et cela reste vérifié même après un entraînement (Ghio et al., 2011). Il est toutefois important de noter que selon une étude menée auprès de professeurs des écoles de Chine, les PE considèrent avoir des difficultés dans leur communication quotidienne et cela est beaucoup plus fréquent pour les participants déjà en fonction que pour ceux encore en formation (Yiu,



2002). La surutilisation de la voix pour une durée prolongée pourrait donc induire des problèmes généraux de communication et non uniquement limités aux interactions en classe.

### 7.3.3 Stratégies de compensations vocales

Enfin, nos résultats ont mis en évidence que certains indices acoustiques et de qualité de voix sont significativement plus altérés pour les professeures des écoles qui ont été catégorisées comme dysphoniques lors de l'évaluation perceptive experte réalisée sur l'échelle GRBAS. Il s'agit plus précisément : du temps maximal de phonation, du pic de proéminence cepstral, de l'indice AVQI (Acoustic Voice Quality Index) et de la pente spectrale en lecture « face à une classe bruyante ».

Afin de pallier le problème de transmission de l'information dû à l'altération de leur qualité de voix, il est très probable que les professeures des écoles mettent en place des mécanismes de compensation.

Premièrement, nous observons un temps de lecture allongé pour les professeures des écoles dysphoniques lors de la lecture des phrases comportant les paires minimales dans notre sous-échantillon composé de 10 locutrices dysphoniques et 10 locutrices témoins appariées autant que possible en âge et années d'ancienneté. Deuxièmement, des durées de lecture supérieures sont constatées, toutes locutrices confondues, lors de la lecture « face à une classe bruyante » en comparaison avec la lecture dite « neutre ». Ces résultats semblent s'accorder avec les résultats des recherches sur les caractéristiques temporelles de la production de parole dans le bruit ou « effet Lombard », comme par exemple ceux d'une étude révélant un allongement du temps des pauses lors d'une tâche de lecture dans un contexte bruyant par rapport à une condition de lecture dans un environnement silencieux (Smiljanic et al., 2017).

Ce ralentissement du débit peut être une compensation non seulement du bruit ambiant mais également des contraintes additionnelles induites par la voix dysphonique, explicable par la théorie de l'hypo et hyper-articulation qui donne une interprétation de la variation intra-individuelle, en établissant un lien direct entre production par le locuteur et perception par l'auditeur (Lindblom, 1990). Cette théorie

met en évidence que la production du locuteur est adaptative et peut être modulée en fonction de la perception de l'auditeur. En fonction des contraintes liées à la situation de communication, les locuteurs mettent en place soit le principe d'économie, et donc d'hypo-articulation, soit celui de plasticité, c'est-à-dire d'hyper-articulation. Nous pouvons donc choisir de réaliser un geste économique, quand le contexte va aider à nous faire comprendre ou encore quand le message est simple mais il est également possible de faire le choix inverse, en faisant preuve d'une plus grande plasticité de manière à créer un geste plus ample, qui va conduire à une hyper-articulation, lorsque le contexte n'est pas favorable à la perception correcte du message par l'auditeur.

Dans notre cas, les PE dysphoniques mettent ainsi en place un mécanisme compensatoire d'hyper-articulation pour palier leur trouble vocal et son impact sur la perception par l'auditeur, en ralentissant leur débit de parole. Un mécanisme compensatoire orienté vers le « résultat » est mis en place, c'est-à-dire un processus visant à la meilleure réception possible du message dans un contexte où la perturbation de la transmission peut poser des problèmes. Ce phénomène est alors visible que le bruit soit « externe » lors de l'allongement de la durée totale de production entre la lecture « neutre » et « face à une classe bruyante », toutes locutrices confondues, mais également dans le cas de bruit « interne » puisque dans notre sous-échantillon apparié les locutrices dysphoniques ont un temps de lecture significativement plus long que les locutrices témoins.

Toutes ces conclusions, provenant de nos travaux comme de la littérature antérieure, sont des arguments forts pour la mise en place de coachings et formations vocales à destination des professeurs des écoles. Les enseignants ayant accès à des formations vocales sont satisfaits et en attentes de ces opportunités (Caetano et al., 2017; Yiu, 2002). Les exercices de respiration et les stratégies d'hygiène vocale aident réellement à prévenir les problèmes de voix (Yiu, 2002). Par ailleurs, il est démontré que le temps maximum de phonation de femmes professeuses des écoles dysphoniques peut significativement augmenter après une thérapie vocale adaptée (Niebudek-Bogusz et al., 2010).

En plus du fait que les PE ont besoin de ces formations afin de prévenir les problèmes vocaux, il a également été mis en évidence que certaines stratégies vocales ont un impact positif sur la classe. En effet, être capable de moduler sa  $f_0$ , de ne pas avoir un débit trop lent tout en limitant les disfluences permet de mieux conserver l'attention et l'intérêt des élèves (Schmidt et al., 1998). Au vu des temps de lecture plus longs observés chez les dysphoniques dans nos données, interprétables comme une stratégie de compensation des difficultés de communication induites par la dysphonie, nous pouvons nous interroger sur la perte d'attention que ce ralentissement induit chez les élèves, ainsi que sur la capacité des enseignantes dysphoniques à mettre en œuvre de façon prolongée de tels comportements vocaux.

## 8. Perspectives

Si les différentes études présentées dans cette thèse ont pu éclairer certains questionnements sur la perception de la dysphonie et son impact à différents niveaux tel que le jugement de personnalité, la transmission du message ou encore la qualité de vie, d'autres questions restent ouvertes et nous en traitons certaines dans ces perspectives.

S'il a été mis en évidence que la dysphonie, même légère, induit chez les enfants un temps de décodage accru du contraste de voisement, ce phénomène semble affecter principalement les enfants les plus jeunes parmi ceux testés. Il serait dès lors intéressant de répéter une expérimentation similaire auprès d'une autre cohorte d'enfants mais également de jeunes adultes afin de mieux appréhender l'impact que peut avoir la dysphonie sur le temps de traitement du message par différents publics. Des pathologies vocales de différentes sévérités ainsi que divers bruits de fond contrôlés en intensité pourraient être utilisés afin d'observer si les auditeurs sont plus sensibles au bruit externe ou au bruit contenu dans la voix dysphonique.

De plus, l'observation dans nos données d'allongement du temps de parole lors d'une lecture réalisée dans un contexte supposé bruyant, encore plus saillant pour les locutrices dysphoniques, nous pousse à nous questionner sur ce qui semble être un mécanisme de compensation. L'extension de cette analyse à des lectures réalisées par des locutrices dysphoniques et témoin dans plusieurs contextes bruyants, avec là aussi une intensité de bruit de fond contrôlée, permettrait de mieux comprendre dans quelle mesure les facteurs adverses que sont le bruit de fond et la dysphonie peuvent se cumuler et nécessiter une compensation plus importante pour garantir le succès de la communication.

Par ailleurs, ces deux perspectives peuvent se compléter afin de mettre en lumière un lien entre débit et intelligibilité de la parole dysphonique, ce qui peut être également utile dans le cadre de conseils prodigués en rééducation orthophonique.

Enfin, nos différents résultats sur la perception de la pathologie vocale et de l'attribution de traits de personnalité par les naïfs ont mis en évidence une

catégorisation plutôt positive de certains indices de qualité de voix dans les voix féminines comme c'est le cas de la raucité légère. Cet aspect pourrait être approfondi puisque nous ne pouvons pas exclure que certaines caractéristiques acoustiques non capturées par nos mesures soient exploitées par les auditeurs naïfs pour construire une image de la personnalité de la locutrice et de son trouble vocal. Nos résultats nous amènent donc naturellement à nous questionner sur la mise en place d'une expérimentation similaire dans laquelle différentes mesures acoustiques et de qualité de voix seraient séparément manipulées dans chaque stimulus à l'aide d'une méthode d'analyse/resynthèse. Une telle expérience permettrait d'évaluer l'attribution de traits de personnalité « toutes choses égales par ailleurs » en réponse à des modifications de caractéristiques vocales.

Au vu de nos conclusions, nous souhaitons également explorer plus précisément en quoi le lien entre qualité de voix et attribution de trait de personnalité est culturellement ancré. En effet, nos observations sur l'évaluation de la personnalité à travers la voix, que la littérature a déjà très largement décrit comme dépendant de facteurs culturels et sociaux, nous poussent à la réflexion quant aux dimensions de la qualité vocale qui pourraient influencer différemment la perception de notre panel de voix féminines françaises par des locuteurs d'autres cultures.

## 9. Conclusion générale

Nous concluons brièvement en rappelant les résultats les plus saillants de nos différentes études dans lesquelles nous nous sommes intéressés à l'impact du trouble vocal chez les femmes professeures des écoles (PE) en France.

Premièrement, les PE auto-évaluent leur voix de manière sévère et cela semble impacter certains aspects de leur qualité de vie. Nous constatons une très forte prévalence de gênes vocales puisqu'uniquement 5.22% d'un panel 709 PE ayant répondu à une enquête en ligne indiquent n'avoir jamais ressenti dans le cadre de l'exercice de leur métier des maux de gorge, une voix rauque ou enrouée, des extinctions de voix, le fait de devoir forcer sur sa voix pour se faire entendre ou être à court de souffle pendant la production de parole.

Notre population de 61 PE locutrices auto-déclarent toutes avoir déjà perçu au moins l'un de ces symptômes. De plus, l'évaluation perceptive experte réalisée à partir de l'échelle GRBAS sur des extraits de parole de ces 61 locutrices a mis en évidence la présence de 24 PE atteintes de dysphonies légères, dont 22 cotées avec un grade de sévérité G1 et deux G2, pour 37 PE dite « locutrices témoins », c'est-à-dire cotées G0R0B0A0S0. D'après leurs scores au questionnaire Voice Handicap Index, les plaintes de nos locutrices sont massivement regroupées autour du domaine « physique » et s'avèrent plutôt limitées dans les domaines « fonctionnel » et « émotionnel ».

Malgré ces plaintes vocales très généralisées dans nos deux panels, nos analyses révèlent une plus grande prévalence de troubles vocaux chez les professeures des écoles travaillant auprès de plus jeunes enfants dans nos deux panels. Parmi nos 61 locutrices, l'évaluation perceptive experte indique une proportion significativement plus élevée de dysphoniques pour les PE des enfants de 3 à 6 ans par rapport à celles qui enseignent à ceux de 7 à 10 ans.

Nous observons également que cette surutilisation vocale des PE a des conséquences en termes d'altération de leur qualité de voix. À la suite de diverses analyses acoustiques, nos résultats indiquent une altération de différents aspects vocaux chez les PE catégorisées comme dysphoniques : un temps maximal de phonation plus court,

un pic de proéminence cepstral lissé plus bas, un indice Acoustic Voice Quality Index plus élevé ainsi qu'une pente spectrale plus inclinée dans le cadre d'une lecture réalisée comme si la locutrice se trouvait face à une classe bruyante. Tous ces indicateurs acoustiques semblent donc être de bons outils quant à la discrimination de la dysphonie légère.

Nos données acoustiques révèlent aussi, toutes locutrices confondues, un ralentissement de la lecture ainsi qu'une augmentation de l'énergie dans les hautes fréquences et des pentes spectrales plus fortes dans le cadre d'une lecture supposée « face à une classe bruyante » lorsqu'elle est comparée avec une lecture « neutre ». Ce résultat met en évidence la mise en place par les professeures des écoles de ce qui semble être un mécanisme de compensation vocal lorsque les circonstances ne sont plus favorables à la bonne transmission du message.

Nous avons également constaté un impact négatif de la dysphonie sur la réception du message linguistique par l'élève dans certains contextes phonologiques. En effet, en étudiant des élèves de 7 à 10 ans invités à répondre à une consigne simple d'identification d'un mot au sein d'une paire minimale, nous obtenons des temps de réaction accrus quand l'énoncé est produit par une PE dysphonique, plus précisément lorsque les mots-cibles s'opposent par un contraste de voisement.

Ces résultats révèlent donc que la dysphonie, même légère, peut avoir un important impact sur la réception du message mais aussi que cet effet est concentré sur certains contrastes phonologiques puisque les paires minimales avec comme trait d'opposition le lieu d'articulation, la nasalité, l'arrondissement et l'antériorité ne laissent pas apparaître d'allongement des temps de réaction des enfants. Nous avons en outre constaté que l'impact négatif de la dysphonie sur la transmission du message touche principalement les enfants de 7 ans.

Par ailleurs, nous observons un accord modéré entre le grade de dysphonie (G) attribué lors de l'évaluation perceptive experte réalisée sur l'échelle GRBAS et le jugement de la pathologie vocale par des auditeurs naïfs. En revanche, dans le cadre de l'attribution par ces mêmes auditeurs naïfs de traits de personnalité à des professeures des écoles témoins et dysphoniques, le trouble vocal perçu influence

largement leur jugement, même lorsque la perception de la pathologie vocale n'est pas en accord avec l'évaluation experte. En effet, nos résultats montrent qu'une voix considérée comme plus pathologique va entraîner une évaluation de la personnalité significativement plus négative sur tous les aspects que nous avons étudiés, c'est-à-dire les caractères : « joyeuse – triste », « sympathique – désagréable », « dynamique – molle » et enfin « confiante – hésitante ».

Du point de vue de la qualité de voix, l'attribution de traits de personnalité par les auditeurs naïfs semble bien suivre des tendances, probablement liée aux normes et représentations sociales partagées en France sur ce qui fait une voix de femme « idéale ». Nous avons pu mettre en avant des corrélations entre toutes les échelles de personnalité et les mesures de fréquence fondamentale ( $f_0$ ), de durée moyenne syllabique, de rapport harmonique sur bruit (HNR) et de taux de passage par zéro (ZCR). Il s'avère qu'une  $f_0$  plus élevée, un débit plus rapide, un ZCR plus élevé et un HNR plus bas sont des dimensions acoustiques associées à des locutrices plus joyeuses, plus sympathiques, plus dynamiques et plus confiantes.

