Université de Nantes

Unité de Formation et de Recherche – « Médecine et Techniques Médicales »
Année Universitaire 2007 - 2008

Mémoire pour l'obtention du
Diplôme de Capacité d'Orthophoniste

présenté par ***Amandine JAMET***
Date de naissance : le 16/08/1985

Quels sont les apports au niveau de la compréhension du double codage de l'enveloppe temporelle et de la structure fine de la parole pour les personnes implantées cochléaires ?

Président du Jury :
Monsieur CROUZET Olivier, Maître de conférences.
Directrice de Mémoire :
Madame BESCOND Géraldine, Orthophoniste.
Membre du Jury **:**
Madame JOUAUD Corine, Orthophoniste

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

SOMMAIRE

INTRODUCTION ____ 11

CHAPITRE 1 : PARTIE THEORIQUE ____ 13

1. La prosodie ____ **13**

1.1. Définition générale ____ 13
1.1.1. Définition ____ 13
1.1.2. Fonctions ____ 13
1.1.2.1. La fonction distinctive ____ 14
1.1.2.2. La fonction significative ____ 14
1.1.2.3. La fonction démarcative ou délimitative ____ 14
1.1.2.4. La fonction culminative ou contrastative ____ 14

1.2. Les différents éléments composant la prosodie ____ 15
1.2.1. Intonation et mélodie ____ 15
1.2.1.1. Définition et théories ____ 15
1.2.1.1.1. Le signe intonatif ____ 15
1.2.1.1.2. Les théories traditionnelles ____ 16
1.2.1.1.3. Les nouvelles théories ____ 16
1.2.1.2. La représentation graphique ____ 16
1.2.1.3. L'étendue vocale ____ 19
1.2.1.4. Fonctions linguistiques ____ 20
1.2.1.4.1. La fonction modale ou distinctive ____ 20
1.2.1.4.2. La fonction démarcative ____ 22
1.2.1.4.3. La fonction subjective ____ 23
1.2.1.4.4. La fonction de structuration et de hiérarchisation ____ 24

1.2.2. Accentuation ____ 24
1.2.2.1. Le patron classique oxytonique ____ 25
1.2.2.2. Les accents régionaux ____ 25
1.2.2.3. Les fonctions ____ 25
1.2.2.3.1. La fonction démarcative ____ 26
1.2.2.3.2. La fonction distinctive ____ 26
1.2.2.3.3. L'accentuation d'insistance et ses différentes valeurs ____ 26

1.2.3. Pauses ____ 27
1.2.3.1. Les pauses respiratoires ____ 27
1.2.3.2. Les pauses grammaticales ____ 27
1.2.3.3. Les pauses d'hésitations ____ 28

1.2.4. Rythme et débit ____ 28
1.2.4.1. Définitions ____ 28
1.2.4.2. Fonctions linguistiques ____ 29

1.2.4.2.1. La fonction pragmatique ---- 29
1.2.4.2.2. La fonction phonostylistique ---- 30

2. L'implant cochléaire ---- **31**

2.1. Qu'est-ce qu'un implant cochléaire ? ---- 31

2.2. Description des différents composants et fonctionnement ---- 32
2.2.1. La partie interne implantée ---- 33

2.2.2. La partie externe mobile ---- 34

2.3. Les stratégies de codage ---- 35

2.4. Bilan pré-implant cochléaire et indications chez l'adulte ---- 37

2.5. Résultats de l'implant cochléaire ---- 40

3. Traitement de la structure fine ---- **41**

3.1. Le processeur Opus 2 ---- 41

3.2. Définition de l'enveloppe temporelle et de la structure fine ---- 41

3.3. Traitement de la structure fine par un processeur d'implant cochléaire ---- 43

CHAPITRE 2 : PROBLEMATIQUES ---- 45

CHAPITRE 3 : HYPOTHESES ---- 47
1. Les apports de la structure fine ---- **47**

1.1. Une meilleure compréhension ---- 47
1.1.1. L'étude de C.LORENZI ---- 47

1.1.2. L'étude autrichienne ---- 48

1.1.3. Notre hypothèse ---- 49

1.2. La prosodie ---- 49
1.2.1. L'étude autrichienne ---- 49

1.2.2. Notre hypothèse ---- 50

2. Une préférence pour les voix de femmes ---- **51**

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE ---- 52

1. La population étudiée ---- **53**

1.1. Les critères d'inclusion ---- 53

1.2. Le sexe ---- 53

1.3. L'âge ---- 54

1.4. L'étiologie ---- 54

1.5. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 55

2. Le matériel ---- **56**

2.1. Les textes ---- 56
2.1.1. Le principe de LIM ---- 57

2.1.2. Les outils de mesure ---- 57
2.1.2.1. Notation ---- 58
2.1.2.2. Cotation ---- 58
2.1.2.2.1. La vitesse de LIM ---- 58
2.1.2.2.2. Le taux de présentation ---- 59
2.1.2.2.3. Le pourcentage d'identification ---- 59

2.2. Les enregistrements audiovisuels ---- 59

2.3. Les réglages ---- 61

2.4. Le questionnaire ---- 62

3. Passation du protocole ---- **63**

3.1. Le double codage ---- 63

3.2. Le lieu et la durée ---- 63

3.3. Le déroulement ---- 64

CHAPITRE 5 : ANALYSES DES RESULTATS ---- 66

1. Calcul statistique utilisé ---- **66**

2. Comparaison du codage FSP et du codage HDCIS ---- **69**

2.1. La vitesse de LIM ---- 70
2.1.1. L'âge ---- 71
2.1.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 72
2.1.3. Le sexe ---- 73

2.1.4. L'étiologie ---- 74
2.1.5. Analyse ---- 74

2.2. Le taux de présentation ---- 75
2.2.1. L'âge ---- 76
2.2.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 77
2.2.3. Le sexe ---- 78
2.2.4. L'étiologie ---- 79
2.2.5. Analyse ---- 79

2.3. Le pourcentage d'identification ---- 80
2.3.1. L'âge ---- 81
2.3.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 82
2.3.3. Le sexe ---- 83
2.3.4. L'étiologie ---- 84
2.3.5. Analyse ---- 84

2.4. Conclusion de la comparaison FSP/HDCIS ---- 85

3. Comparaison de la voix d'homme et de la voix de femme ---- 86

3.1. Avec le codage de la structure fine : FSP ---- 86
3.1.1. La vitesse de LIM ---- 86
3.1.1.1. L'âge ---- 87
3.1.1.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 88
3.1.1.3. Le sexe ---- 89
3.1.1.4. L'étiologie ---- 90
3.1.1.5. Analyse ---- 90

3.1.2. Le taux de présentation ---- 91
3.1.2.1. L'âge ---- 92
3.1.2.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 93
3.1.2.3. Le sexe ---- 94
3.1.2.4. L'étiologie ---- 95
3.1.2.5. Analyse ---- 95

3.1.3. Le pourcentage d'identification ---- 96
3.1.3.1. L'âge ---- 96
3.1.3.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 97
3.1.3.3. Le sexe ---- 98
3.1.3.4. L'étiologie ---- 99
3.1.3.5. Analyse ---- 100

3.1.4. Conclusion de la comparaison des voix en FSP ---- 100

3.2. Sans le codage de la structure fine : HDCIS ---- 101

3.2.1. La vitesse de LIM ---- 101
3.2.1.1. L'âge ---- 102
3.2.1.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 103
3.2.1.3. Le sexe ---- 104
3.2.1.4. L'étiologie ---- 105
3.2.1.5. Analyse ---- 105

3.2.2. Le taux de présentation ---- 106
3.2.2.1. L'âge ---- 106
3.2.2.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 107
3.2.2.3. Le sexe ---- 108
3.2.2.4. L'étiologie ---- 109
3.2.2.5. Analyse ---- 109

3.2.3. Le pourcentage d'identification ---- 110
3.2.3.1. L'âge ---- 110
3.2.3.2. L'expérience avec l'Opus 2 ---- 111
3.2.3.3. Le sexe ---- 112
3.2.3.4. L'étiologie ---- 113
3.2.3.5. Analyse ---- 114

3.2.4. Conclusion de la comparaison des voix en HDCIS ---- 114

4. Résultats du questionnaire ---- 115

4.1. Préférence globale pour la compréhension de la prosodie ---- 115

4.2. Compréhension en milieu calme ---- 116

4.3. Compréhension avec un bruit de fond ---- 117

4.4. Comparaison des résultats entre un milieu calme et un milieu bruyant ---- 118

4.5. Compréhension des émotions ---- 120
4.5.1. Compréhension globale des émotions ---- 120
4.5.2. Le degré de compréhension des émotions ---- 121
4.5.3. Identification des émotions ---- 122

4.6. conclusion du questionnaire ---- 122

CHAPITRE 6 : DISCUSSION ---- 123

1. Discussion des résultats ---- **123**

1.1. La stratégie de codage FSP améliore la compréhension ---- 123
1.1.1. L'influence de l'âge ---- 123
1.1.2. L'influence de l'expérience avec l'Opus 2 ---- 125
1.1.3. L'influence du sexe ---- 126

1.1.4. L'influence de l'étiologie ---- 126

1.2. La voix de femme aide à la compréhension ---- 127
1.2.1. L'influence de l'âge ---- 127
1.2.2. L'influence de l'expérience avec l'Opus 2 ---- 128
1.2.3. L'influence du sexe ---- 129
1.2.4. L'influence de l'étiologie ---- 130

1.3. Le codage de la structure fine améliore la compréhension de la prosodie ---- 130
1.3.1. La stratégie FSP privilégiée pour les intonations ---- 130
1.3.2. La stratégie FSP privilégiée pour les émotions ---- 131

2. Les limites et les poursuites de l'étude ---- 132

2.1. Les limites ---- 132
2.1.1. Une population restreinte ---- 132
2.1.2. Les voix enregistrées ---- 133
2.1.3. L'adaptation aux programmes ---- 133
2.1.4. L'influence des capacités de mémorisation ---- 133
2.1.5. La fatigue et l'anxiété ---- 134

2.2. Les poursuites ---- 135

3. Les répercutions sur la rééducation orthophonique ---- 136

CONCLUSION ---- 137

BIBLIOGRAPHIE ---- 138

ANNEXES ---- 142

INTRODUCTION

L'implant cochléaire est un système audio-prothétique destiné aux personnes ayant une perte de l'audition. L'implant que nous connaissons aujourd'hui a été élaboré sur des années et grâce à des travaux de nombreux chercheurs français et américains. C.Eyries et A.Djourno (1957) ont mis au point un système permettant de stimuler électriquement des fibres nerveuses du nerf acoustique. Puis, W.House et Urban (1961-1965), ont repris les travaux de C.Eyries et ils ont élaboré le premier système monoélectrode. Cependant ce système ne permet que de reconnaître le rythme de la parole, il n'est donc qu'une aide, un complément à la lecture labiale. Ensuite, R.Michelson et Merzenich (1971-1973) ont inventé le premier implant cochléaire muni de plusieurs électrodes et implanté directement dans la cochlée. Il compte quatre canaux et de la même manière quatre antennes différentes. Enfin une équipe française (1974), Chouard, Mac Leod et Meyer, met au point un nouvel implant intracochléaire avec huit canaux et une seule antenne. Puis en 1981, ils élaborent un implant avec douze canaux. Les implants multicanaux permettent de stimuler plusieurs sections du nerf auditif tout en suivant la tonotopie de la cochlée. Les recherches sur l'implant cochléaire se poursuivent toujours pour augmenter ses capacités de traitement des signaux de la parole. Il existe à ce jour, quatre fabricants d'implant cochléaire : Neurelec (français), Cochlear (australien), Advanced Bionics (américain) et Med-el (autrichien).

L'implant cochléaire donne la possibilité aux personnes sourdes d'accéder au monde sonore qui les entoure. L'audition qui est restituée par ce système, n'est pas celle d'une personne entendant, elle reste lacunaire. En ce qui concerne les adultes, elle permet une compréhension du langage oral.

Dans le but d'améliorer la compréhension du langage orale des patients implantés, le fabricant autrichien d'implant cochléaire Med-el vient de mettre au point un nouveau modèle de partie interne : Pulsar et Sonata, ainsi qu'un nouveau processeur vocal qui se nomme Opus 2. Les nouvelles parties internes ont bénéficié de la génération électronique I100 avec deux fonctions principales : l'audition fine et la stimulation parallèle intelligente. Le nouveau processeur vocal contient également une nouvelle technologie qui permet de coder les deux composants principaux de la parole : la structure fine et l'enveloppe temporelle. Ce double

codage est censé améliorer de la compréhension du langage oral pour les patients implantés. Mais quels sont les apports réels de ce double codage structure fine-enveloppe temporelle. Les patients qui portent ce nouvel implant disent que la compréhension des phrases est facilitée, mais pas celle des syllabes isolées. La musique est paraît-il plus accessible. Et si ce double codage permettait de mieux percevoir la prosodie de la parole ? S'il permettait de mieux percevoir les mélodies ?

Pour répondre à ces questions, nous avons mis en place un test et un questionnaire. Nous voulons comparer les performances des patients implantés lorsqu'ils n'ont que le codage de l'enveloppe temporelle et lorsqu'ils ont accès au double codage de la structure fine et de l'enveloppe temporelle. La comparaison sera évaluée, à l'aide d'un test où les patients devront répéter des phrases présentées par un homme et par une femme. Ensuite, les patients évalueront eux-mêmes les différences entre ces codages, en répondant au questionnaire chez eux. Les questions du questionnaire portent essentiellement sur la compréhension des intonations et des émotions, c'est-à-dire sur la compréhension de la prosodie de la parole.

De cette manière, nous avons pu mettre en avant les apports que le codage supplémentaire de la structure peut amener.

CHAPITRE 1 : PARTIE THEORIQUE

1. La prosodie

1.1. Définition générale

1.1.1. Définition

La prosodie est le domaine de la phonétique qui étudie les unités suprasegmentales, appelées aussi les prosodèmes. Elle aborde également leurs caractéristiques et leurs fonctions linguistiques. Selon Pfauwadel (1981), la prosodie est une « variation des caractéristiques de la voix lorsque celle-ci évolue, lorsqu'elle traverse la durée, c'est-à-dire en situation de parole ».

Selon le Dictionnaire d'orthophonie (2004), la prosodie est définit comme « l'ensemble des faits suprasegmentaux (intonation, accentuation, rythme, mélodie, tons) qui accompagnent, structurent la parole. […] La prosodie regroupe différents paramètres acoustiques dont : la fréquence fondamentale (parfois synonyme de mélodie), l'intensité, et la durée. Elle joue un rôle essentiel : […] dans la compréhension verbale […] ainsi que dans la communication […] ».

Selon le Petit Robert (2003), la prosodie est l'ensemble des « caractères quantitatifs (durée) et mélodiques de sons » en poésie et c'est également « l'étude de l'accent et de la durée des phonèmes » en linguistique.

Selon Boysson-Bardies (1996), le fonctionnement de la parole ne peut être envisagé sans la prosodie, en effet elle apporte un complément d'informations au message sonore délivré par la parole. La prosodie est aussi considérée comme « l'enveloppe musicale de la parole ».

1.1.2. Fonctions

La prosodie joue plusieurs rôles au sein d'un message. Elle permet une organisation syntaxique et discursive du discours, ainsi que l'expression des attitudes et des émotions, on

parle alors de gestuelle vocale. Les différentes fonctions de la prosodie ont été répertoriées par Derivery (1997). Chacune de ces fonctions sera revue plus en détails lorsque nous verrons les différents éléments composant la prosodie.

1.1.2.1. La fonction distinctive

La prosodie permet de distinguer différents items (mots, phrases) proches les uns des autres. La distinction peut être faite par rapport au schéma de l'intonation de la phrase ou par rapport à l'accentuation sur une syllabe plutôt que sur une autre. Ainsi en anglais, les mots *'import* (importation) et *im'port* (import) s'opposent par l'intensité de la syllabe initiale du mot. L'accentuation est symbolisée par une apostrophe (') placée avant la syllabe accentuée.

1.1.2.2. La fonction significative

La prosodie permet, dans ce cas, de porter le sens sur un groupe de mots ou sur un autre, par focalisation sur un groupe de mots. Un schéma intonatif particulier, l'accentuation ou encore les pauses sont utilisés pour mettre en relief l'information souhaitée. L'intonation, les pauses et l'accentuation permettent d'opposer ces deux phrases : *c'est 'bien / ce que tu dis* et *c'est bien ce que tu 'dis*. La pause est symbolisée par un trait (/).