La perception positive par les naïfs de la raucité légère, estimée par les mesures de HNR et ZCR, peut alors être un facteur important dans l'explication de l'accord moyen entre la perception du trouble vocal par les naïfs et l'évaluation experte de la dysphonie. Au-delà de ces résultats, il se trouve que le HNR et le ZCR, qui permettent de quantifier le degré d'apériodicité dans le signal, n'ont pas été de bons prédicteurs de l'évaluation experte la dysphonie légère dans notre panel de 61 PE. Ainsi, ces observations peuvent amener à une recatégorisation des dimensions perceptives considérées appartenir à la pathologie vocale en fonction de la sévérité du trouble et de certaines normes culturelles si toutefois elles ne font pas l'objet d'une plainte par le patient ou d'une atteinte organique.



## Bibliographie

- Alku, P., Vintturi, J., & Vilkmann, E. (2002). Measuring the effect of fundamental frequency raising as a strategy for increasing vocal intensity in soft, normal and loud phonation. *Speech Communication, 38*(3-4), 321-334.
- Allard, E. R., & Williams, D. F. (2008). Listeners' perceptions of speech and language disorders. *Journal of Communication Disorders, 41*(2), 108-123.
- Amir, O., & Levine-Yundof, R. (2013). Listeners' Attitude Toward People With Dysphonia. *Journal of Voice, 27*(4), 524.
- Apple, W., Streeter, L. A., & Krauss, R. M. (1979). Effects of Pitch and Speech Rate on Personal Attributions. *Journal of personality and social psychology, 5*(37), 715.
- Aronovitch, C. D. (1976). The Voice of Personality : Stereotyped Judgments and their Relation to Voice Quality and Sex of Speaker. *The Journal of Social Psychology, 99*(2), 207-220.
- Asch, S. E. (1946). Forming impressions of personality. *The Journal of Abnormal and Social Psychology, 41*(3), 258-290.
- Audibert, N., Rossato, S., & Aubergé, V. (2004). Paramétrisation de la qualité de voix : EGG vs. Filtrage inverse (p. 53-56). Présenté à XXVèmes Journées d'Etude sur la Parole.
- Awan, S. N., Roy, N., & Dromey, C. (2009). Estimating dysphonia severity in continuous speech : Application of a multi-parameter spectral/cepstral model. *Clinical Linguistics & Phonetics, 23*(11), 825-841.
- Awan, S. N., Solomon, N. P., Helou, L. B., & Stojadinovic, A. (2013). Spectral-Cepstral Estimation of Dysphonia Severity : External Validation. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 122*(1), 40-48.
- van Baaren, R. B., Holland, R. W., Steenaert, B., & van Knippenberg, A. (2003). Mimicry for money : Behavioral consequences of imitation. *Journal of Experimental Social Psychology, 39*(4), 393-398.

- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. Taylor & Francis.
- Barkat-Defradas, M., Busseuil, C., Chauvy, O., Hirsch, F., Fauth, C., & Révis, J. (2012). Dimension esthétique des voix normales et pathologiques : Approches perceptive et acoustique. *TIPA. Travaux interdisciplinaires sur la parole et le langage*, (28), 2-15.
- Barkat-Defradas, M., Fauth, C., Didirkova, I., Amy de la Bretèque, B., & Hirsch, F. (2015). Dysphonia is beautiful : A perceptual and acoustic analysis of vocal roughness. Présenté à 18th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS18), Glasgow, United Kingdom.
- Barkat-Defradas, M., Fauth, C., Hirsch, F., Amy De La Bretèque, B., Sauvage, J., & Dodane, C. (2013). Rauque « n » Roll : La raucité, entre symptôme pathologique & expression artistique. Présenté à 5° Journées de Phonétique Clinique, Liège, Belgium.
- Barton, K. (2009). *MuMIn : Multi-model inference*. Consulté à l'adresse <http://r-forge.r-project.org/projects/mumin/>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1).
- Belin, P., Fecteau, S., & Bédard, C. (2004). Thinking the voice : Neural correlates of voice perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(3), 129-135.
- Berlim, M. T., & Fleck, M. P. A. (2003). « Quality of life » : A brand new concept for research and practice in psychiatry. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 25(4), 249-252.
- Berry, D. S. (1990). Vocal attractiveness and vocal babyishness : Effects on stranger, self, and friend impressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 14(3), 141-153.
- van Bezooijen, R. (1995). Sociocultural Aspects of Pitch Differences between Japanese and Dutch Women. *Language and Speech*, 38(3), 253-265.
- Bialystok, E., & Martin, M. M. (2004). Attention and inhibition in bilingual children : Evidence from the dimensional change card sort task. *Developmental Science*, 7(3), 325-339.

- Bielamowicz, S., Kreiman, J., Gerratt, B. R., Dauer, M. S., & Berke, G. S. (1996). Comparison of Voice Analysis Systems for Perturbation Measurement. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(1), 126-134.
- Blood, G. W., Mahan, B. W., & Hyman, M. (1979). Judging personality and appearance from voice disorders. *Journal of Communication Disorders*, 12(1), 63-67.
- Boersma, P. (1993). Accurate short-term analysis of the fundamental frequency and the harmonics-to-noise ratio of a sampled sound. *Proceedings of the institute of phonetic sciences*, 17(1193), 93-110.
- Boersma, P., & Kovacic, G. (2006). Spectral characteristics of three styles of Croatian folk singing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119(3), 1805-1816.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2020). *Praat: Doing phonetics by computer [Computer program]*. Version 6.1.16, retrieved 6 June 2020 from <http://www.praat.org/>.
- Bradley, J. S. (1986). Speech intelligibility studies in classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 80(3), 846-854.
- Bradley, J. S., Reich, R. D., & Norcross, S. G. (1999). On the combined effects of signal-to-noise ratio and room acoustics on speech intelligibility. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106(4), 1820-1828.
- Bronzaft, A. L., & McCarthy, D. P. (1975). The Effect of Elevated Train Noise On Reading Ability. *Environment and Behavior*, 7(4), 517-528.
- Bruckert, L., Bestelmeyer, P., Latinus, M., Rouger, J., Charest, I., Rousselet, G. A., Kawahara, H., et al. (2010). Vocal Attractiveness Increases by Averaging. *Current Biology*, 20(2), 116-120.
- Bruckert, L., Liénard, J.-S., Lacroix, A., Kreutzer, M., & Leboucher, G. (2006). Women use voice parameters to assess men's characteristics. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1582), 83-89.
- Buften, E. (2000). The voice curriculum. *RCSLT Bulletin*, 9-10.

- Caetano, G., Gilbert, F., Loie, C., Lapie-Legouis, P., & Garsi, J.-P. (2017). Recherche interventionnelle sur les troubles vocaux chez les enseignants : Vers une prévention collective ? *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 78(5), 421-436.
- van Casteren, M., & Davis, M. H. (2006). Mix, a program for pseudorandomization. *Behavior Research Methods*, 38(4), 584-589.
- Comins, R. (1995). Vocal tuition for professional voice users : A tutor's account. *Voice*, 4, 32-43.
- de Corbière, S., & Fresnel, E. (2001). *LA CORDE VOCALE ET SA PATHOLOGIE*. les monographies du CCA groupe.
- Crandell, C. (2005). Speech perception in specific populations. In C. Crandell, J. Smaldino, & C. Flexer (Éds.), *Sound field amplification* (Singular Publishing., p. 50). San Diego, CA.
- Crevier-Buchman, L. (2001). Les dysphonies chroniques. *La Lettre d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervico-faciale*, (263), 25-28.
- Crevier-Buchman, L., Brihaye-Arpin, S., Sauvignet, A., & Tessier, C. (2006). Dysphonies non organiques de l'adulte. *Voix parlée et chantée* (p. 11-34).
- Crevier-Buchman, L., Mattei, A., & Giovanni, A. (2019). Forçage vocal. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale : Oto-rhino-laryngologie*, 2019;0(0):1-14 [Article 20-752-B-10].
- Dejonckere, P. H., Obbens, C., De Moor, G. M., & Wieneke, G. H. (1993). Perceptual evaluation of dysphonia : Reliability and relevance. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 45(2), 76-83.
- Dejonckere, P. H., & Pépin, F. (1983). Etude de l'effet Lombard par la mesure du niveau sonore équivalent. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 35(6), 310-315.
- Diehl, C. F. (1960). Voice and personality : An evaluation. *Psychological and psychiatric aspects of speech and hearing* (p. 171-203). Springfield: Chas. C. Thomas.
- Dion, K., & Walster, E. (1972). WHAT IS BEAUTIFUL IS GOOD. *Journal of Personality and Social Psychology*, 24(3), 285-290.

- Dockrell, J. E., & Shield, B. (2004). Children's perceptions of their acoustic environment at school and at home. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(6), 2964-2973.
- Durkheim, E. (1956). *Les Règles de la méthode sociologique : 13e édition*. Presses universitaires de France.
- Eadie, T. L., & Doyle, P. C. (2005). Classification of Dysphonic Voice : Acoustic and Auditory-Perceptual Measures. *Journal of Voice*, 19(1), 1-14.
- Ellis, A. W. (1989). Neuro-cognitive processing of faces and voices. *Handbook of research on face processing* (p. 207-215). Elsevier.
- Eskenazi, L., Childers, D. G., & Hicks, D. M. (1990). Acoustic Correlates of Vocal Quality. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 33(2), 298-306.
- Fagard, J., & Marks, A. (2000). Unimanual and bimanual tasks and the assessment of handedness in toddlers. *Developmental Science*, 3(2), 137-147.
- Ferrand, C. T. (2002). Harmonics-to-Noise Ratio : An Index of Vocal Aging. *Journal of Voice*, 16(4), 8.
- Finitzo-Hieber, T., & Tillman, T. W. (1978). Room Acoustics Effects on Monosyllabic Word Discrimination Ability for Normal and Hearing-Impaired Children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21(3), 440-458.
- Fraile, R., & Godino-Llorente, J. I. (2014). Cepstral peak prominence : A comprehensive analysis. *Biomedical Signal Processing and Control*, 14, 42-54.
- Fritzell, B. (1996). Voice disorders and occupations. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 21(1), 7-12.
- Garnier, M., & Henrich, N. (2014). Speaking in noise : How does the Lombard effect improve acoustic contrasts between speech and ambient noise? *Computer Speech & Language*, 28(2), 580-597.
- Ghio, A., Cantarella, G., Weisz, F., Robert, D., Woisard, V., Fussi, F., Giovanni, A., et al. (2015). Is the perception of dysphonia severity language-dependent? A comparison of French and Italian voice assessments. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 40(1), 36-43.

Ghio, A., Pouchoulin, G., Giovanni, A., Fredouille, C., Teston, B., Révis, J., Bonastre, J.-F., et al. (2007). Approches complémentaires pour l'évaluation des dysphonies : Bilan méthodologique et perspectives. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 26, 33-74.

Ghio, A., Weisz, F., Baracca, G., Cantarella, G., Robert, D., Woisard, V., Fussi, F., et al. (2011). Is the Perception of Voice Quality Language-Dependant ? A Comparison of French and Italian Listeners and Dysphonic Speakers. Présenté à INTERSPEECH 2011, Florence, Italy.

Ghomari, O., Merad, S., Beghdadli, B., Kandouci, A. B., Tanguy, M., & Fanello, S. (2015). Prevalence of voice disorders among primary school teachers in a West Algerian city. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 76(4), 392.

Giles, H., & Coupland, N. (1991). *Language : Contexts and consequences*. Language: Contexts and consequences (p. xvi, 244). Belmont, CA, US: Thomson Brooks/Cole Publishing Co.

Giovanni, A., Aumelas, E., Chapus, E., Lassalle, A., Remacle, M., & Ouaknine, M. (2004). Le forçage vocal et ses conséquences. *Annales d'Otolaryngologie et de Chirurgie Cervico-faciale*, 121(4), 187-196.

Goldberg, L. R. (1990). An Alternative « Description of Personality » : The Big-Five Factor Structure. *Journal of personality and social psychology*, 59(6), 1216.

Goldberg, L. R. (1999). A broad-bandwidth, public domain, personality inventory measuring the lower-level facets of several five-factor models. *Personality psychology in Europe*, 7(1), 7-28. The Netherlands.

Goldman, J.-P. (2011). EasyAlign : An automatic phonetic alignment tool under Praat. Présenté à Interspeech'11, 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association, Florence, Italy.

Gotaas, C., & Starr, C. D. (1993). Vocal Fatigue Among Teachers. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 45(3), 120-129.

- Guimarães, I., & Abberton, E. (2004). An investigation of the Voice Handicap Index with Speakers of Portuguese : Preliminary data. *Journal of Voice*, 18(1), 71-82.
- Hammarberg, B., Fritzell, B., Gaufin, J., Sundberg, J., & Wedin, L. (1980). Perceptual and Acoustic Correlates of Abnormal Voice Qualities. *Acta Oto-Laryngologica*, 90(1-6), 441-451.
- Hanson, H. M. (1997). Glottal characteristics of female speakers : Acoustic correlates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(1), 466-481.
- Hanson, H. M., & Chuang, E. S. (1999). Glottal characteristics of male speakers : Acoustic correlates and comparison with female dataa). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106(2), 1064-1077.
- Harmegnies, B. (1992). Les sources de variation du spectre à long terme de parole : Revue de la littérature. *Acoustique Canadienne*, 20(2), 9-35.
- Hartman, D. E., & Danhauer, J. L. (1976). Perceptual features of speech for males in four perceived age decades. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 59(3), 713-715.
- Heman-Ackah, Y. D., Michael, D. D., & Goding, G. S. (2002). The Relationship Between Cepstral Peak Prominence and Selected Parameters of Dysphonia. *Journal of Voice*, 16(1), 20-27.
- Heman-Ackah, Y. D., Sataloff, R. T., Laureyns, G., Lurie, D., Michael, D. D., Heuer, R., Rubin, A., et al. (2014). Quantifying the Cepstral Peak Prominence, a Measure of Dysphonia. *Journal of Voice*, 28(6), 783-788.
- Hepper, P. G., Scott, D., & Shahidullah, S. (1993). Newborn and fetal response to maternal voice. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 11(3), 147-153.
- van Heusden, E., Plomp, R., & Pols, L. C. W. (1979). Effect of ambient noise on the vocal output and the preferred listening level of conversational speech. *Applied Acoustics*, 12(1), 31-43.

- Hillenbrand, J. (1987). A Methodological Study of Perturbation and Additive Noise in Synthetically Generated Voice Signals. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 30(4), 448-461.
- Hillenbrand, J., & Houde, R. A. (1996). Acoustic Correlates of Breathly Vocal Quality : Dysphonic Voices and Continuous Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(2), 311-321.
- Hirano, M. (1989). Objective evaluation of the human voice : Clinical aspects. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 41(2-3), 89-144.
- Hirano, Minoru. (1981). *Clinical examination of voice*. Wien; New York: Springer-Verlag.
- Hsiung, Ming-Wang, Lu, P., Kang, B.-H., & Wang, H.-W. (2003). Measurement and validation of the voice handicap index in voice-disordered patients in Taiwan. *The Journal of Laryngology & Otology*, 117(6), 478-481.
- Hsiung, M.-W., Pai, L., & Wang, H.-W. (2002). Correlation between voice handicap index and voice laboratory measurements in dysphonic patients. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 259(2), 97-99.
- Hygge, S., Evans, G. W., & Bullinger, M. (2002). A Prospective Study of Some Effects of Aircraft Noise on Cognitive Performance in Schoolchildren. *Psychological Science*, 13(5), 469-474.
- INSERM : Expertise Collective. (2006). *La voix : Ses troubles chez les enseignants*. Paris: INSERM, Institut national de la santé et de la recherche médicale.
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., Benninger, M. S., & Newman, C. W. (1997). The Voice Handicap Index (VHI) : Development and Validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66-70.
- Jodelet, D. (2003). Représentations sociales : Un domaine en expansion. *Les représentations sociales* (7<sup>e</sup> éd., p. 45). Presses Universitaires de France.
- John, O. P., & Srivastava, S. (1999). The Big-Five Trait Taxonomy : History, Measurement, and Theoretical Perspectives. *Handbook of personality : Theory and research* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Guilford: Elsevier.



- de Jong, F. I. C. R. S., Kooijman, P. G. C., Thomas, G., Huinck, W. J., Graamans, K., & Schutte, H. K. (2006). Epidemiology of Voice Problems in Dutch Teachers. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 58(3), 186-198.
- Karpp, A. (2011). *The human voice: The story of a remarkable talent*. Bloomsbury Publishing.
- Kersta, L. G. (1962). Voiceprint identification. *Nature*, 196(4861), 1253-1257.
- Kitzing, P. (1986). LTAS criteria pertinent to the measurement of voice quality. *Journal of phonetics*, 14, 477-482.
- Kitzing, P., & Åkerlund, L. E. I. F. (1993). Long-time average spectrograms of dysphonic voices before and after therapy. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 45(2), 53-61.
- Ko, S. J., Judd, C. M., & Stapel, D. A. (2009). Stereotyping Based on Voice in the Presence of Individuating Information: Vocal Femininity Affects Perceived Competence but Not Warmth. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35(2), 198-211.
- Kooijman, P.G.C., de Jong, F. I. C. R. S., Thomas, G., Huinck, W., Donders, R., Graamans, K., & Schutte, H. K. (2006). Risk Factors for Voice Problems in Teachers. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 58(3), 159-174.
- Kooijman, Piet G.C., Thomas, G., Graamans, K., & de Jong, F. I. C. R. S. (2007). Psychosocial Impact of the Teacher's Voice Throughout the Career. *Journal of Voice*, 21(3), 316-324.
- Kramer, E. (1964). Personality Stereotypes in Voice : A Reconsideration of the Data. *The Journal of Social Psychology*, 62(2), 247-251.
- Krause, J. C., & Braida, L. D. (2004). Acoustic properties of naturally produced clear speech at normal speaking rates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(1), 362-378.
- Krauss, R. M., Freyberg, R., & Morsella, E. (2002). Inferring speakers' physical attributes from their voices. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(6), 618-625.

- Kreiman, J., Auszmann, A., & Gerratt, B. R. (2020). What Does It Mean for a Voice to Sound "Normal"? *Voice Attractiveness* (p. 83-99). Springer.
- Kreiman, J., & Gerratt, B. R. (1996). The perceptual structure of pathologic voice quality. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 100(3), 1787-1795.
- Kreiman, J., & Gerratt, B. R. (2000). Sources of listener disagreement in voice quality assessment. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(4), 1867-1876.
- Kreiman, J., Gerratt, B. R., & Berke, G. S. (1994). The multidimensional nature of pathologic vocal quality. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 96(3), 1291-1302.
- Kreiman, J., Gerratt, B. R., Kempster, G. B., Erman, A., & Berke, G. S. (1993). Perceptual Evaluation of Voice Quality : Review, Tutorial, and a Framework for Future Research. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 36(1), 21-40.
- Kreiman, J., Gerratt, B. R., Precoda, K., & Berke, G. S. (1992). Individual Differences in Voice Quality Perception. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 35(3), 512-520.
- Kreiman, J., & Sidtis, D. (2011). *Foundations of voice studies : An interdisciplinary approach to voice production and perception*. Malden (Mass.), Etats-Unis d'Amérique, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord.
- Krom, G. de. (1995). Some Spectral Correlates of Pathological Breathy and Rough Voice Quality for Different Types of Vowel Fragments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38(4), 794-811.
- Lallh, A. K., & Rochet, A. P. (2000). The Effect of Information on Listeners' Attitudes Toward Speakers With Voice or Resonance Disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(3), 782-795.
- Lass, N. J., Hughes, K. R., Bowyer, M. D., Waters, L. T., & Bourne, V. T. (1976). Speaker sex identification from voiced, whispered, and filtered isolated vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 59(3), 675-678.
- Le Huche, F., & Allali, A. (2001). *La voix, Tome 2 : Pathologie vocale d'origine fonctionnelle*. Paris, France: Masson, impr. 2001.

- Leino, T., Laukkanen, A.-M., & Radolf, V. (2011). Formation of the Actor's/Speaker's Formant: A Study Applying Spectrum Analysis and Computer Modeling. *Journal of Voice*, 25(2), 150-158.
- Lindblom, B. (1990). Explaining Phonetic Variation: A Sketch of the H&H Theory. In W. J. Hardcastle & A. Marchal (Éds.), *Speech Production and Speech Modelling* (p. 403-439). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Lindstrom, F., Wayne, K. P., Södersten, M., McAllister, A., & Ternström, S. (2011). Observations of the Relationship Between Noise Exposure and Preschool Teacher Voice Usage in Day-Care Center Environments. *Journal of Voice*, 25(2), 166-172.
- Linke, C. E. (1973). A study of pitch characteristics of female voices and their relationship to vocal effectiveness. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 25(3), 173-185.
- Lukas, J. S., Dupree, R. B., & Swing, J. W. (1981). *Effects of noise on academic achievement and classroom behavior* (No. Rapport: FHWA/CA/DOHS-81/01 Final Rpt.).
- Ma, E. P.-M., & Yiu, E. M.-L. (2006). Multiparametric Evaluation of Dysphonic Severity. *Journal of Voice*, 20(3), 380-390.
- Maples, J. L., Guan, L., Carter, N. T., & Miller, J. D. (2014). A test of the International Personality Item Pool representation of the Revised NEO Personality Inventory and development of a 120-item IPIP-based measure of the five-factor model. *Psychological Assessment*, 26(4), 1070-1084.
- Marslen-Wilson, W. D. (1984). Function and process in spoken word recognition: A tutorial review. *Attention and performance: Control of language processes* (p. 125-150). Erlbaum.
- Maryn, Y., De Bodt, M., & Roy, N. (2010). The Acoustic Voice Quality Index: Toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. *Journal of Communication Disorders*, 43(3), 161-174.
- Master, S., Biase, N. de, Pedrosa, V., & Chiari, B. M. (2006). The long-term average spectrum in research and in the clinical practice of speech therapists. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 18(1), 111-120.

Master, S., De Biase, N. G., & Madureira, S. (2012). What About the “ Actor’s Formant” in Actresses’ Voices? *Journal of Voice*, 26(3), 117-122.

Matar Zein. (2015). *Genre et voix en arabe libanais : Le cas des femmes avec un œdème de Reinke* (Thèse de doctorat). UNIVERSITE SAINT-JOSEPH, FACULTE DE MEDECINE et AIX-MARSEILLE UNIVERSITE, FACULTE DES ARTS, LETTRES, LANGUES ET SCIENCES HUMAINES.

Mayer, J. (2018). Praat Skripte : Auditive Stimmanalyse (GRBAS) mit dem Demo-Window. Consulté à l’adresse [http://praatpfanne.lingphon.net/downloads/demo\\_GRBAS.txt](http://praatpfanne.lingphon.net/downloads/demo_GRBAS.txt)

McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1985). Comparison of EPI and psychoticism scales with measures of the five-factor model of personality. *Personality and Individual Differences*, 6(5), 587-597.

McKinnon, S. L., Hess, C. W., & Landry, R. G. (1986). Reactions of college students to speech disorders. *Journal of Communication Disorders*, 19(1), 75-82.

de Medeiros, A. M., Barreto, S. M., & Assunção, A. Á. (2008). Voice Disorders (Dysphonia) in Public School Female Teachers Working in Belo Horizonte : Prevalence and Associated Factors. *Journal of Voice*, 22(6), 676-687.

Misono, S., Meredith, L., Peterson, C. B., & Frazier, P. A. (2016). New Perspective on Psychosocial Distress in Patients With Dysphonia : The Moderating Role of Perceived Control. *Journal of Voice*, 30(2), 172-176.

Montepare, J. M., & Zebrowitz-McArthur, L. (1987). Perceptions of adults with childlike voices in two cultures. *Journal of Experimental Social Psychology*, 23(4), 331-349.

Morsomme, D., Minell, L., & Verduyck, I. (2011). Impact of teachers’ voice quality on children’s language processing skills. *Vocologie : Stem en stemstoornissen*, 9-15.

Morton, V., Watson, D. R., & Watson, D. R. (2001). The impact of impaired vocal quality on children’s ability to process spoken language. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 26(1), 17-25.

Moscovici, S. (1971). *Psychologie sociale théorique et expérimentale*.

- Moyer, K. E., & Gilmer, B. von H. (1955). Attention Spans of Children for Experimentally Designed Toys. *The Journal of Genetic Psychology*, 87(2), 187-201.
- Nass, C., & Lee, K. M. (2001). Does computer-synthesized speech manifest personality? Experimental tests of recognition, similarity-attraction, and consistency-attraction. *Journal of Experimental Psychology : Applied*, 7(3), 171-181.
- Niebudek-Bogusz, E., Woznicka, E., Zamyslowska-Szmytke, E., & Sliwinska-Kowalska, M. (2010). Correlation between Acoustic Parameters and Voice Handicap Index in Dysphonic Teachers. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 62(1-2), 55-60.
- Niebudek-Bogusz, Ewa, Kuzańska, A., Woznicka, E., & Sliwinska-Kowalska, M. (2011). Assessment of the Voice Handicap Index as a Screening Tool in Dysphonic Patients. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 63(5), 269-272.
- Nordenberg, M., & Sundberg, J. (2004). Effect on LTAS of vocal loudness variation. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 29(4), 183-191.
- Omori, K. (2011). Diagnosis of Voice Disorders. *Japan Medical Association Journal*, 54(4), 248-253.
- Ortega, J., Cassinello, N., Dorcaratto, D., & Leopaldi, E. (2009). Computerized acoustic voice analysis and subjective scaled evaluation of the voice can avoid the need for laryngoscopy after thyroid surgery. *Surgery*, 145(3), 265-271.
- Osgood, C. E. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological Bulletin*, 49(3), 197-237.
- Page, R. A., & Balloun, J. L. (1978). The Effect of Voice Volume on the Perception of Personality. *The Journal of Social Psychology*, 105(1), 65-72.
- Pardo, J. S. (2006). On phonetic convergence during conversational interaction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119(4), 2382-2393.
- Parsa, V., & Jamieson, D. G. (2001). Acoustic Discrimination of Pathological Voice : Sustained Vowels Versus Continuous Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(2), 327-339.

Patel, R. R., Awan, S. N., Barkmeier-Kraemer, J., Courey, M., Deliyski, D., Eadie, T., Paul, D., et al. (2018). Recommended Protocols for Instrumental Assessment of Voice : American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to Develop a Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(3), 887-905.

Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., Macaskill, M. R., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., et al. (2019). PsychoPy2 : Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 51(1), 195-203.

Pemberton, C., McCormack, P., & Russell, A. (1998). Have women's voices lowered across time? A cross sectional study of Australian women's voices. *Journal of Voice*, 12(2), 208-213.

Peng, Y., Zebrowitz, L. A., & Lee, H. K. (1993). The impact of cultural background and cross-cultural experience on impressions of American and Korean male speakers. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 24(2), 203-220.

Pettirossi, A., Audibert, N., & Crevier-Buchman, L. (2017). Le spectre moyen à long-terme corrigé en F0 (pitch-corrected LTAS) : Une mesure robuste de la voix dysphonique sur des énoncés de nature variable. Présenté à 7èmes Journées de Phonétique Clinique, Paris, France.