1.1.2.3. La fonction démarcative ou délimitative

Ici, la prosodie donne la possibilité de délimiter une unité linguistique comme un mot. Cette fonction est possible, en français, avec l'accentuation sur la syllabe finale, ou par l'intonation et les pauses utilisées dans le discours oral. En français, l'accent est mis sur la dernière syllabe de chaque mot. Cette accentuation particulière permet de connaître la limite de chaque mot.

1.1.2.4. La fonction culminative ou contrastive

Dans cette fonction, la prosodie assure la mise en relief d'un segment de la chaîne parlée. Cette mise en relief est possible par l'accentuation ou par l'intonation donnée à ce segment. Dans cette phrase : *c'est 'Jean / qui est de bonne heure 'ce matin*, nous insistons sur le fait qu'il s'agit de Jean et non d'une autre personne. Cette mise en relief est réalisée par une accentuation du mot *Jean* et par une pause qui le suit.

1.2. Les différents éléments composant la prosodie

La prosodie se compose de plusieurs éléments distincts les uns des autres qui sont souvent complémentaires. Il s'agit des faits prosodiques, l'intonation et la mélodie, l'accentuation, les pauses et enfin le rythme et le débit en font partis.

Ces faits prosodiques sont définis par des variations de caractéristiques physiques. Ces dernières sont la hauteur (les différentes fréquences produites par des mouvements vibratoires des cordes vocales), l'intensité (la puissance des vibrations sonores de la voix mesurée en décibels : dB) et la durée.

1.2.1. Intonation et mélodie

1.2.1.1. Définition et théories

L'intonation et la mélodie sont deux termes qui renvoient aux variations de fréquences des mouvements vibratoires des cordes vocales. Ces variations de fréquences donnent, en perception, une variation dans la hauteur de la voix. Le déroulement des différentes variations crée une courbe mélodique perçue à l'audition.

Derivery (1997) a définit l'intonation et la mélodie comme un signe intonatif à partir des théories traditionnelles et des nouvelles théories.

1.2.1.1.1. Le signe intonatif

L'intonation peut être décrite comme un signe intonatif motivé ou conventionnel. Le signe intonatif motivé reflète directement un mouvement spontané, naturel. Ce signe échappe à toutes les contraintes linguistiques des signes arbitraires et conventionnés, comme le sont les phonèmes. Ce signe intonatif motivé apparaît lors des manifestations universelles des émotions primaires telles que la joie, la douleur et la colère.

Le signe intonatif conventionnel est utilisé pour les modalités grammaticales, avec un niveau de codification plus stylisé et plus strict. Il existe des patrons caractéristiques de certaines attitudes, telles que la prière, l'ironie, la coquetterie, la voix de charme … Pour Fonagy et Bolinger (2007), les signes conventionnels viennent d'un processus où les signes motivés ont été conventionnés peu à peu.

1.2.1.1.2. Les théories traditionnelles

Pour Grammont ou Fouche (1997), l'intonation est une mélodie de la phrase. Il s'agirait d'une ligne continue parallèle à celle de la parole. Elle assurerait une fonction significative en différenciant les interrogations, les affirmations, les ordres, les exclamations. Elle permettrait aussi d'identifier les émotions.

Selon Martinet (1997), l'intonation est un fait marginal qui a une fonction plus expressive que significative.

A la base de ces théories traditionnelles se trouve la notion de continuité intonative qui est à l'origine de la notion de suprasegmentalité. Cette nouvelle notion permet de préciser quels sont les faits prosodiques utilisés dans un message oral.

1.2.1.1.3. Les nouvelles théories

De nombreuses études ont été menées dans les domaines de l'acoustique et de la perception par, entre autres, Delattre, Rossi, Faure, Léon (1997). La prosodie est alors considérée comme un phénomène constitué de plusieurs unités discrètes qui peuvent être substituées les unes aux autres. Ces unités s'organisent de façon à former des contours intonatifs dans le cadre d'une phrase par exemple. Ces unités intonatives sont aussi appelées intonèmes, elles sont définies comme un ensemble de traits acoustiques.

1.2.1.2. La représentation graphique

L'intonation est caractérisée par les variations de certains traits acoustiques. Les variations de la hauteur déterminent la direction de la courbe intonative (montante ou descendante). La durée et l'intensité du message sonore sont associées à la hauteur.

Derivery (1997) décrit phonétiquement l'intonation en niveaux. Il existe six niveaux ou registres sur la courbe intonative. Ces niveaux sont le plus souvent représentés sur une portée, sur laquelle on reproduit la courbe intonative pour chaque syllabe du message sonore. Cette courbe représente graphiquement les variations tonales de l'intonation.

Tableau n°1 : représentation graphique de l'intonation à six niveaux

5 : registre suraigu
4 : registre aigu
3 : registre infra-aigu
2 : registre médium
1 : registre grave
0 : registre infra-grave

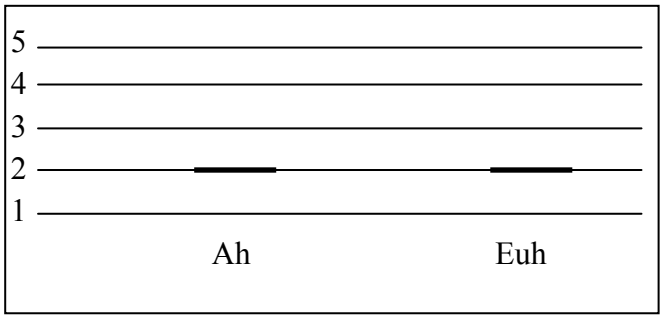
Tous les auteurs ne mentionnent pas le dernier niveau zéro, ainsi Léon (2007) ne parle que de cinq registres, avec une représentation légèrement différente. Pour lui, le niveau est représenté par la ligne de la portée et non par l'intervalle entre deux portées. Par la suite, nous allons garder ce schéma de représentation graphique pour illustrer les différentes intonations.

Tableau n°2 : représentation graphique de l'intonation à cinq niveaux

5
4
3
2
1

Cependant, pour savoir à quoi correspond une courbe intonative représentée sur une portée, nous avons besoin d'un point de repère, d'une référence commune à tout le monde. Le niveau de référence, pour la langue française, sur une représentation graphique de l'intonation, est le niveau 2.

Tableau n°3 : représentation graphique du niveau de référence



Ce niveau de référence est celui de la fréquence fondamentale usuelle, c'est-à-dire la hauteur ou tonalité que le sujet utilise le plus souvent lorsqu'il parle. Il se nomme aussi le niveau du fondamental laryngé, il varie selon l'âge et le sexe du sujet. Il représente la hauteur moyenne des syllabes non accentuées.

Selon Le Huche, le niveau 2 de l'intonation se base sur la hauteur du phonème « ah » qu'un sujet émet de manière automatique lorsque l'on lui demande. Cependant, selon Tarneaud (1941), le niveau de référence se basera sur la hauteur moyenne du « euh » d'hésitation émis par un sujet.

Tableau n°4 : Fondamental laryngé en parole spontanée chez la femme

Age	Femme
7 à 8	259 Hz / Do 3
9 à 11	246 Hz / Si 2
12 à 19	222 Hz / La 2
20 à 29	217 Hz / La 2
30 à 49	189 Hz / Sol 2
40 à 49	188 Hz / Sol 2
50 à 60	184 Hz / Fa 2
61 à 70	179 Hz / Fa 2
71 à 80	181 Hz / Fa 2

Tableau n°5 : Fondamental laryngé en parole spontanée chez l'homme

Age	Homme
7 à 8	259 Hz / Do 3
9 à 10	242 Hz / Si 2
11 à 12	230 Hz / La 2
13	185 Hz / Sol 2
14	166 Hz / Mi 2
15	138 Hz / Do 2
16 à 19	120 Hz / Si 1
20 à 39	108 Hz / La 1
40 à 49	106 Hz / La 1
50 à 60	104 Hz / Sol 1
61 à 70	109 Hz / La 1
71 à 80	111 HZ / La 1

D’autre part, cette représentation graphique en niveaux de l’intonation permet d’identifier rapidement le type de phrase utilisé dans le message sonore. Nous verrons plus loin, lorsque nous aborderons les fonctions de l’intonation, comment il est possible d’identifier le type phrastique selon la courbe intonative.