Pettirossi, A., Audibert, N., & Crevier-Buchman, L. (2020). Corrélats acoustiques et perceptifs de la personnalité perçue à travers la voix dans une population de dysphoniques légères (Vol. 1, p. 489-497). Présenté à 6e conférence conjointe Journées d'Études sur la Parole (JEP, 33e édition), Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN, 27e édition), Rencontre des Étudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues (RÉCITAL, 22e édition), Nancy, France.

Pisoni, D. B., & Martin, C. S. (1989). Effects of Alcohol on the Acoustic-Phonetic Properties of Speech : Perceptual and Acoustic Analyses. *Alcoholism : Clinical and Experimental Research*, 13(4), 577-587.

Pommée, T., Maryn, Y., Finck, C., & Morsomme, D. (2020). Validation of the Acoustic Voice Quality Index, Version 03.01, in French. *Journal of Voice*, 34(4), 646.

Pouchoulin, G., Fredouille, C., Bonastre, J.-F., Ghio, A., Azzarello, M., & Giovanni, A. (2006). Modélisation statistique et informations pertinentes pour la caractérisation des voix pathologiques (dysphonies) (p. 93-96). Présenté à Journées d'Etude sur la Parole, Dinard, France.

Preciado, J. A., García Tapia, R., & Infante, J. C. (1998). Prevalence of voice disorders among educational professionals. Factors contributing to their appearance or their persistence. *Acta Otorrinolaringologica Espanola*, 49(2), 137-142.

Preciado-López, J., Pérez-Fernández, C., Calzada-Uriondo, M., & Preciado-Ruiz, P. (2008). Epidemiological Study of Voice Disorders Among Teaching Professionals of La Rioja, Spain. *Journal of Voice*, 22(4), 489-508.

Ptacek, P. H., & Sander, E. K. (1966). Age Recognition from Voice. *Journal of Speech and Hearing Research*, 9(2), 273-277.

Quené, H., Boomsma, G., & van Erning, R. (2020). Attractiveness of Male Speakers : Effects of Pitch and Tempo. *Voice Attractiveness* (p. 153-164). Springer.

R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Consulté à l'adresse <https://www.R-project.org/>.

Remacle, A., Morsomme, D., & Finck, C. (2014). Comparison of Vocal Loading Parameters in Kindergarten and Elementary School Teachers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(2), 406-415.

Révis, J. (2004). *L'analyse perceptive des dysphonies : Approche phonétique de l'évaluation vocale* (PhD Thesis). Aix-Marseille 2.

Révis, J., Galant, C., Fredouille, C., Ghio, A., & Giovanni, A. (2012). Influence of phonetic context on the dysphonic event : Contribution of new methodologies for the analysis of pathological voice. *Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie*, 133(1), 33-40. *Revue de Laryngologie*.

Révis, J., Giovanni, A., Wuyts, F., & Triglia, J.-M. (1999). Comparison of Different Voice Samples for Perceptual Analysis. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 51(3), 108-116.

- Riesgo, C. A., & Nöth, E. (2019). What Makes the Cepstral Peak Prominence Different to Other Acoustic Correlates of Vocal Quality? *Journal of Voice*, 34(5), 806.
- Rogerson, J., & Dodd, B. (2005). Is There an Effect of Dysphonic Teachers' Voices on Children's Processing of Spoken Language? *Journal of Voice*, 19(1), 47-60.
- Rosen, C. A., Lee, A. S., Osborne, J., Zullo, T., & Murry, T. (2004). Development and validation of the voice handicap index-10. *The Laryngoscope*, 114(9), 1549-1556.
- Rouquette, M.-L., & Rateau, P. (1998). *Introduction à l'étude des représentations sociales*. Presses Universitaires de Grenoble.
- Roy, N., Bless, D. M., & Heisey, D. (2000). Personality and voice disorders: A multitrait-multidisorder analysis. *Journal of Voice*, 14(4), 521-548.
- Roy, N., Merrill, R. M., Thibeault, S., Gray, S. D., & Smith, E. M. (2004). Voice Disorders in Teachers and the General Population: Effects on Work Performance, Attendance, and Future Career Choices. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(3), 542-551.
- Ruch, H., Zürcher, Y., & Burkart, J. M. (2018). The function and mechanism of vocal accommodation in humans and other primates: Vocal accommodation in human and other primates. *Biological Reviews*, 93(2), 996-1013.
- Ruscello, D. M., Lass, N. J., & Podbesek, J. (1988). Listeners' perceptions of normal and voice-disordered children. *Folia phoniatrica*, 40, 290-296.
- Russell, A., Oates, J., & Greenwood, K. M. (1998). Prevalence of voice problems in teachers. *Journal of Voice*, 12(4), 467-479.
- Sapir, S., Keidar, A., & Mathers – schmidt, B. (1993). Vocal attrition in teachers: Survey findings. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 28(2), 177-185.
- Scherer, K. (2003). Vocal communication of emotion: A review of research paradigms. *Speech Communication*, 40(1-2), 227-256.
- Schiller, I. S., Morsomme, D., Kob, M., & Remacle, A. (2020). Noise and a Speaker's Impaired Voice Quality Disrupt Spoken Language Processing in School-Aged



Children : Evidence From Performance and Response Time Measures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(7), 2115-2131.

Schindler, A., Mozzanica, F., Vedrody, M., Maruzzi, P., & Ottaviani, F. (2009). Correlation Between the Voice Handicap Index and Voice Measurements in Four Groups of Patients with Dysphonia. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 141(6), 762-769.

Schmidt, C. P., Andrews, M. L., & McCutcheon, J. W. (1998). An acoustical and perceptual analysis of the vocal behavior of classroom teachers. *Journal of Voice*, 12(4), 434-443.

Schmitt, B. D. (2010). *My Child is Sick!* American Academy of Pediatrics.

Schoentgen, J. (1989). Jitter in sustained vowels and isolated sentences produced by dysphonic speakers. *Speech Communication*, 8(1), 61-79.

Sherif, M. (1935). A study of some social factors in perception. *Archives of Psychology (Columbia University)*.

Shield, B., & Dockrell, J. E. (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(2), 730-738.

Shue, Y. L. (2010). *The voice source in speech production : Data, analysis and models* (Thèse de doctorat). UCLA.

Shue, Y.-L., Keating, P., Vicenik, C., & Yu, K. (2011). VoiceSauce : A program for voice analysis. *Hong Kong* (p. 5). Présenté à 17TH INTERNATIONAL CONGRESS OF PHONETIC SCIENCES, Hong-Kong.

Simberg, S., Laine, A., Sala, E., & Rönnemaa, A.-M. (2000). Prevalence of voice disorders among future teachers. *Journal of Voice*, 14(2), 231-235.

Smiljanic, R., & Gilbert, R. C. (2017). Acoustics of Clear and Noise-Adapted Speech in Children, Young, and Older Adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(11), 3081-3096.

- Södersten, M., Granqvist, S., Hammarberg, B., & Szabo, A. (2002). Vocal Behavior and Vocal Loading Factors for Preschool Teachers at Work Studied with Binaural DAT Recordings. *Journal of Voice*, 16(3), 356-371.
- Speyer, R., Bogaardt, H. C. A., Passos, V. L., Roodenburg, N. P. H. D., Zumach, A., Heijnen, M. A. M., Baijens, L. W. J., et al. (2010). Maximum Phonation Time : Variability and Reliability. *Journal of Voice*, 24(3), 281-284.
- Stanford, W. B. (1967). *The sound of Greek* (Vol. 38). University of California Press.
- Švec, G., Popolo, S., & Titze, R. (2003). Measurement of vocal doses in speech : Experimental procedure and signal processing. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 28(4), 181-192.
- Tayal, S., Stone, S., & Birkholz, P. (2017). Towards the measurement of the actor's formant in female voices. *Studenttexte zur Sprachkommunikation*: (p. 286-293). Présenté à Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Saarbrücken, Deutschland.
- Thorndike, E. L. (1920). A constant error in psychological ratings. *Journal of Applied Psychology*, 4(1), 25-29.
- Titze, I. R. (1999). Toward occupational safety criteria for vocalization. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 24(2), 49-54.
- Titze, I. R., & Hunter, E. J. (2015). Comparison of Vocal Vibration-Dose Measures for Potential-Damage Risk Criteria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(5), 1425-1439.
- Titze, I. R., Švec, J. G., & Popolo, P. S. (2003). Vocal Dose Measures : Quantifying Accumulated Vibration Exposure in Vocal Fold Tissues. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(4), 919-932.
- Urrutikoetxea, A., Ispizua, A., & Matellanes, F. (1995). Vocal pathology in teachers : A videolaryngostroboscopic study in 1046 teachers. *Revue de laryngologie-otologie-rhinologie*, 116(4), 255-262.

- Van Lancker, D., Kreiman, J., & Emmorey, K. (1985). Familiar voice recognition : Patterns and parameters Part I: Recognition of backward voices. *Journal of Phonetics*, 13(1), 19-38.
- Weiss, B., Trouvain, J., Barkat-Defradas, M., & Ohala, J. (2020). *Voice Attractiveness*. Springer.
- Whitfield, J. A., & Goberman, A. M. (2013). Physiological aspects and methodological considerations of long-term average spectrum measures (p. 101). Présenté à 10th International Conference Advances in Quantitative Laryngology, Cincinnati, Ohio, USA.
- Whittaker, J. O., & Meade, R. D. (1967). Social Pressure in the Modification and Distortion of Judgment. A Cross-Cultural Study. *International Journal of Psychology*, 2(2), 109-113.
- Wilson, J. A., Deary, I. J., Millar, A., & Mackenzie, K. (2002). The quality of life impact of dysphonia. *Clinical Otolaryngology and Allied Sciences*, 27(3), 179-182.
- Wingate, J. M., Ruddy, B. H., Lundy, D. S., Lehman, J., Casiano, R., Collins, S. P., Woodson, G. E., et al. (2005). Voice Handicap Index Results for Older Patients with Adductor Spasmodic Dysphonia. *Journal of Voice*, 19(1), 124-131.
- Winter, B. (2019). *Statistics for linguists : An introduction using R*. Routledge.
- Woehrling, C., & Boula de Mareuil, P. (2006). Identification d'accents régionaux en français : Perception et analyse. *Bulletin PFC*, 6, 89-103.
- Woisard, V., Bodin, S., & Puech, M. (2004). The Voice Handicap Index : Impact of the translation in French on the validation. *Revue de laryngologie – Otologie – Rhinologie*, 125(5), 307.
- Wolfe, V., & Martin, D. (1997). Acoustic correlates of dysphonia : Type and severity. *Journal of Communication Disorders*, 30(5), 403-416.
- Wuyts, F. L., Bodt, M. S. D., Molenberghs, G., Remacle, M., Heylen, L., Millet, B., Lierde, K. V., et al. (2000). The Dysphonia Severity Index : An Objective Measure of

Vocal Quality Based on a Multiparameter Approach. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(3), 796-809.

Yiu, E. M.-L. (2002). Impact and Prevention of Voice Problems in the Teaching Profession : Embracing the Consumers' View. *Journal of Voice*, 16(2), 14.

Yu, A. C. L., Abrego-Collier, C., & Sonderegger, M. (2013). Phonetic Imitation from an Individual-Difference Perspective : Subjective Attitude, Personality and "Autistic" Traits. (J. Snyder, Éd.) *PLoS ONE*, 8(9), 1-13.

Yumoto, E., Gould, W. J., & Baer, T. (1982). Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 71(6), 1544-1550. Acoustical Society of America.

Zee, E. (1977). Duration and intensity as correlates of F0. *Journal of Phonetics*, 6(3), 213-220.

Zuckerman, M., & Driver, R. E. (1988). What sounds beautiful is good : The vocal attractiveness stereotype. *Journal of Nonverbal Behavior*, 13(2), 67-82.

## Annexes

### Annexe 1 : Questionnaire du panel « internet »

**Avez-vous déjà eu des problèmes de voix ?**

**Lesquelles de ces sensations avez-vous déjà perçues ?**

Des maux de gorge
Des extinctions de voix
La voix rauque ou enrouée
Forcer sur ma voix pour me faire entendre
Être à court de souffle quand je parle
Être socialement embarrassée à cause de ma voix
Aucune de ces sensations
Autres...

**À quelle fréquence avez-vous l'impression de forcer sur votre voix ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plusieurs fois par jour

**À quelle fréquence vous sentez-vous obligé(e) de changer la façon dont vous parlez pour vous économiser (ne pas vous fatiguer vocalement) ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plusieurs fois par jour

**Dans lesquelles de ces situations avez-vous l'impression de forcer sur votre voix ?**

Quand vous lisez une histoire
Quand vous donnez une consigne
Quand vous voulez obtenir le silence
Quand vous faites une correction
Quand vous expliquez une notion
Quand vous énoncez une dictée
Autres...

**Votre voix vous semble-t-elle plus faible à certains moments de la journée ?**

Oui, au réveil
Oui, le matin
Oui, dans la journée
Oui, le soir
Non, jamais

**Avez-vous déjà consulté un ORL pour un ou plusieurs de ces problèmes ?**

Je n'ai jamais consulté un ORL
Enrouement
Extinction de voix
Picotements ou brûlures dans la gorge
Autres...

**Depuis que vous enseignez, avez-vous déjà suivi une rééducation orthophonique ?**

**À quels niveaux avez-vous l'impression que votre voix impacte votre enseignement ?**

Je considère que ma voix n'a aucun impact sur mon enseignement
J'ai des difficultés à me faire comprendre
Je dois parfois adapter mon contenu pédagogique
J'ai plus de mal à obtenir le silence
J'ai plus de mal à gérer ma classe
J'ai déjà été en arrêt maladie à cause de ma voix
Autres...

**Vous êtes ?**

Un homme
Une femme

**Quelle est votre année de naissance ?**

**Combien d'années d'enseignement avez-vous à votre actif ?**

**Dans quelle(s) section(s) enseignez-vous ?**

Petite section	Moyenne section	Grande section	CP	CE1	CE2	CM1	CM2	Autres...
----------------	-----------------	----------------	----	-----	-----	-----	-----	-----------

**Dans quelle académie enseignez-vous ?**

**Combien d'élèves avez-vous environ dans votre classe ?**

Moins de 10
Entre 10 et 15
Entre 15 et 20
Entre 20 et 25
Plus de 25

**Combien d'élèves n'ont pas le français comme langue maternelle dans votre classe ?**

Aucun
Entre 1 et 4
Entre 5 et 8
Entre 9 et 12
Plus de 12

**Combien fumez-vous de cigarette(s) par jour en moyenne ?**

Je ne fume pas
Moins d'une cigarette par jour
1 à 5 par jour
5 à 10 par jour
10 à 15 par jour
15 à 20 par jour
Plus d'un paquet par jour

**À quelle fréquence consommez-vous de d'alcool par semaine en moyenne ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plus de 5 fois par semaine

**À quelle fréquence faites-vous du sport ? Lequel ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plus de 5 fois par semaine



**À quelle fréquence pratiquez-vous une activité de chant, théâtre, de coaching ou encore d'animation en plein air ? Laquelle ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plus de 5 fois par semaine

## Annexe 2 : Corpus complet

### **Production de voyelles :**

- 3 /a/ tenus

### **Lecture de paires minimales dans une phrase porteuse :**

- Clique sur le dessin de bac  
Clique sur le dessin de pâque  
Clique sur le dessin de pouce  
Clique sur le dessin de mousse  
Clique sur le dessin de bouche  
Clique sur le dessin de mouche  
Clique sur le dessin de poule  
Clique sur le dessin de moule  
Clique sur le dessin de boule  
Clique sur le dessin de poule  
Clique sur le dessin de pêche  
Clique sur le dessin de mèche  
Clique sur le dessin de père  
Clique sur le dessin de mère  
Clique sur le dessin de bus  
Clique sur le dessin de puce  
Clique sur le dessin de bulle

Clique sur le dessin de pull

Clique sur le dessin de pile

Clique sur le dessin de mille

**Lecture de l’histoire de La bise et le soleil (une fois en condition neutre « neutre », une seconde fois « face à votre classe bruyante ») :**

- La bise et le soleil se disputaient, chacun assurant qu'il était le plus fort, quand ils ont vu un voyageur qui s'avancait, enveloppé dans son manteau.  
Ils sont tombés d'accord que celui qui arriverait le premier à faire ôter son manteau au voyageur serait regardé comme le plus fort.  
Alors, la bise s'est mise à souffler de toute sa force mais plus elle soufflait, plus le voyageur serrait son manteau autour de lui et à la fin, la bise a renoncé à le lui faire ôter.  
Alors le soleil a commencé à briller et au bout d'un moment, le voyageur, réchauffé, a ôté son manteau.  
Ainsi, la bise a dû reconnaître que le soleil était le plus fort des deux.

**Lecture des histoires inventées de Babar (une fois en condition « neutre », une seconde fois « comme si vous lisiez à votre classe calme ») :**

- Babar et sa femme partent en voyage au bord de la mer. Ils arrivent en montgolfière sur une petite île déserte.  
Ils font du camping autour d'un joli feu de camp. Ils vivent dans une tente et pique-niquent directement dans le sable.  
Après 7 jours, ils repartent en bateau avec des marins et un célèbre capitaine avec qui ils parlent tout le long du chemin. La mer turquoise est un peu agitée.  
Après ce périple, ils arrivent à l'hôtel de la côte pour leur dernière journée de vacance. Babar et sa femme sont très fatigués, ils dînent au lit et s'endorment aussitôt fini.


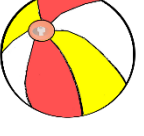






- Le Dimanche, Babar dort toujours très longtemps. Il reste au chaud sous ses couvertures jusqu'à plus de 10 heures.







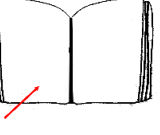

Aujourd'hui, il décide en se réveillant d'aller faire les magasins en bas de chez lui. Il rentre dans le centre commercial et achète une très belle paire de chaussure vernie.

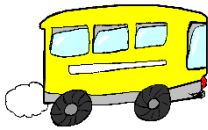

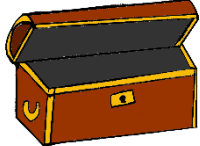





Soudain, alors que l'horloge sonne midi, Babar se rappelle qu'il devait partir manger chez sa grand-mère. Il prend alors sa voiture et part à toute allure pour ne pas rater le déjeuner.


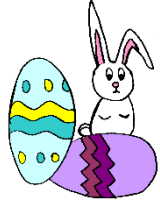







Après une longue route, Babar arrive enfin chez sa grand-mère qui l'attendait à table. Elle a cuisiné son fameux potage, miam !

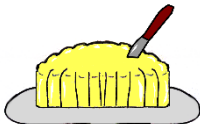
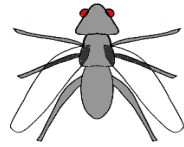
Annexe 3 : Liste complète des mots composant les paires minimales de structure syllabique « CVC » par ordre alphabétique et dessins correspondants



Dessin	Mot
	Bac (à sable) /bak/
	Balle /bal/
	Barres /baʁ/
	Batte /bat/
	Bottes /bɔt/
	Bouche /buʃ/
	Boule /bul/
	Bulles /byl/

Dessin	Mot
	Moule /mul/
	Moule /mul/
	Mousse /mus/
	Mousse /mus/
	Mule /myl/
	Page /paʒ/
	Page /paʒ/
	Pales /pal/

	Bus /bys/
	Mage /maz/
	Malle /mal/
	Mare /maʁ/
$\begin{array}{r} 2+2 \\ = \\ 4 \end{array}$	Maths /mat/
	Mèche /mɛʃ/
	Mèche /mɛʃ/
	Mère /mɛʁ/
	Mille /mil/

	Pattes /pat/
	Pâques /pak/
	Pêche /pɛʃ/
	Pêche /pɛʃ/
	Père /pɛʁ/
	Pile /pil/
	Potes /pɔt/
	Pouce /pus/
	Poule /pul/

	Motte /mɔt/
	Mouche /muʃ/

	Puces /pys/
	Pull /pyl/

## Annexe 4 : Lettre d'information à destination des locutrices

### *La dysphonie chez les professeures des écoles : perceptions et représentations*

Amelia Pettirossi, amelia.pettirossi@sorbonne-nouvelle.fr

Madame,

Nous vous sollicitons afin de participer à une étude scientifique en phonétique clinique. Cette étude est réalisée dans le cadre d'une thèse à la Sorbonne Nouvelle, Paris 3 (13, rue de Santeuil, 75005, Paris), au sein du Laboratoire de Phonétique et Phonologie (19 rue des Bernardins, 75005, Paris).

**Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer.**

#### *PRESENTATION DE L'ETUDE*

Nous nous intéressons aux troubles de la voix, et plus particulièrement à la dysphonie chez les femmes professeures des écoles. Ce projet a pour ambition d'aider les professeures des écoles à mieux comprendre comment utiliser leur voix afin de minimiser l'impact qu'elle peut avoir sur leurs interactions quotidiennes et en particulier dans l'exercice de leur profession.

Des analyses perceptives et acoustiques seront réalisées sur les échantillons vocaux prélevés. Si vous le souhaitez, un retour global pourra vous être fait une fois la recherche terminée.

#### *ENREGISTREMENTS ET QUESTIONNAIRES*

Votre participation se fera sans contrainte de temps et n'inclut aucun calcul de performance.

Nous effectuerons une prise de données à L'Institut de Linguistique et Phonétique Générales et Appliquées (19 rue des Bernardins, 75005, Paris) pendant laquelle vous devrez porter un micro-casque ainsi qu'un électroglottographe (l'électroglottographe est un collier fixé autour du cou au moyen d'un scratch, qui inclut deux petits capteurs permettant de mesurer l'activité du larynx). Cette étape consistera à la réalisation de



tâches de parole : des voyelles tenues, des lectures de phrases et de textes. Nous vous demanderons également remplir des questionnaires d'auto-évaluation sur l'impact de votre voix sur votre vie personnelle et professionnelle.

### *RISQUES POTENTIELS*

Cette étude ne comporte ni technique d'observation invasive ni aucun risque pour votre santé.

### *LEGISLATION - CONFIDENTIALITE*

Toutes les informations recueillies sur votre personne durant cette étude seront traitées de façon confidentielle. Seuls les responsables de l'étude pourront avoir accès à ces données et à l'exception de ces personnes, votre anonymat sera entièrement préservé.

Les données enregistrées feront l'objet d'un traitement informatisé. Conformément à la loi 78-17 du 06 janvier 1978 relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, modifiée par la loi n°94-548 du 1er juillet 1994, vous bénéficiez à tout moment, du droit d'accès et de rectification des données vous concernant auprès d'Amelia Pettrossi et, en ce qui concerne les informations de nature médicale, ce droit est exercé par l'intermédiaire du Docteur Lise Crevier-Buchman. Vous pouvez demander l'accès au suivi des résultats en cours d'étude mais également décider d'arrêter votre participation sans avoir à vous justifier.

**Le projet a reçu un avis favorable du Comité d'éthique pour les recherches comportementales et en santé en date du 07/03/2018.**

Si vous avez des questions pendant votre participation à cette étude, vous pourrez contacter Amelia Pettrossi, dont vous retrouverez les coordonnées en haut de la lettre.

Annexe 5 : Formulaire de consentement à destination des locutrices

Je soussigné(e) .....

**J'ai lu et compris la fiche d'information qui m'a été remise précédemment.**

J'ai bien compris que ma participation à l'étude est volontaire et que et je suis libre d'accepter ou de refuser ainsi que de mettre un terme à ma participation à tout moment sans avoir à me justifier.

Je pourrai exercer mon droit d'accès au suivi des résultats, au compte rendu de la recherche finie, de rectification ainsi que de retrait auprès d'Amelia Pettirossi. Je pourrai également demander d'écouter a posteriori les enregistrements pour en faire supprimer tout passage que je ne souhaiterais pas voir conservé.

Je comprends que ma prise en charge à l'Hôpital Pompidou ne sera en rien modifiée si j'exerce l'un des droits exprimés ci-dessus.

---

J'accepte de participer à l'étude : « *La dysphonie chez les professeuses des écoles : perceptions et représentations* » pour laquelle toutes mes données personnelles seront immédiatement anonymisées.

J'accepte que mon dossier médical vocal se rapportant à l'étude soit accessible aux responsables de l'étude.

J'accepte également que les données nominatives me concernant recueillies à l'occasion de cette étude puissent être archivées par les organisateurs de la recherche.

J'autorise ainsi cette dernière à utiliser les résultats pour sa thèse et tous les travaux scientifiques qui pourraient en découler.

Fait à .....

Le .....

*Signature de l'investigateur*

*Signature de la participante*

AUTORISATION DE CAPTATION ET D'EXPLOITATION DE LA VOIX

J'autorise, à titre gracieux, Amelia Pettirossi à enregistrer ma voix dans le cadre de l'étude « *La dysphonie chez les professeuses des écoles : perceptions et représentations* ».

En conséquence de quoi, et conformément aux dispositions relatives aux droits de la personnalité, j'autorise Amelia Pettirossi à exploiter, à des fins scientifiques et non-lucratives uniquement, les enregistrements anonymes de ma voix effectués dans le cadre du projet « *La dysphonie chez les professeuses des écoles : perceptions et représentations* ».

Amelia Pettirossi s'interdit expressément de procéder à une exploitation des enregistrements susceptible de porter atteinte à la vie privée ou à la réputation, à la dignité ou à l'intégrité de ma personne.

Hormis l'exploitation prévue pour la thèse d'Amelia Pettirossi et les publications scientifiques associées, j'accepte que ma voix soit diffusée de manière parfaitement anonyme dans le cadre (entourez la ou les réponse(s) choisie(s)) :

De conférences scientifiques	Oui	Non
De conférences grand public	Oui	Non
De cours universitaires	Oui	Non

Fait à .....

Le .....