1.2.1.3. L’étendue vocale

Un sujet peut émettre un ensemble de fréquences, de notes. Cet ensemble de notes allant de la note plus grave à la note plus aiguë, est appelé l’étendue vocale.

Cette étendue vocale comprend donc, par définition, les fréquences conversationnelles, également appelées hauteurs conversationnelles. Les fréquences conversationnelles représentent l’ensemble des fréquences les mieux perçues par l’oreille humaine, allant de 250 Hz à 4000 Hz. Pour être plus précis, les fréquences de 500 à 2000 Hz suffisent pour comprendre et discriminer de façon auditive les sons de la parole, car ce sont les fréquences les plus utilisées et les plus utiles. Les hauteurs conversationnelles correspondent aux fréquences utilisées par un sujet lorsqu’il émet des sons de la parole. Elles varient selon l’âge et le sexe du sujet. Les mots « jeu » « deux » « chien » « aimer » sont sur des fréquences comprises entre 1200 et 3200 Hz. Les mots « oui » « cinéma » « signer » sont compris entre 3200 et 12800 Hz.

L’étendue vocale d’un sujet varie également en fonction de son âge et de son sexe. Elle peut s’étendre jusqu’à dix-huit touches d’un piano, ce qui représente des demi-tons. Elle se mesure de deux façons différentes : en fréquences (Hz) et en notes de musique.

Tableau n°6 : Etendue vocale moyenne selon l’âge et le sexe du sujet (donnée en touches de piano) selon Estienne (1998)

	Enfant	Homme	Femme
5 à 12 ans	15		
20 à 50 ans		18	18
60 à 80 ans		15	15

1.2.1.4. Fonctions linguistiques

L'intonation joue plusieurs rôles linguistiques dans la langue française. Ces fonctions linguistiques ont été établies à partir des classifications et de la description du système intonatif par Delattre et Léon (1997). Il s'agit donc des fonctions suivantes : fonction modale ou distinctive, fonction démarcative et fonction subjective également appelée expressive. On y ajoutera en plus, une fonction de structuration et de hiérarchisation des informations au sein d'un énoncé oral. Nous allons voir, successivement, ces quatre fonctions linguistiques de l'intonation.

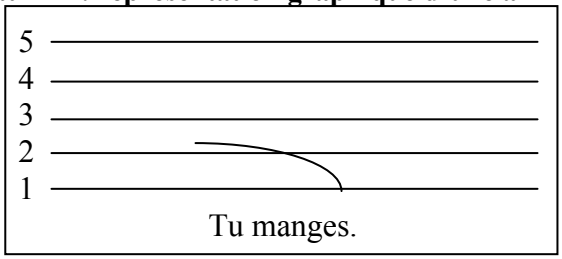
1.2.1.4.1. La fonction distinctive ou modale

Selon Martinet (2007), la fonction distinctive est la fonction primordiale de l'intonation. Les autres rôles de l'intonation ne sont que secondaires pour lui.

La fonction distinctive, aussi appelée la fonction modale tient le rôle phonologique de l'intonation, dans l'opposition de différents types phrastiques non marqués par la grammaire de la langue française. En effet, ici, l'intonation permet de différencier des courbes intonatives, qui peuvent être représentées schématiquement sur une portée. Ces variations modales ou intonatives peuvent être mises en avant à l'écrit par une ponctuation particulière (? et !). On distingue le plus couramment l'assertion, l'injonction, l'exclamation, l'interrogation totale et l'interrogation partielle. Pour chaque type phrastique, nous allons prendre l'exemple de la phrase : « tu manges ».

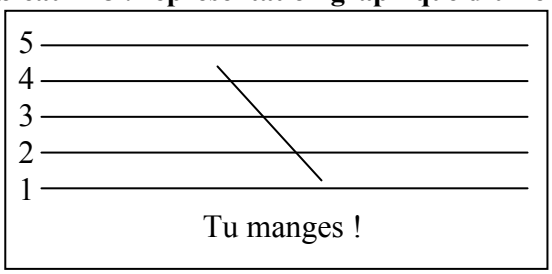
L'assertion correspond à une phrase affirmative simple, sans pause et en un seul groupe rythmique. La courbe intonative est arrondie et descendante. Elle passe du niveau 2 au niveau 1.

Tableau n°7 : représentation graphique d'une affirmation



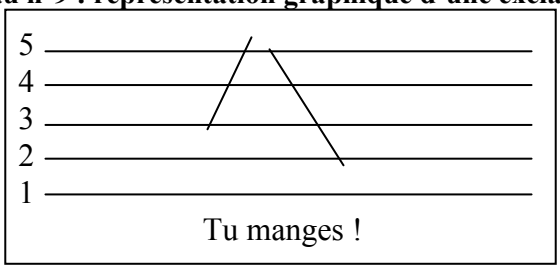
L'injonction est aussi connue comme un ordre. Il s'agit d'une phrase impérative. Elle est caractérisée par une courbe intonative rectiligne et descendante, allant du niveau 4 ou du 3, au niveau 1. Dans ce cas précis, l'intonation a aussi une valeur significative puisqu'elle marque à elle toute seule l'injonction.

Tableau n°8 : représentation graphique d'un ordre



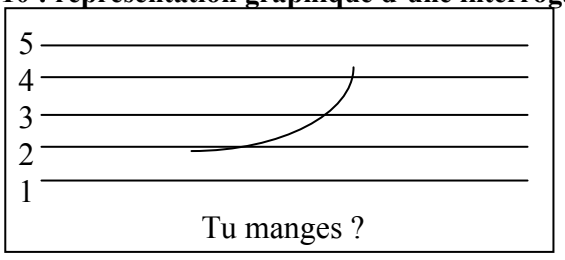
L'exclamation est caractérisée par une courbe intonative montante au début de l'énoncé, puis la courbe descend de manière abrupte en fin de phrase. La phrase exclamative est également caractérisée par un passage de la courbe intonative dans le niveau 5 de la portée intonative.

Tableau n°9 : représentation graphique d'une exclamation



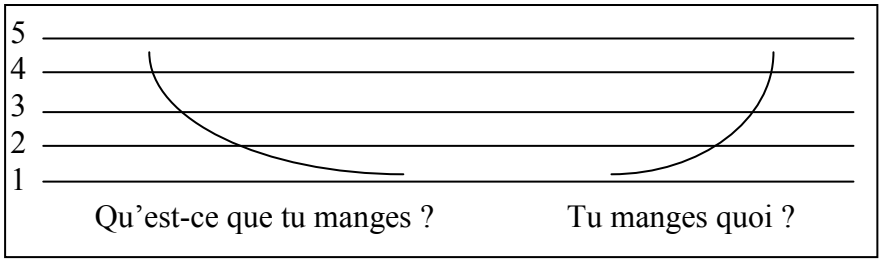
L'interrogation totale porte sur une question à laquelle un sujet ne peut répondre que par oui ou par non. La courbe intonative de cette phrase est caractérisée par un passage du niveau 2 au niveau 4. Le niveau tonal caractérisant l'interrogation totale se situe essentiellement sur la dernière syllabe de la phrase, qui atteint toujours le registre aigu.

Tableau n°10 : représentation graphique d'une interrogation totale



L'interrogation partielle est une phrase interrogative qui se caractérise par un ton haut sur le mot interrogatif, suivi par une courbe descendante. Cependant, le schéma intonatif est modifié lorsqu'il n'y a pas de sujet inversé, tout en gardant un ton haut sur le mot portant l'interrogation.