*Signature de l'investigateur*

*Signature de la participante*

Annexe 7 : Questionnaire du panel « locutrice »

**Quelle est votre année de naissance ?**

**Combien d'années d'enseignement avez-vous à votre actif ?**

**Dans quelles classes avez-vous enseigné au cours de votre carrière ?**

Petite section	Moyenne section	Grande section	CP	CE1	CE2	CM1	CM2
----------------	-----------------	----------------	----	-----	-----	-----	-----

**Dans quelle classe enseignez-vous cette année ?**

**Dans quelle académie enseignez-vous ?**

**Votre école fait-elle partie d'un réseau d'éducation prioritaire (REP) ?**

**Combien d'élèves avez-vous environ dans votre classe ?**

Moins de 10
Entre 10 et 15
Entre 15 et 20
Entre 20 et 25
Plus de 25

**Combien d'élèves n'ont pas le français comme langue maternelle dans votre classe ?**

Aucun
Entre 1 et 4
Entre 5 et 8
Entre 9 et 12
Plus de 12

**Combien fumez-vous de cigarette(s) par jour en moyenne ?**

Je ne fume pas
Moins d'une cigarette par jour
1 à 5 par jour
5 à 10 par jour
10 à 15 par jour
15 à 20 par jour
Plus d'un paquet par jour

**À quelle fréquence consommez-vous de d'alcool par semaine en moyenne ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plus de 5 fois par semaine

**À quelle fréquence faites-vous du sport ? Lequel ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plus de 5 fois par semaine

**À quelle fréquence pratiquez-vous une activité de chant, théâtre, de coaching ou encore d'animation en plein air ? Laquelle ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plus de 5 fois par semaine

**Pensez-vous que votre voix puisse avoir un impact négatif sur votre enseignement ?**

**À quelle fréquence avez-vous l'impression de forcer sur votre voix ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plusieurs fois par jour

**À quelle fréquence vous sentez-vous obligé(e) de changer la façon dont vous parlez pour vous économiser (ne pas vous fatiguer vocalement) ?**

Jamais
Moins d'une fois par semaine
1 à 2 fois par semaine
3 à 5 fois par semaine
Plusieurs fois par jour

**Avez-vous déjà consulté un ORL pour un problème vocal ?**

**Depuis que vous enseignez, avez-vous déjà suivi une rééducation orthophonique ?**

**Avez-vous déjà été opérée des cordes vocales ?**

**Lesquelles de ces sensations avez-vous déjà perçues ?**

Des maux de gorge
Des extinctions de voix
La voix rauque ou enrouée
Forcer sur ma voix pour me faire entendre
Être à court de souffle quand je parle
Être socialement embarrassée à cause de ma voix
Aucune de ces sensations

**Dans lesquelles de ces situations avez-vous l'impression de forcer sur votre voix ?**

Quand vous sortez en récréation
Quand vous êtes en cours d'EPS
Quand vous lisez une histoire
Quand vous donnez une consigne
Quand vous voulez obtenir le silence
Quand vous faites une correction
Quand vous expliquez une notion
Quand vous énoncez une dictée

**Votre voix vous semble-t-elle plus faible à certains moments de la journée ?**

Oui, au réveil
Oui, le matin
Oui, dans la journée
Oui, le soir
Non, jamais

Annexe 8 : Voice Handicap Index (VHI)

		JAMAIS	PRESQUE JAMAIS	PARFOIS	PRESQUE TOUJOURS	TOUJOURS
F1	On m'entend difficilement à cause de ma voix					
P2	Je suis À court de souffle quand je parle					
F3	On me comprend difficilement dans un milieu bruyant					
P4	Le son de ma voix varie en cours de journée					
F5	Les membres de la famille ont du mal à m'entendre quand je les appelle dans la maison					
F6	Je téléphone moins souvent que je le voudrais					
E7	Je suis tendu(e) quand je parle avec d'autres à cause de ma voix					
F8	J'ai tendance à éviter les groupes de gens à cause de ma voix					
E9	Les gens semblent irrités par ma voix					
P10	On me demande : "Qu'est-ce qui ne va pas avec ta voix ?"					
F11	Je parle moins souvent avec mes amis, mes voisins, ma famille à cause de ma voix					
F12	On me demande de me répéter quand je dialogue face à face avec quelqu'un					
P13	Ma voix semble "grinçante" et sèche					
P14	J'ai l'impression que je dois forcer pour produire la voix					
E15	Je trouve que les autres personnes ne comprennent pas mon problème de voix					
F16	Mes difficultés de voix limitent ma vie personnelle et sociale					



P17	La clarté de ma voix est imprévisible					
P18	J'essaie de changer ma voix pour qu'elle sonne différemment					
F19	Je me sens écarté(e) des conversations à cause de ma voix					
P20	Je fais beaucoup d'effort pour parler					
P21	Ma voix est plus mauvaise le soir					
F22	Mes problèmes de voix entraînent des pertes de revenus					
E23	Mon problème de voix me contrarie					
E24	Je suis moins sociable à cause de mon problème de voix					
E25	Je me sens handicapé(e) à cause de ma voix					
P26	Ma voix "m'abandonne" au milieu de la conversation					
E27	Je suis agacé(e) quand les gens me demandent de me répéter					
E28	Je suis embarrassé(e) quand les gens me demandent de répéter					
E29	À cause de ma voix, je me sens incompetent					
E30	Je suis honteux(se) de mon problème de voix					

Annexe 9 : GRBAS « voix » des 61 locutrices

<b>Locutrice</b>	<b>G</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>S</b>
FE1	1	0	1	0	0
FE2	0	0	0	0	0
FE3	2	1	2	0	0
FE4	0	0	0	0	0
FE5	2	2	1	0	1
FE6	0	0	0	0	0
FE7	1	1	0	0	0
FE8	1	1	0	0	0
FE9	1	1	1	0	0
FE10	0	0	0	0	0
FE11	0	0	0	0	0
FE12	1	0	1	0	0
FE13	1	1	1	0	0
FE14	0	0	0	0	0
FE15	1	0	1	0	0
FE16	2	0	2	1	0
FE17	1	1	1	0	0
FE18	0	0	0	0	0
FE19	2	1	2	1	0
FE20	1	0	1	0	0
FE21	1	1	1	0	0
FE22	1	0	1	0	0
FE23	0	0	0	0	0
FE24	1	0	1	0	0
FE25	0	0	0	0	0
FE26	0	0	0	0	0
FE27	1	0	1	0	0
FE28	0	0	0	0	0
FE29	0	0	0	0	0
FE30	1	1	0	0	1
FE31	1	1	0	0	0
FE32	1	1	1	0	1
FE33	0	0	0	0	0
FE34	0	0	0	0	0
FE35	0	0	0	0	0
FE36	1	1	0	0	0
FE37	0	0	0	0	0
FE38	0	0	0	0	0
FE39	0	0	0	0	0
FE40	1	0	1	1	0

FE41	0	0	0	0	0
FE42	1	1	1	0	0
FE43	0	0	0	0	0
FE44	1	0	1	0	0
FE45	0	0	0	0	0
FE46	0	0	0	0	0
FE47	0	0	0	0	0
FE48	0	0	0	0	0
FE49	1	1	1	0	0
FE50	0	0	0	0	0
FE51	1	1	1	0	0
FE52	2	0	2	1	0
FE53	0	0	0	0	0
FE54	0	0	0	0	0
FE55	0	0	0	0	0
FE56	0	0	0	0	0
FE57	1	0	1	0	0
FE58	0	0	0	0	0
FE59	1	1	0	0	0
FE60	0	0	0	0	0
FE61	0	0	0	0	0

Annexe 10 : GRBAS « parole » des 61 locutrices

<b>Locutrice</b>	<b>G</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>S</b>
FE1	0	0	0	0	0
FE2	0	0	0	0	0
FE3	2	1	1	0	1
FE4	0	0	0	0	0
FE5	1	1	0	0	0
FE6	0	0	0	0	0
FE7	0	0	0	0	0
FE8	0	0	0	0	0
FE9	1	1	0	0	0
FE10	0	0	0	0	0
FE11	0	0	0	0	0
FE12	0	0	0	0	0
FE13	1	1	0	0	0
FE14	0	0	0	0	0
FE15	0	0	0	0	0
FE16	0	0	0	0	0
FE17	1	1	0	0	1
FE18	1	1	0	0	0
FE19	2	2	1	0	1
FE20	0	0	0	0	0
FE21	1	1	1	0	0
FE22	1	1	0	0	0
FE23	0	0	0	0	0
FE24	1	1	0	0	0
FE25	0	0	0	0	0
FE26	0	0	0	0	0
FE27	0	0	0	0	0
FE28	0	0	0	0	0
FE29	0	0	0	0	0
FE30	1	0	1	0	0
FE31	1	0	1	0	1
FE32	1	1	1	0	0
FE33	0	0	0	0	0
FE34	0	0	0	0	0
FE35	0	0	0	0	0
FE36	1	1	0	0	0
FE37	0	0	0	0	0
FE38	1	1	0	0	0
FE39	1	1	0	0	0
FE40	1	1	0	0	0

FE41	1	1	0	0	0
FE42	1	1	0	0	0
FE43	0	0	0	0	0
FE44	0	0	0	0	0
FE45	1	0	1	0	0
FE46	0	0	0	0	0
FE47	0	0	0	0	0
FE48	0	0	0	0	0
FE49	0	0	0	0	0
FE50	0	0	0	0	0
FE51	0	0	0	0	0
FE52	1	1	0	0	0
FE53	0	0	0	0	0
FE54	0	0	0	0	0
FE55	0	0	0	0	0
FE56	0	0	0	0	0
FE57	1	0	1	0	0
FE58	1	1	1	0	0
FE59	1	1	0	0	0
FE60	0	0	0	0	0
FE61	0	0	0	0	0

Annexe 11 : Auto-déclarations des locutrices sur différentes sensations vocales

Type : Dysphonique (D), Témoin (T)

Loc.	Type	Maux de gorge	Extinctions de voix	Voix rauque ou enrouée	Forcer sur la voix	À court de souffle	Âge des élèves
FE1	T	Oui	Non	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE2	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE3	D	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	3-6 ans
FE4	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE5	D	Oui	Non	Oui	Non	Non	3-6 ans
FE6	T	Oui	Oui	Non	Non	Non	7-10 ans
FE7	T	Oui	Non	Non	Non	Non	7-10 ans
FE8	T	Oui	Oui	Oui	Non	Non	3-6 ans
FE9	D	Oui	Oui	Non	Oui	Non	3-6 ans
FE10	T	Non	Non	Non	Oui	Non	7-10 ans
FE11	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE12	T	Non	Non	Non	Oui	Non	7-10 ans
FE13	D	Oui	Non	Non	Oui	Non	7-10 ans
FE14	T	Oui	Non	Oui	Non	Non	7-10 ans
FE15	T	Oui	Oui	Oui	Non	Non	7-10 ans
FE16	T	Non	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE17	D	Oui	Oui	Non	Non	Non	3-6 ans
FE18	D	Non	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE19	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	3-6 ans
FE20	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE21	D	Non	Oui	Oui	Non	Non	7-10 ans
FE22	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Multiples
FE23	T	Oui	Non	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE24	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	3-6 ans
FE25	T	Non	Non	Non	Non	Oui	3-6 ans
FE26	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE27	T	Non	Non	Non	Non	Non	Multiples
FE28	T	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	7-10 ans
FE29	T	Non	Oui	Non	Non	Non	3-6 ans
FE30	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE31	D	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Multiples
FE32	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	3-6 ans
FE33	T	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	7-10 ans
FE34	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Multiples
FE35	T	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Multiples
FE36	D	Oui	Non	Oui	Non	Non	3-6 ans

FE37	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	7-10 ans
FE38	D	Non	Oui	Non	Oui	Non	7-10 ans
FE39	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	3-6 ans
FE40	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE41	D	Oui	Non	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE42	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE43	T	Non	Non	Non	Non	Non	7-10 ans
FE44	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE45	D	Oui	Oui	Oui	Non	Non	3-6 ans
FE46	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	3-6 ans
FE47	T	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE48	T	Oui	Non	Non	Non	Non	7-10 ans
FE49	T	Oui	Oui	Oui	Non	Non	3-6 ans
FE50	T	Oui	Non	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE51	T	Oui	Non	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE52	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	7-10 ans
FE53	T	Non	Non	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE54	T	Oui	Non	Non	Oui	Non	7-10 ans
FE55	T	Oui	Oui	Oui	Non	Non	3-6 ans
FE56	T	Oui	Non	Non	Oui	Oui	3-6 ans
FE57	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	3-6 ans
FE58	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	3-6 ans
FE59	D	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	7-10 ans
FE60	T	Non	Non	Non	Oui	Non	3-6 ans
FE61	T	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	7-10 ans

Annexe 12 : Scores des locutrices au questionnaire de qualité de vie Voice Handicap  
Index général et ses sous-catégories

Type : Dysphonique (D), Témoin (T)

Loc.	Type	VHI	VHI Physique	VHI Fonctionnel	VHI Émotionnel
FE1	T	9	6	2	1
FE2	T	19	10	3	6
FE3	D	7	5	1	1
FE4	T	24	16	5	3
FE5	D	13	9	3	1
FE6	T	9	4	4	1
FE7	T	2	2	0	0
FE8	T	10	6	3	1
FE9	D	4	1	3	0
FE10	T	11	7	2	2
FE11	T	28	16	5	7
FE12	T	11	5	6	0
FE13	D	14	11	1	2
FE14	T	16	10	4	2
FE15	T	15	8	3	4
FE16	T	9	8	1	0
FE17	D	0	0	0	0
FE18	D	36	19	10	7
FE19	D	41	26	6	9
FE20	T	18	14	1	3
FE21	D	5	4	1	0
FE22	D	16	10	5	1
FE23	T	12	7	3	2
FE24	D	21	15	3	3
FE25	T	9	4	1	4
FE26	T	31	18	7	6
FE27	T	4	2	2	0
FE28	T	16	9	4	3
FE29	T	3	0	3	0
FE30	D	32	17	5	10
FE31	D	13	11	0	2
FE32	D	50	25	11	14
FE33	T	19	12	1	6
FE34	T	21	13	6	2
FE35	T	5	4	1	0



FE36	D	14	7	1	6
FE37	T	26	12	8	6
FE38	D	16	10	4	2
FE39	D	23	11	7	5
FE40	D	7	4	3	0
FE41	D	32	18	5	9
FE42	D	10	9	0	1
FE43	T	3	3	0	0
FE44	T	25	19	0	6
FE45	D	13	9	1	3
FE46	T	14	9	2	3
FE47	T	13	9	3	1
FE48	T	12	2	3	7
FE49	T	6	6	0	0
FE50	T	23	11	8	4
FE51	T	13	9	3	1
FE52	D	52	24	15	13
FE53	T	15	11	4	0
FE54	T	13	6	6	1
FE55	T	26	17	3	6
FE56	T	25	11	8	6
FE57	D	11	4	6	1
FE58	D	27	22	2	3
FE59	D	17	8	3	6
FE60	T	8	3	5	0
FE61	T	12	6	5	1

## Annexe 13 : Résultats acoustiques de l'expérimentation 1

Type : Dysphonique (D), Témoin (T)

PS1 et PS2 : Pentés spectrales en condition de lecture « neutre » (1) et « face à une classe bruyante (2)

Durée 1 et Durée 2 : temps total de lecture en condition de lecture « neutre » (1) et « face à une classe bruyante (2)