Tableau n°11 : représentation graphique d'une interrogation partielle

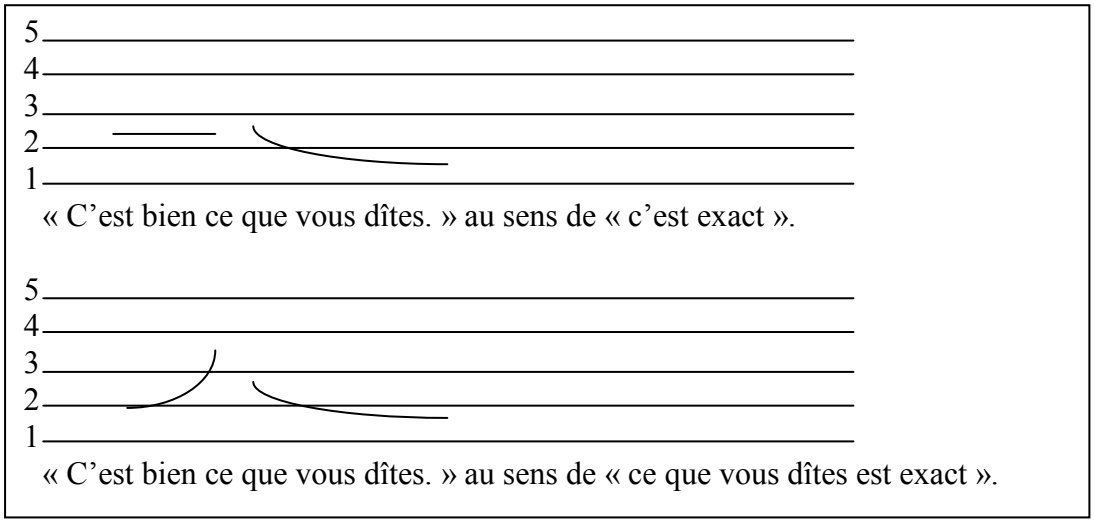


1.2.1.4.2. La fonction démarcative

L'intonation permet de lever des ambiguïtés que l'on peut rencontrer dans une phrase. Cette fonction intervient dans différents domaines.

An niveau de la syntaxe, l'intonation permet de lever une ambiguïté qui pourrait subsister dans la phrase orale. Le message sera différent selon la courbe intonative utilisée.

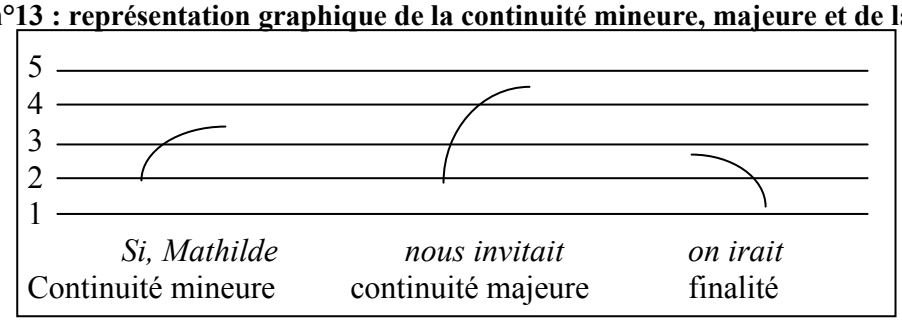
Tableau n°12 : représentation graphique de la fonction démarcative de l'intonation



L'intonation permet dans ce cas, de savoir si l'énoncé est inachevé ou achevé. Delattre (1997) parle de continuité mineure ou majeure et de finalité. Cette distinction ne peut se faire

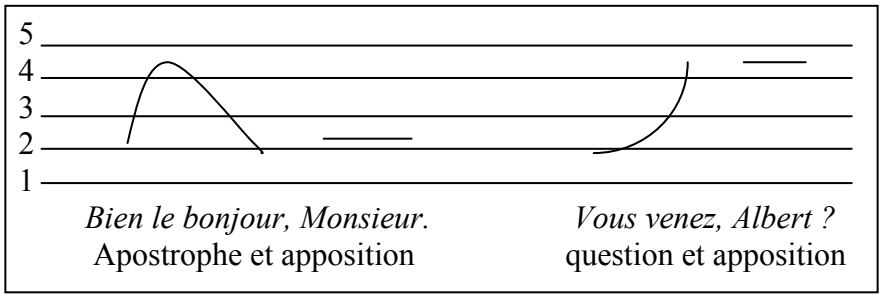
que dans une prononciation très soignée. En effet la distinction entre ces trois courbes intonatives est discutée.

Tableau n°13 : représentation graphique de la continuité mineure, majeure et de la finalité



Pour finir, l'intonation permet de mettre en relief des parenthèses intonatives. Il s'agit d'une intonation plate en écho. Elle se place en finale haute lorsqu'elle suit une courbe ascendante, ou en finale basse lorsqu'elle suit une courbe descendante. Cette parenthèse marque une apposition ou une rupture dans un énoncé, et le plus souvent, elle est utilisée dans les incises ou dans les apostrophes.

Tableau n°14 : représentation graphique d'une apposition



1.2.1.4.3. La fonction subjective

La fonction subjective regroupe deux rôles de l'intonation : la fonction émotive ou expressive et la fonction identificatoire.

Premièrement, la fonction expressive de l'intonation est prise en compte dans les travaux sur l'intonation, notamment dans ceux d'Fonagy (1991). Il parle de l'ensemble des faits émotionnels. Ces derniers peuvent être volontaires, faire l'objet d'un choix du locuteur. Cependant, ils peuvent être involontaires, ils sont alors des indices sur l'état émotionnel, sur l'humeur, sur l'origine et les intentions du locuteur. Tous ces faits émotionnels volontaires ou non sont décodés par l'auditeur.

Les variations mélodiques sont alors visibles sur l'ensemble de l'énoncé. Elles permettent d'identifier les émotions du locuteur. Un classement de ces émotions peut être possible d'un point de vue acoustique.

- Une intonation avec peu de variations de la fréquence fondamentale et une intensité maximale marque l'amusement, l'affection ou encore la gratitude.
- Une intensité maximale et de grandes variations de hauteur caractérisent la colère, l'irritation ou la peur.
- Si au contraire, l'intonation est caractérisée par l'absence d'intensité et de variation de hauteur, l'auditeur peut percevoir l'ennui, le chagrin ou la honte chez le locuteur.

Enfin, la fonction identificatoire permet à l'intonation de donner des informations sur les origines géographiques et sociales du locuteur. Cette fonction de l'intonation est aussi celle de l'accentuation telle les accents régionaux : le chti, l'accent de Provence dans le sud de la France…

1.2.1.4.4. La fonction de structuration et de hiérarchisation

L'intonation a un rôle de cohésion par la courbe mélodique. Elle permet de mettre en évidence une information qui est, selon le locuteur, la plus importante dans la phrase. Cette information est mise en avant par une courbe ascendante, le plus souvent.

1.2.2. Accentuation

Selon Léon (2007), l'accentuation est une proéminence acoustique ; c'est-à-dire une mise en relief d'une syllabe, d'un groupe de syllabes dans un mot ou enfin d'un groupe de mots. Ce phénomène prosodique est le résultat d'un effort au niveau de l'expiration et de l'articulation. On remarque alors une augmentation physique de la longueur, de l'intensité, voire un changement de fréquence. En perception, on parlera de variation d'intensité, de hauteur et de durée. Ce dernier paramètre acoustique est le plus important des trois car c'est la marque essentielle de l'accentuation.

Selon Derivery (1997), l'accentuation peut agir seule pour mettre en relief une ou plusieurs syllabes, contrairement aux deux autres paramètres. En moyenne, une syllabe accentuée a une durée deux fois supérieure à celle d'une syllabe non accentuée.

En transcription écrite, l'accentuation est représentée par une apostrophe placée devant la syllabe qui va être accentuée.

L'accentuation permet de connaître l'origine géographique du locuteur. Il existe en France différentes manières d'accentuer les mots et les syllabes selon la région où l'on se trouve (accents régionaux). Cependant, la langue française est accentuée d'une manière particulière. Léon (2007) évoque, dans ce cas, le patron classique oxytonique.

1.2.2.1. Le patron classique oxytonique

Le patron classique oxytonique représente l'accentuation, en français, sur la dernière syllabe prononcée d'un groupe sémantique, qui peut être un mot isolé ou un groupe de mots appelé groupe accentuel. Il s'agit d'un allongement systématique d'un élément perçu comme étant final d'un mot. C'est pourquoi, cette forme d'accentuation est plus vue comme un accent final qu'un accent tonique.

1.2.2.2. Les accents régionaux

Les accents régionaux sont nombreux en France, ils permettent de distinguer une région par rapport à une autre. Les accents régionaux ne sont pas seulement dus à une accentuation différente, mais ils le sont aussi par à une prononciation variable des phonèmes. Par exemple, dans le sud de la France en Provence, il n'existe pas de distinction entre le /o/ et le /□/. Les personnes utilisent la voyelle ouverte /□/. La voyelle /Ɵ/ est plus souvent utilisée : *tourne à gauche* [g□ ˈƟ].

1.2.2.3. Les fonctions de l'accentuation

Selon Derivery (1997) et Léon (1997-2007), l'accentuation a plusieurs fonctions linguistiques notamment : démarcative et distinctive. Elle porte différentes valeurs de l'accentuation d'insistance dont la valeur didactique et expressive. L'accentuation est notée par une apostrophe (') avant la syllabe accentuée.

1.2.2.3.1. La fonction démarcative

La fonction démarcative est assurée par l'accentuation classique du français. En effet, cette accentuation particulière permet de faciliter le décodage des syntagmes, c'est-à-dire les unités de sens dans la langue française, par l'allongement systématique de la dernière syllabe d'un mot ou d'un groupe accentuel. La fonction démarcative lève ainsi les ambiguïtés de sens dans une phrase.

1.2.2.3.2. La fonction distinctive

La fonction distinctive de l'accentuation s'emploie surtout dans des langues différentes du français. Elle permet de distinguer deux mots différents dans des langues telles que l'anglais ou l'espagnol. En effet, l'accentuation se fera différemment sur un même mot afin de différencier le sens. De cette manière en anglais, on distingue *per'mit* au sens de « permettre » et *'permit* au sens de « permission ». De la même façon, en espagnol, les personnes différencient *'canto* qui veut dire « je chante » et *can'to* « je chantais ».

1.2.2.3.3. L'accentuation d'insistance et ses différentes valeurs

- L'accentuation d'insistance à valeur didactique est aussi qualifiée d'accent intellectuel. Ici, l'accent est mis sur la première syllabe d'un mot ou sur une unité plus petite qu'un syntagme tel qu'un phonème. Selon Wunderli (1997), cet accent est réalisé par une variation de hauteur, par une intensité et une durée accrue de la consonne, par une montée mélodique importante. De plus, elle est souvent introduite par un coup de glotte. Par exemple dans la phrase : *il ne s'agit pas d'un o* ***'ou****vert mais d'un o* ***'fer****mé*, l'accentuation sert à marquer l'opposition entre deux termes de la phrase. Il s'agit de la fonction oppositive de l'accentuation d'insistance.

- L'accentuation d'insistance a également une fonction emphatique. Elle permet de mettre en avant un mot pour appuyer un effet d'emphase, d'exagération d'un propos. Ainsi dans cette phrase on retrouve cette fonction : *c'est* ***'s****uper beau*.

- L'accentuation d'insistance a une fonction différenciative en français. Elle met en relief, elle appuie le contraste entre deux termes d'une phrase. De cette manière, on voit cette utilité dans la phrase : *nous devons voir les aspects* ***'po****sitifs et* ***'né****gatifs*.

- L'accentuation d'insistance a un rôle expressif qui peut être favorisé par une variation émotive. Une émotion vive peut entraîner des variations. Par exemple, la tristesse allonge les syllabes et atténue l'accentuation ; alors que la colère multiplie les accents d'insistance et réduit la durée des syllabes. Cette accentuation retranscrite par deux apostrophes (”), est marqué par un allongement et la tenue de la consonne initiale de la syllabe accentuée ; on note cet allongement par deux points (:). Il existe également une variation de hauteur sur la syllabe suivante, comme dans cette phrase : *c'est une catastrophe* [sɛtyn”k:atas'tR□ f] Si la syllabe accentuée commence par une voyelle, il est fréquent de remarquer un démarrage en coup de glotte, noté (?). Dans la phrase suivante, on peut voir toutes les caractéristiques dues à cette accentuation expressive et d'insistance : *elle est extraordinaire* [ɛlɛ?k:stRa□ Rdi'rɛ:R].

- Il existe également une accentuation d'insistance syllabique qui se réalise en détachant chaque syllabe d'une phrase. L'objectif de cette accentuation est d'augmenter la compréhension du message oral par l'auditeur. L'exemple le plus parlant est celui d'un instituteur qui utilise cet accent lorsqu'il fait faire une dictée à ses élèves.

1.2.3. Pauses

Pfauwadel (1981) a beaucoup travaillé sur ces pauses et leurs rôles dans la phonation. En français oral, les pauses peuvent être d'ordres différents : les pauses respiratoires, les pauses grammaticales et enfin, les pauses d'hésitation.

1.2.3.1. Les pauses respiratoires

Les pauses respiratoires sont des pauses qui permettent au locuteur de reprendre son souffle, ce dernier étant nécessaire à la phonation. La parole impose à l'organisme humain un rythme respiratoire. Au cours de la parole, de la phonation, ce rythme particulier détermine ce que l'on appelle des groupes de souffle.

1.2.3.2. Les pauses grammaticales

Les pauses grammaticales permettent à l'auditeur de percevoir la fin d'un énoncé, d'un paragraphe, d'un discours important. Ces pauses ont alors une fonction démarcative dans le langage oral. Elles permettent de lever les ambiguïtés de sens dans une phrase qui peut

avoir plusieurs sens selon où se situe la pause. De cette manière, on distingue : *je veux bien / travailler, je veux / bien travailler ; la belle / porte le voile, la belle porte / le voile.*

1.2.3.3. Les pauses d'hésitation

Selon Grosjean et Deschamps cités par Léon (2007), les pauses d'hésitation sont des variables temporelles secondaires. Elles sont soit remplies, soit véritables.

Les pauses remplies sont des pauses qui sont comblées par une phonation. On peut y trouver un allongement d'une voyelle, la répétition d'un mot ou d'une syllabe, ou encore le « euh » d'hésitation. Les pauses véritables représentent des silences dans la parole. Le sujet qui réalise une pause véritable d'émet pas de son à ce moment-là.

Léon et Léon (1997) expliquent que les pauses d'hésitation sont des pauses a-sémantiques. Ces pauses n'ont pas de rôle linguistique.

1.2.4. Rythme et débit

Certains auteurs comme Léon (1997), distinguent le rythme du débit et inversement. Cependant, d'autres auteurs les confondent. Pour nous, le rythme et le débit sont deux notions liées l'une à l'autre. Les variations de débit influe et modifie le rythme et ce dernier comporte des variations de débit. De cette manière, nous les étudions simultanément.

Le rythme et le débit sont des composants de la prosodie qui sont présents du côté de la perception du langage oral. Ils sont associés par leur dépendance respective à la durée des syllabes dans une phrase. De cette manière, ils sont dépendants de l'accentuation qui allonge les syllabes accentuées, comme on l'a vu précédemment.

1.2.4.1. Définitions

Le débit est le nombre de syllabes prononcées par un locuteur, par seconde. Le débit est très dépendant des facteurs individuels. Selon deux colloques qui ont eu lieu à Toronto en 1984 et en 1986, un homme a un débit de 5,7 syllabes par seconde contre 5,9 syllabes par seconde pour une femme (en moyenne sur cinq minutes de parole).

La notion de rythme est portée par les groupes rythmiques. Ces derniers représentent les groupes accentuels d'un point de vue esthétique. En moyenne, les groupes rythmiques comportent trois à quatre syllabes ; ou alors, deux à trois syllabes inaccentuées suivies d'une syllabe accentuée.

Le débit et le rythme sont dépendants des émotions vives qui modifient ces deux composants de la prosodie. La tristesse, par exemple, allonge les syllabes et donc ralentit le débit et le rythme. La colère accélère le rythme et le débit en réduisant la durée des syllabes. Et enfin, la tendresse régularise le débit en le ralentissant, le rythme est également ralenti par une diminution de l'intensité de l'accentuation.

Le rythme est donné par la perception de la mise en relief par l'accentuation, par la perception d'une proéminence accentuelle répétée. Meschonnic (2007) définit trois aspects du rythme.

- Le rythme linguistique représente le rythme des mots et des phrases, il est propre à chaque langue. En français et en belge, l'expression : *et puis* est prononcé différemment. L'explosion du /p/ est plus longue. Le rythme est différent, il est influencé par la prononciation.
- Le rythme rhétorique symbolise les variations dues aux traditions culturelles, aux registres de langue. Une phrase dite dans un langage soutenu a un rythme plus lent qu'une phrase ayant le même sens mais utilisant un registre familier. La différence de rythme s'explique par un nombre différents de mots et un débit accéléré dans le registre familier.
- Enfin le rythme poétique est en relation avec l'organisation d'une écriture particulière. La récitation d'un poème ou d'une fable demande de respecter les vers afin de mettre en avant les rimes présentent.