Loc.	Type	TMP (sec)	HNR (dB)	ZCR	CPPS (dB)	AVQI	PS 1 (dB)	PS 2 (dB)	Durée 1 (sec)	Durée 2 (sec)
FE1	T	11.82	17.73	817	12.49	3.24	-27.02	-22.26	43.96	43.19
FE2	T	10.63	15.51	801	13.38	2.89	-26.66	-22.84	44.95	47.51
FE3	D	6.64	17.08	1026	9.47	6.34	-26.30	-23.11	40.01	42.91
FE4	T	11.22	16.20	1108	11.81	3.75	-28.59	-13.75	36.69	42.77
FE5	D	8.3	15.52	544	11.47	5.26	-29.94	-26.10	41.68	42.91
FE6	T	8.9	17.32	1002	12.89	3.15	-26.48	-23.39	41.08	40.47
FE7	T	7.43	14.76	1238	11.42	4.15	-27.92	-25.27	41.77	45.26
FE8	T	11.9	15.33	1324	12.70	3.77	-26.27	-24.54	38.85	43.96
FE9	D	12.94	17.26	907	12.12	3.81	-28.67	-27.97	47.55	45.30
FE10	T	8.65	17.98	1007	13.62	3.29	-25.47	-20.72	42.47	48.69
FE11	T	8.63	16.08	1223	13.57	3.33	-22.90	-17.58	42.96	42.84
FE12	T	18.91	15.13	1372	12.56	3.61	-24.36	-14.47	41.22	50.06
FE13	D	13.39	16.62	1081	11.42	4.54	-29.02	-21.04	34.83	41.22
FE14	T	14.36	18.05	1018	13.73	2.30	-19.30	-13.83	38.73	39.26
FE15	T	12.9	16.12	1175	13.21	3.68	-24.18	-19.10	42.03	44.26
FE16	T	10.86	17.23	916	10.24	4.49	-26.38	-20.11	45.81	45.91
FE17	D	10.1	15.80	1389	13.79	3.22	-21.90	-19.87	47.46	59.65
FE18	D	10.44	16.59	1133	14.09	2.13	-22.72	-20.37	38.82	49.20
FE19	D	5.39	13.78	1210	8.64	6.28	-26.44	-24.48	51.64	62.53
FE20	T	7.73	16.61	1184	12.89	2.99	-23.20	-19.37	38.89	43.42
FE21	D	12.48	13.85	1393	10.89	4.63	-24.58	-21.47	51.85	59.27
FE22	D	11.06	16.93	1111	10.88	4.33	-24.18	-18.52	37.79	39.00
FE23	T	17.09	16.85	1145	14.27	2.53	-22.92	-19.12	42.38	46.21
FE24	D	7.47	18.39	1101	12.03	3.37	-27.56	-23.06	38.73	40.87
FE25	T	10.4	15.63	1263	12.82	3.35	-23.41	-17.94	36.20	39.66
FE26	T	8.97	15.64	1329	12.80	3.78	-22.50	-18.89	39.87	42.68
FE27	T	16.75	17.41	1158	12.04	3.48	-28.56	-21.20	38.59	45.42
FE28	T	20.2	15.66	852	13.42	3.11	-27.04	-18.47	41.59	38.50
FE29	T	13.97	15.19	1441	13.65	3.04	-23.87	-18.47	41.87	43.24
FE30	D	7.14	14.74	927	12.19	3.61	-29.20	-22.16	48.09	62.07

FE31	D	8.56	15.26	976	13.65	3.32	-22.95	-19.43	35.74	39.06
FE32	D	4.72	14.15	1179	10.81	5.33	-24.96	-21.60	44.63	48.27
FE33	T	8.59	17.41	936	13.01	2.90	-26.58	-20.86	46.79	50.27
FE34	T	17.12	13.36	1523	13.38	2.44	-23.53	-13.88	44.72	50.18
FE35	T	17.78	13.87	1555	13.91	2.63	-24.73	-20.86	36.32	41.56
FE36	D	11.15	15.17	1059	12.72	3.60	-19.24	-12.44	46.90	47.21
FE37	T	18.44	14.19	1202	13.77	2.88	-23.42	-21.95	46.21	55.03
FE38	D	9.42	14.35	808	13.37	3.36	-24.52	-17.76	38.96	41.91
FE39	D	18.11	16.98	1305	13.86	2.43	-21.64	-18.68	39.13	42.40
FE40	D	12.23	17.47	1143	11.43	4.21	-27.13	-19.57	45.09	48.55
FE41	D	12.89	15.24	830	12.24	4.04	-30.44	-23.26	39.71	40.52
FE42	D	10.3	15.10	1206	12.01	4.07	-23.04	-20.29	42.21	51.27
FE43	T	17.67	15.82	883	14.60	2.52	-23.47	-20.43	38.01	40.47
FE44	T	6.61	18.47	944	13.29	3.53	-22.11	-19.03	46.37	45.74
FE45	D	15.76	16.47	938	13.28	3.33	-28.88	-25.73	37.69	40.68
FE46	T	17.06	18.10	1141	12.69	3.10	-25.95	-23.57	44.16	52.36
FE47	T	8.66	17.11	966	12.92	3.46	-24.43	-20.80	41.61	43.12
FE48	T	23.05	15.49	1319	13.54	2.94	-20.39	-17.65	39.03	42.82
FE49	T	17.05	14.49	1181	10.22	4.74	-27.11	-20.97	46.05	52.11
FE50	T	10.32	14.71	1128	12.54	2.97	-26.21	-20.31	45.98	50.41
FE51	T	9.09	15.67	1271	12.83	3.23	-20.83	-16.23	41.40	45.95
FE52	D	8.58	15.08	893	10.39	4.90	-25.56	-18.24	42.28	42.66
FE53	T	10.44	16.33	1156	12.31	3.31	-25.79	-19.08	42.24	43.68
FE54	T	10.8	16.92	1273	13.84	2.44	-23.33	-18.23	43.24	43.89
FE55	T	18.23	16.39	1212	16.82	1.57	-23.36	-16.83	36.20	36.69
FE56	T	11.39	16.31	1216	14.31	2.30	-21.99	-16.66	48.99	51.90
FE57	D	15.76	17.24	1013	10.63	4.19	-28.06	-20.36	41.26	40.10
FE58	D	9.39	16.06	1158	12.43	3.50	-25.61	-17.74	42.75	46.65
FE59	D	11.33	11.36	1323	11.72	4.16	-24.15	-19.89	37.38	45.02
FE60	T	20.69	14.47	1418	15.14	2.04	-22.48	-16.31	50.55	50.29
FE61	T	23.22	13.99	1411	15.05	1.93	-22.58	-15.74	42.79	49.37

## Annexe 14 : Lettre d'information à destination des parents

La dysphonie chez les professeures des écoles : perceptions et représentations

Amelia Pettirossi, amelia.pettirossi@sorbonne-nouvelle.fr,

<http://www.theses.fr/s195201>

Madame, Monsieur,

Nous vous sollicitons afin que votre enfant participe à une étude scientifique. Cette étude est réalisée dans le cadre d'une thèse à la Sorbonne Nouvelle, Paris 3 (13, rue de Santeuil, 75005, Paris), au sein du Laboratoire de Phonétique et Phonologie (19 rue des Bernardins, 75005, Paris).

**Vous et votre enfant êtes libres d'accepter ou de refuser sa participation à cette étude.**

### *PRESENTATION DE L'ETUDE*

Nous nous intéressons aux troubles de la voix chez les femmes professeures des écoles. Ce projet a pour ambition d'aider les enseignants à mieux comprendre comment utiliser leur voix afin de minimiser l'impact qu'elle peut avoir sur leurs interactions quotidiennes et en particulier dans l'exercice de leur profession.

### *L'EXPERIENCE (PROPOSÉE SOUS FORME DE JEU) :*

La participation de votre enfant n'inclut aucun calcul de performance. L'objectif n'est en aucun cas de classer les enfants les uns par rapport aux autres. Pour le jeu proposé, il sera installé à un bureau avec un ordinateur.

Pour les enfants de 7 à 10 ans (20 à 30 minutes) : Votre enfant entendra des énoncés du type "Clique sur le dessin de chien", et devra choisir parmi deux images celle qu'il considère comme la plus appropriée grâce à une télécommande reliée à l'ordinateur.

### *RISQUES POTENTIELS - LEGISLATION - CONFIDENTIALITE*

Cette étude ne comporte aucun risque pour votre enfant.

Nous ne récupérerons pas d'autres informations que son âge, sa classe (du CP au CM2), sa préférence manuelle et les langues qu'il parle au domicile familial. Son anonymat sera entièrement préservé.

Conformément à la loi 78-17 du 06 janvier 1978 relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, modifiée par la loi n°94-548 du 1er juillet 1994, vous, et votre enfant, pourrez bénéficier à tout moment, du droit d'accès, de suivi, de rectification ou de suppression des données le concernant auprès d'Amelia Pettirossi dont le contact est précisé en haut de cette lettre.

**Le projet a reçu un avis favorable du Comité d'éthique pour les recherches comportementales et en santé en date du 07/03/2018.**

Si vous avez des questions quant à la participation de votre enfant à cette étude, vous pourrez contacter Amelia Pettirossi, dont vous retrouverez les coordonnées en haut de la lettre.

Annexe 15 : Formulaire de consentement à destination des parents

Je soussigné(e) .....

Parent de .....

**J'ai lu et compris la fiche d'information qui m'a été remise précédemment.**

J'ai bien compris que la participation de mon enfant à l'étude est volontaire et que mon enfant comme moi sommes libre d'accepter ou de refuser ainsi que de mettre un terme à sa participation à tout moment sans avoir à nous justifier.

J'ai compris que l'expérience ne comprend aucun danger et qu'aucune information permettant d'identifier mon enfant ne sera diffusée par Amelia Pettirossi.

Nous pourrions exercer notre droit d'accès au suivi des résultats, d'accès au compte rendu de la recherche finie, de rectification ainsi que de retrait auprès d'Amelia Pettirossi, cela à tout moment et sans aucune justification.

---

En conséquence, j'autorise mon enfant à participer à l'un des deux jeux sur ordinateur qui m'ont été décrits dans la lettre d'information dans le cadre du projet « *La dysphonie chez les professeures des écoles : perceptions et représentations* », réalisé par Amelia Pettirossi.

J'autorise ainsi cette dernière à utiliser les résultats pour sa thèse et tous les travaux scientifiques qui pourraient en découler.

Fait à .....,

Le .....

*Signature de l'investigateur*

*Signature du parent du participant*

Annexe 16 : Formulaire de consentement à destination de l'enfant

**Accepterais-tu de participer à un jeu pour une recherche scientifique ?**

Tu n'es pas obligé de participer et si tu acceptes, tu pourras changer d'avis quand tu voudras. Ce n'est pas une interrogation, il n'y a pas de mauvaise réponse.

**Que faut-il faire ?**

Tu seras installé à un bureau devant un ordinateur dans une pièce calme. Tu entendras des consignes données par des maîtresses que tu ne connais pas. Elles te demanderont de choisir une des deux images que tu verras sur l'ordinateur en appuyant sur un bouton de télécommande. Il faudra répondre le plus vite possible.

Oui, j'accepte de participer	
Non, je refuse de participer	

Annexe 17 : Informations concernant les enfants ayant participé à l'expérimentation  
perceptive

Code	Sexe	Âge	Classe	Latéralisation	Langue(s) parlées au domicile familial
E1F6	F	7	CP	Droite	Français
E2F8	F	8	CE2	Droite	Français
E3G7	G	7	CE1	Droite	Français
E4G10	G	10	CM2	Droite	Français
E5G9	G	9	CM1	Droite	Français et Arabe
E6G10	G	10	CM2	Gauche	Français
E7F9	F	9	CM1	Gauche	Français
E8G10	G	10	CM1	Droite	Français et Turc
E9F10	F	10	CM2	Droite	Français
E10F9	F	9	CM1	Droite	Français et Arabe
E11G7	G	7	CE1	Droite	Français et Portugais
E12G7	G	7	CE1	Droite	Français
E13G10	G	10	CM1	Droite	Français
E14F7	F	7	CP	Droite	Français
E15F7	F	7	CE1	Droite	Français
E16F10	F	10	CM1	Droite	Français
E17F9	F	9	CM1	Droite	Français
E18F9	F	9	CM1	Droite	Français
E19F9	F	9	CM1	Droite	Français
E20F8	F	8	CE1	Droite	Français et Lingala
E21F8	F	8	CE2	Droite	Français et Portugais
E22G7	G	7	CP	Droite	Français et Arabe



Annexe 18 : Temps de réaction moyen des enfants par locutrice pour la discrimination correcte de la paire /pak/ - /bak/

Locutrices	GRBAS	TDR moyen (sec)
FE3	21101	1.028
FE31	10101	1.022
FE32	11100	0.992
FE19	22101	1.074
FE21	11100	1.014
FE52	11000	0.971
FE9	11000	0.994
FE40	11000	1.090
FE5	11000	0.973
FE30	10100	1.067
FE14	00000	0.986
FE23	00000	1.017
FE28	00000	0.966
FE33	00000	1.006
FE37	00000	1.046
FE4	00000	0.949
FE43	00000	0.961
FE48	00000	1.007
FE6	00000	0.982
FE61	00000	0.987

Annexe 19 : Listes des 163 catégories de personnalité obtenues après recatégorisation de certaines modalités comme synonymes après l'attribution par adjectifs libres de traits de personnalité