1.2.4.2. Fonctions linguistiques

Selon Léon (2007), le rythme et le débit ont des fonctions linguistiques au sein d'un message oral. Ils ont une fonction pragmatique, ainsi qu'une fonction phonostylistique.

1.2.4.2.1. La fonction pragmatique

Un rythme et un débit accélérés (rythmicité amplifiée) augmentent la facilité de compréhension et de mémorisation. Cette fonction du rythme est due à une culture de

tradition orale. Ce rôle du rythme et du débit se retrouve à l'école. Les élèves apprennent les tables d'addition et de multiplication avec des groupes rythmiques et mélodiques particuliers : *2 fois 2, 4 ; 2 fois 3, 6 ; 2 fois 4, 8 …* Ils apprennent également le rythme et le débit qui s'appliquent aux récitations des fables de La Fontaine par exemple.

Le rythme est lié à la motricité globale du corps humain. Les chants et les cris des supporters sportifs sont coordonnés avec les mouvements des sportifs. Une relation peut être établit entre le rythme d'un message oral et la motricité pendant des manifestations. Les slogans scandés par les manifestants respectent toujours le rythme binaire de la marche. Ils permettent aux manifestants de garder la cadence de la marche, en plus de faire passer un message clair.

1.2.4.2.2. La fonction phonostylistique

Le débit et le rythme permettent, par leur perception phonostylistique, de distinguer plusieurs styles de parole. Ces deux composants de la prosodie varient selon le dialecte utilisé, selon les émotions du locuteur, selon les attitudes de ce dernier, et enfin, selon le type de discours employé. Certains types de discours ont un rythme et un débit particuliers, tels que le sermon, les reportages ou encore les commentaires sportifs.

Les mots dans un sermon sont scandés, détachés les uns des autres dans le but de bien les faire comprendre : *Il ne faut pas traverser la route. C'est très dangereux.* A l'opposé, lors de commentaires d'un événement sportif comme un match de foot, les mots sont énoncés de manière précipitée dans le but de décrire les actions du jeu au fur et à mesure qu'elles ont lieu : *Ronaldo passe le ballon à Ricardo mais il est intercepté par Capu qui marque ! Buuuut !*

2. L'implant cochléaire

2.1. Qu'est-ce qu'un implant cochléaire ?

L'implant cochléaire est une prothèse auditive, dont une des parties est implantée chirurgicalement dans la cochlée. Le principe de base est de venir stimuler directement le nerf auditif grâce à des électrodes implantées dans la cochlée. Cette impulsion électrique crée alors une sensation auditive.

L'objectif premier de l'implant cochléaire est de « remplacer » l'organe de Corti qui est détérioré dans une surdité de perception périphérique, en implantant des électrodes dans la cochlée. De cette manière, l'implant cochléaire vient court-circuiter l'oreille moyenne qui ne sert plus dans l'audition de la personne implantée.

Cependant, l'audition donnée avec l'implant n'est pas l'audition d'une personne normo-entendante. Cette nouvelle perception auditive est souvent décrite par les patients comme étant métallique et moins précise au niveau du codage des informations auditives.

Figure n°1 : photographie d'un implant cochléaire

Schéma n° 1 : l'implant cochléaire une fois implanté

2.2. Description des différents composants et fonctionnement

L'implant cochléaire est composé de deux parties bien distinctes l'une de l'autre : une partie interne qui est implantée et une partie externe qui est mobile. Nous allons voir ce qui compose chacune de ces parties.

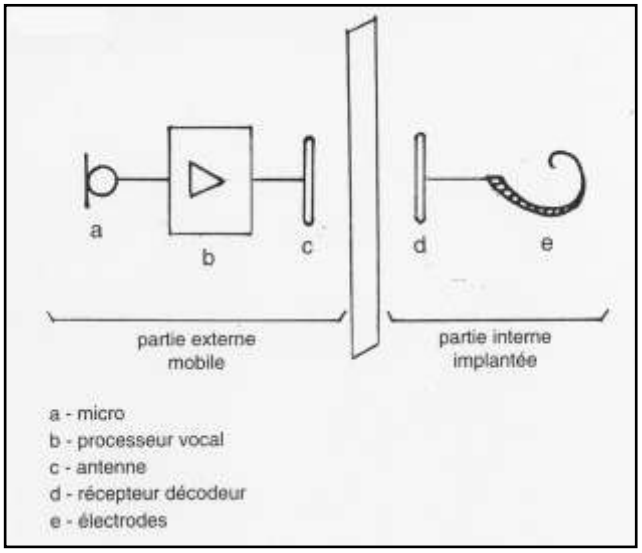


Schéma n°2 : les différents composants d'un implant cochléaire

2.2.1. La partie interne implantée

La partie interne implantée est assimilée à un récepteur qui reçoit l'énergie électrique, c'est-à-dire les informations codées. Elle reçoit au niveau du processeur interne, les informations sous forme d'impulsions électriques transmises par l'antenne. Le processeur interne transmet à son tour, les signaux électriques aux électrodes situées sur un porte-électrode, appelé transducteur de sortie, implanté dans la cochlée. De cette manière, elles viennent stimuler les fibres nerveuses du nerf auditif.

Figure n°2 : photographie de la partie interne en céramique, Pulsar de Med-el

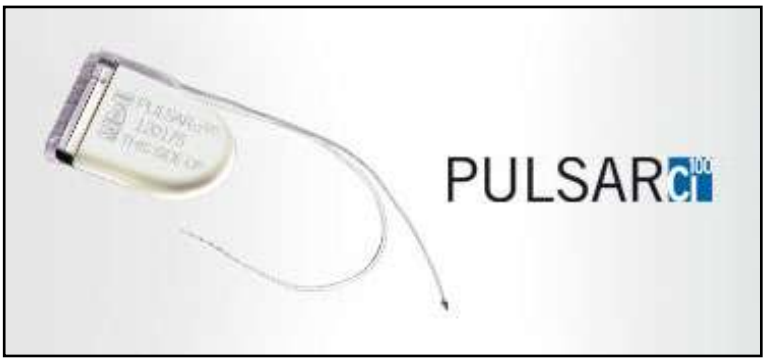


Figure n°3 : photographie de la partie interne en titane, Sonata de Med-el

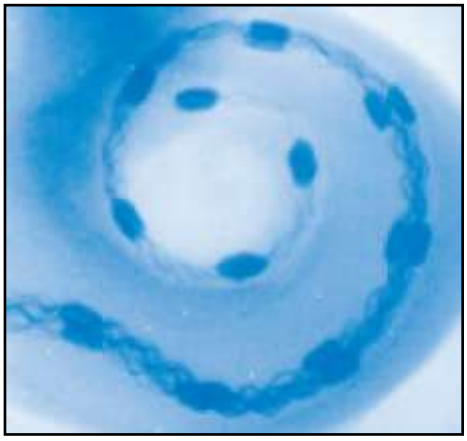


Schéma n°3 : la partie interne implantée dans la cochlée

2.2.2. La partie externe mobile

La partie de l'implant cochléaire mobile ressemble à une prothèse auditive classique. Elle est composée d'un contour d'oreille et d'une antenne, qui sont reliés l'un à l'autre par un câble.

Le contour d'oreille comporte plusieurs éléments, le microphone, l'amplificateur, les piles et le microprocesseur vocal. Il est considéré comme un émetteur qui traite un signal acoustique et qui le transforme en signaux électriques. Le microphone, aussi appelé transducteur d'entrée, capte le signal acoustique et le transmet au processeur. Ce dernier transforme ce signal en impulsions électriques. Le processeur vocal a la possibilité de privilégier certaines caractéristiques acoustiques lors du codage des informations. Il peut se focaliser, un peu plus, sur des zones fréquentielles qui aident au codage des voyelles, ou sur des zones temporelles qui favorisent le codage des consonnes.

L'antenne est posée sur la peau du crâne derrière le pavillon de l'oreille au niveau de la mastoïde. Elle est aimantée au processeur interne. L'antenne permet la transmission des informations codées.