Catégorie	Nombre d'utilisation par le panel d'auditeur naïf
« Vide » : absence de réponse volontaire	238
Sympathique	184
Confiante	116
Hésitante	112
« Non-interprétable »	88
Douce	82
Dynamique	79
Joyeuse	72
Timide	71
Calme	70
Stricte	69
Stressée	68
Triste	67
Hautaine	61
Intelligente	41
Pressée	40
Réservée	40
Faible	39
Molle	37
Sociable	35
Posée	31
Fatigante	30
Attentive	29
Tranquille	28
Colérique	27
Ennuyée	27
Maternelle	27
Précise	26
Discrète	21
Introvertie	21
Organisée	21
Sérieuse	21
Déterminée	20
Sensible	20
Impatiente	18
Enfantine	17

Drôle	16
Empathique	16
Studieuse	16
Agacée	15
Chaleureuse	14
Extravertie	13
Froide	13
Pédagogue	13
Directe	11
Motivée	11
Indifférente	10
Professorale	10
Séductrice	10
Détendue	9
Fiable	9
Gênée	9
Mystérieuse	9
Réfléchie	9
Sage	9
Théâtrale	9
Coincée	8
Désagréable	8
Fausse	8
Généreuse	8
Impulsive	8
Mature	8
Passionnée	8
Simple	8
Entreprenante	7
Positive	7
Vive	7
Naïve	6
Naturelle	6
Patiente	6
Perfectionniste	6
Peureuse	6
Prudente	6
Résignée	6
Spontanée	6
Bavarde	5
Désorganisée	5
Dominante	5
Lunatique	5
Maniérée	5
Masculine	5

Têtue	5
Attentionnée	4
Aventureuse	4
Charismatique	4
Fière	4
Responsable	4
Rigoureuse	4
Solitaire	4
Volontaire	4
Accessible	3
Ambitieuse	3
Coquette	3
Démotivée	3
Désinvolte	3
Dissipée	3
Équilibrée	3
Féminine	3
Forte	3
Honnête	3
Juste	3
Négligée	3
Paisible	3
Polie	3
Sereine	3
Sophistiquée	3
Stupide	3
Agressive	2
Contrariée	2
Exigeante	2
Flegmatique	2
Hargneuse	2
Indépendante	2
Intéressée	2
Jalouse	2
Laconique	2
Maniaque	2
Manipulatrice	2
Moralisatrice	2
Oppressive	2
Rêveuse	2
Soumise	2
Affabulatrice	1
Affectueuse	1
Capricieuse	1
Complexée	1

Créative	1
Curieuse	1
Désabusée	1
Détachée	1
Efficace	1
Égoïste	1
Engagée	1
Étrange	1
Excitée	1
Explicite	1
Fantaisiste	1
Fédératrice	1
Feignante	1
Fourbe	1
Humble	1
Imaginative	1
Insensible	1
Insouciant	1
Joueuse	1
Logique	1
Loyale	1
Lucide	1
Maladroite	1
Mécontente	1
Médiateur	1
Méfiant	1
Modérée	1
Observatrice	1
Offensée	1
Ordinaire	1
Pacifiste	1
Pessimiste	1
Placide	1
Réaliste	1
Rebelle	1
Scolaire	1
Superficielle	1

Annexe 20: Score moyen de chaque locutrice sur les échelles sémantiques différentielles de personnalités et de trouble vocal

Locutrice	Trouble vocal	Confiante - Hésitante	Dynamique - Molle	Joyeuse - Triste	Sympathique - Désagréable	Évaluation globale de la personnalité
FE1	1.70	1.88	2.45	2.30	1.98	Positive
FE2	2.30	2.00	2.55	2.93	2.98	Médiane
FE3	3.63	3.10	2.51	3.98	3.49	Négative
FE4	2.05	2.63	3.07	3.80	2.90	Médiane
FE5	3.30	3.10	3.93	4.18	3.70	Négative
FE6	1.65	2.13	2.38	2.85	2.50	Médiane
FE7	1.93	1.88	2.53	2.88	2.50	Médiane
FE8	1.85	1.93	2.38	3.33	3.00	Médiane
FE9	3.50	3.25	4.45	4.30	3.80	Négative
FE10	2.50	3.33	3.78	3.73	3.48	Négative
FE11	2.28	3.48	2.18	2.70	3.05	Médiane
FE12	2.03	2.48	2.65	2.75	2.28	Médiane
FE13	3.18	3.10	3.03	3.53	3.78	Négative
FE14	2.53	3.08	3.85	4.00	3.53	Négative
FE15	1.73	1.88	2.00	1.98	2.00	Positive
FE16	2.23	2.43	2.53	2.58	2.45	Médiane
FE17	2.55	3.08	3.55	3.58	2.95	Négative
FE18	3.05	4.05	3.70	3.70	3.48	Négative
FE19	3.53	3.23	3.05	3.48	3.23	Négative
FE20	2.85	2.38	2.50	2.93	2.78	Médiane
FE21	2.65	2.38	2.70	2.20	2.25	Médiane
FE22	2.40	2.78	2.90	3.50	2.88	Médiane
FE23	1.95	2.48	2.63	2.95	2.83	Médiane
FE24	3.20	3.20	3.40	3.35	2.90	Négative
FE25	1.55	1.33	1.23	1.45	1.68	Positive
FE26	1.75	1.95	1.98	2.13	1.93	Positive
FE27	2.13	2.68	2.70	3.48	3.00	Médiane
FE28	2.10	2.13	1.78	2.98	2.63	Médiane
FE29	1.60	1.48	1.85	1.55	1.68	Positive
FE30	2.10	2.25	3.15	3.08	2.45	Médiane
FE31	2.60	2.33	2.00	2.65	2.95	Médiane
FE32	3.15	2.68	2.95	3.28	2.83	Médiane
FE33	1.88	2.80	2.55	3.00	2.63	Médiane
FE34	1.75	1.53	1.73	1.60	2.10	Positive
FE35	2.10	1.50	1.58	2.60	2.58	Positive
FE36	3.48	4.03	3.63	3.75	3.63	Négative
FE37	1.60	1.78	1.48	1.90	2.13	Positive

FE38	1.83	1.85	1.90	2.70	2.58	Positive
FE39	1.80	2.05	2.28	2.75	2.53	Médiane
FE40	2.48	2.78	3.80	3.00	2.93	Médiane
FE41	3.20	3.25	2.65	3.43	3.33	Négative
FE42	2.73	2.25	2.58	3.45	3.15	Médiane
FE43	1.93	1.78	1.45	2.35	3.00	Positive
FE44	3.50	3.45	4.28	4.23	4.08	Négative
FE45	2.60	2.70	2.80	3.68	3.43	Négative
FE46	2.13	2.85	3.15	3.35	2.73	Médiane
FE47	2.03	2.90	3.15	3.48	2.83	Médiane
FE48	2.50	2.33	1.55	2.30	2.95	Positive
FE49	1.98	2.38	2.95	3.03	2.43	Médiane
FE50	3.35	3.40	4.25	4.00	3.48	Négative
FE51	1.88	2.15	1.70	2.20	2.55	Positive
FE52	2.45	2.65	2.80	3.15	2.28	Médiane
FE53	1.53	2.13	2.68	2.50	1.88	Médiane
FE54	1.73	2.15	2.50	2.88	2.35	Médiane
FE55	2.13	2.30	1.95	2.88	2.70	Médiane
FE56	2.50	3.43	4.05	3.48	3.28	Négative
FE57	2.83	3.83	3.40	3.75	3.03	Négative
FE58	3.38	2.83	2.85	3.33	3.00	Médiane
FE59	2.98	1.63	1.50	1.95	2.60	Positive
FE60	2.03	1.48	1.33	1.60	2.40	Positive
FE61	1.83	1.78	2.45	2.38	2.13	Positive

Annexe 21 : Résultats acoustiques pour lesquels nous observons des corrélations significatives pour chaque échelle de personnalité de l'expérimentation 3

Loc.	f0 (Hz)	Durée syll. (sec)	HNR (dB)	ZCR
FE1	220.52	0.173	17.73	816.55
FE2	185.44	0.173	15.51	800.83
FE3	233.00	0.161	17.08	1026.41
FE4	211.57	0.162	16.20	1107.68
FE5	158.93	0.180	15.52	543.51
FE6	214.94	0.173	17.32	1002.27
FE7	188.27	0.177	14.76	1237.52
FE8	185.16	0.166	15.33	1324.05
FE9	181.08	0.206	17.26	907.31
FE10	191.45	0.197	17.98	1006.98
FE11	225.63	0.172	16.08	1222.96
FE12	208.66	0.173	15.13	1371.54
FE13	218.75	0.161	16.62	1080.94
FE14	219.45	0.180	18.05	1018.31
FE15	202.98	0.167	16.12	1174.95
FE16	218.64	0.172	17.23	916.21
FE17	197.16	0.184	15.80	1389.35
FE18	213.38	0.196	16.59	1132.91
FE19	185.94	0.174	13.78	1210.31
FE20	187.54	0.163	16.61	1183.51
FE21	198.18	0.192	13.85	1393.06
FE22	246.91	0.163	16.93	1110.53
FE23	216.00	0.173	16.85	1145.06
FE24	213.97	0.169	18.39	1100.86
FE25	230.89	0.150	15.63	1262.52
FE26	232.14	0.167	15.64	1328.79
FE27	207.85	0.166	17.41	1157.84
FE28	207.72	0.158	15.66	851.93
FE29	226.84	0.175	15.19	1441.23
FE30	193.76	0.172	14.74	927.28
FE31	189.57	0.158	15.26	975.58
FE32	228.54	0.185	14.15	1179.03
FE33	222.07	0.165	17.41	936.13
FE34	262.97	0.184	13.36	1523.23
FE35	206.86	0.159	13.87	1554.91
FE36	212.76	0.178	15.17	1058.64
FE37	261.97	0.161	14.19	1201.73



FE38	197.08	0.157	14.35	807.74
FE39	225.80	0.164	16.98	1304.70
FE40	216.57	0.177	17.47	1143.09
FE41	159.47	0.168	15.24	829.62
FE42	185.28	0.171	15.10	1205.86
FE43	184.05	0.151	15.82	882.69
FE44	199.94	0.199	18.47	943.52
FE45	181.11	0.157	16.47	937.74
FE46	226.62	0.177	18.10	1141.16
FE47	225.45	0.174	17.11	965.66
FE48	268.76	0.164	15.49	1319.19
FE49	214.05	0.180	14.49	1181.25
FE50	189.31	0.191	14.71	1128.15
FE51	238.03	0.165	15.67	1271.26
FE52	245.85	0.167	15.08	893.05
FE53	232.77	0.174	16.33	1156.05
FE54	214.79	0.173	16.92	1272.63
FE55	216.06	0.159	16.39	1211.68
FE56	203.87	0.203	16.31	1215.75
FE57	227.52	0.179	17.24	1012.57
FE58	206.18	0.178	16.06	1157.65
FE59	259.88	0.138	11.36	1322.75
FE60	265.64	0.169	14.47	1417.82
FE61	208.33	0.171	13.99	1411.40



## **La dysphonie chez les professeures des écoles : perception et représentations**

Cette thèse s'intéresse à l'impact de la dysphonie à travers trois grands axes : la représentation de sa propre voix, la transmission du message et la perception d'autrui. Nous nous basons sur deux populations de femmes professeures des écoles (PE), l'une de 709 PE interrogées via internet et l'autre de 61 locutrices PE enregistrées en conditions contrôlées. À partir d'une évaluation perceptuelle experte sur l'échelle GRBAS, nos locutrices ont été catégorisées en deux groupes de 37 témoins et 24 dysphoniques légères. Outre les importantes plaintes vocales et l'altération de la qualité de vie qui touchent nos deux populations, nous observons un effet de l'âge des élèves sur la prévalence des troubles vocaux. L'analyse des productions de nos locutrices en lecture calme ou face à une classe bruyante suggère que les PE utilisent des stratégies d'adaptation dans leur pratique professionnelle qui pourraient être impactées par la dysphonie. La dysphonie semble également impacter la transmission de l'information à destination d'élèves de 7 à 10 ans puisque des temps de réaction plus longs sont relevés lors du décodage du contraste de voisement dans une tâche d'identification de mot lorsque la consigne est produite par une locutrice dysphonique. Enfin, suite à une première tâche de catégorisation libre, l'attribution de traits de personnalité par un panel d'auditeurs naïfs se basant uniquement sur la voix des PE met en évidence des profils vocaux associés à des représentations plus ou moins positives. L'accord modéré constaté entre le degré de trouble vocal perçu et l'évaluation experte de la dysphonie semble lié à la perception positive de la raucité par les auditeurs naïfs.

**Mots-clés :** Dysphonie, Voix de femmes, Acoustique, Perception, Représentations, Professeurs des écoles, Auto-évaluation

---

## **Dysphonia among school teachers: perception and representations**

This thesis focuses on the impact of dysphonia through three main axes: the representation of one's own voice, the transmission of the message and the perception by others. We consider two populations of female school teachers (ST), one of 709 ST interviewed via the internet and the other of 61 ST speakers recorded under controlled conditions. Based on an expert perceptual assessment on the GRBAS scale, our female speakers were categorized into two groups of 37 controls and 24 mild dysphonic speakers. In addition to the significant vocal complaints and impaired quality of life that affect both of our populations, we observe an effect of student age on the prevalence of vocal disorders. Analysis of our speakers' productions in quiet reading or facing a noisy class suggests that ST use coping strategies in their professional practice that could be impacted by dysphonia. Dysphonia also appears to impact the transmission of information to pupils aged 7 to 10 years old, with longer reaction times when decoding voicing contrasts in a word identification task when the instruction is produced by a dysphonic speaker. Finally, following a first free categorization task, the attribution of personality traits by a panel of naive listeners only based on ST's voices highlights vocal profiles associated with more or less positive representations. The moderate agreement observed between the degree of perceived vocal disorder and the expert assessment of dysphonia seems to be related to the positive perception of roughness by naive listeners.

**Keywords:** Dysphonia, Female voices, Acoustics, Perception, Representations, School teachers, Self-assessment