Figure n°4 : photographie de la partie externe, Opus 2 de Med-el

2.3. Stratégies de codage

Les parties internes de Med-el : Pulsar et Sonata sont identiques d'un point de vue électronique. La différence entre les deux se fait au niveau de la matière utilisée pour l'enveloppe. Le Pulsar est en céramique et le Sonata est en titane. Les composants électroniques utilisés dans ces parties internes, sont disposés sur une puce électronique unique dans le but de traiter un maximum d'informations. La technologie appelée Electronique I100 offre vingt-quatre sources de courant indépendantes. La stimulation devient précise et rapide sur toute la longueur de la cochlée.

Le Pulsar est conçu pour être compatible, par la suite, avec des nouvelles stratégies de codage dont les deux fonctions principales sont l'audition fine et la stimulation parallèle intelligente. Ces fonctions sont présentes dans le Sonata. L'audition fine permet de distinguer les détails fins de la parole grâce au codage de la structure fine et de l'enveloppe temporelle de la parole. Nous verrons par la suite, plus en détails ce nouveau codage. La stimulation parallèle intelligente (IPS) permet d'éviter l'interaction des canaux (empiètement des canaux les uns sur les autres, ce qui déforme le signal sonore). L'IPS contrôle automatiquement les recouvrements électriques pour ne pas perdre la clarté sonore.

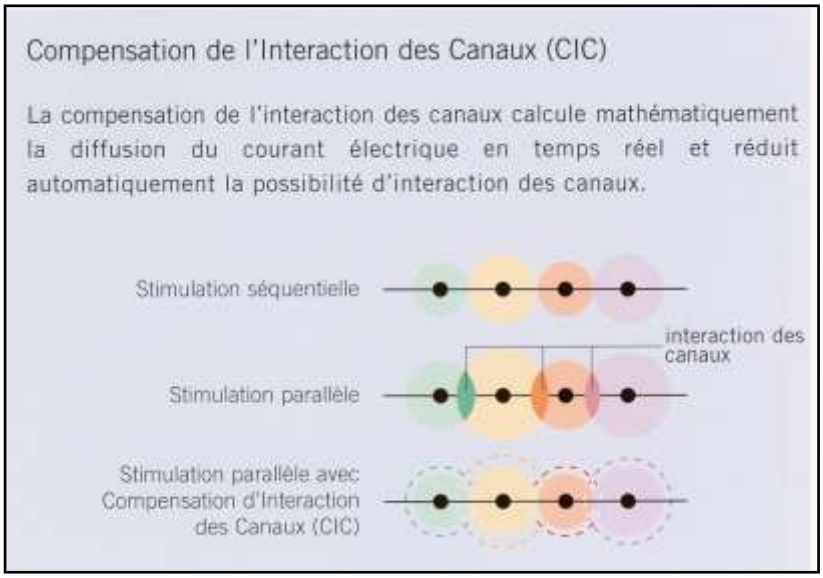


Schéma n°4 : compensation de l'interaction des canaux par IPS

Les stratégies de codage peuvent mettre en action deux types de codages : le codage des aspects fréquentiels ou celui des aspects temporels. Lorsque l'on privilégie le codage des aspects fréquentiels du message sonore, on stimule de façon simultanée plusieurs électrodes. Ce codage a pour but de donner à la personne porteuse de l'implant, les variations fréquentielles du message. Cependant, il est possible de privilégier le codage des aspects temporels, et de cette manière, on stimule plusieurs électrodes successivement à une cadence élevée. Ce codage donne à la personne les variations de fréquences dans le temps qui existent dans le message auditif.

Il est important de respecter la tonotopie de la cochlée pour coder tout le spectre de la voix. L'organisation fréquentielle du système auditif est dite tonotopique. Chaque point de la cochlée correspond à une fréquence précise. De cette manière, les hautes fréquences sont transmises au nerf auditif à la base de la cochlée, c'est-à-dire au début de la cochlée, alors que les basses fréquences sont transmises à l'apex de la cochlée. L'implant cochléaire vient alors stimuler plusieurs groupes de fibres nerveuses du nerf auditif pour respecter cette tonotopie. En général, la stimulation de huit à quinze groupes de fibres nerveuses est nécessaire et suffisante pour que la personne implantée arrive à percevoir les variations fréquentielles les plus importantes dans un message sonore.

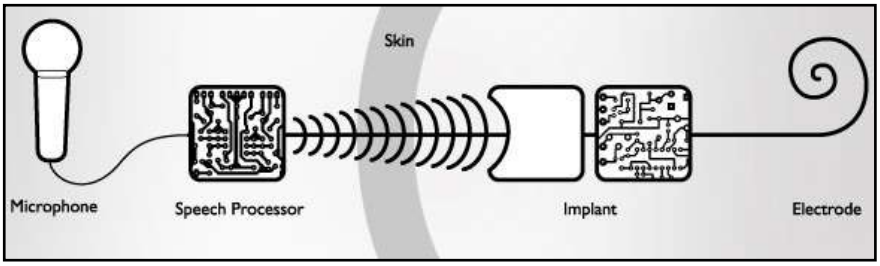


Schéma n°5 : cheminement du son à travers l'implant cochléaire

2.4. Le bilan pré-implant cochléaire et indications chez l'adulte

L'implant cochléaire est destiné aux personnes ayant une perte auditive due à une surdité endocochléaire profonde.

La décision d'implanter une personne se fait au sein d'une équipe pluridisciplinaire du centre d'implantation cochléaire de Rennes. Le patient va devoir passer plusieurs bilans afin de savoir s'il correspond aux critères d'indication pour l'implantation.

Le bilan pré-implant comprend plusieurs examens et bilans, selon Denoyelle (2005).

- D'un point de vue médical, un examen clinique est pratiqué afin de voir s'il n'y a pas de foyers infectieux et de prévenir des complications par des vaccinations, contre la méningite par exemple.

- Plusieurs examens en imagerie auront lieu afin de vérifier l'état de la cochlée et du nerf auditif. De cette manière, un scanner du rocher sera réalisé dans le but de voir des malformations éventuelles de la cochlée qui pourront gêner le passage du porte-électrode. Ce scanner permet également au chirurgien de visualiser la cochlée, sa taille, son orientation par rapport au nerf auditif, ce qui l'aidera lors de l'intervention chirurgicale.
Une imagerie à résonnance magnétique (IRM) de l'oreille interne sera aussi demandée. Cet examen permet de voir s'il existe un début d'ossification de la cochlée ce qui empêcherait l'implantation du porte-électrode. Une IRM du nerf auditif est également importante à faire dans le but d'écarter une fibrose du nerf, ce qui empêcherait l'implantation.

- Un test au promontoire (PEA, potentiels évoqués auditifs électriques) permet de vérifier la qualité des réponses du nerf auditif. Cet examen peut être fait au moment des

bilans pré-implant mais il n'est pas fait de façon systématique. Il s'agit d'une méthode objective permettant d'explorer le fonctionnement du nerf auditif suite à une stimulation auditive d'intensité croissante. Ce test n'est pas fiable à 100%, car il existe des faux-négatifs, c'est-à-dire l'absence de réponse de nerf auditif pendant ce test, alors qu'il peut répondre à des stimulations par la suite.

- Un bilan audiométrique sera réalisé afin de voir si le patient rentre dans les indications d'implantation. Pour un patient adulte, les indications sont précises. Les seuils auditifs du patient avec ses prothèses auditives sont pris en compte. S'ils sont supérieurs à 60 dB sur les fréquences conversationnelles, l'implantation est considérée comme justifiée. Le gain prothétique doit être insuffisant, après un port des prothèses auditives d'au moins six mois. L'implantation est également possible dès une surdité sévère de second degré, c'est-à-dire à partir d'une perte auditive de 81 dB selon le B.I.A.P., le plus souvent, nous parlons des cas d'implantation cochléaire pour les surdités profondes.

- Le patient passera un bilan psychologique. Selon Dumont (1996), cette évaluation psychologique a pour but de voir si le patient est prêt ou non à se faire implanter. L'évaluation est réalisée soit par un psychologue, soit par une psychiatre, selon les centres d'implantation. Au sein du centre d'implantation de Rennes, c'est le psychiatre qui est en charge de cette évaluation. Dans un premier temps, le psychologue reprend avec le patient l'anamnèse de sa surdité et son étiologie si elle est connue. Il voit également l'attitude du patient face à sa surdité, son ressenti, son adaptation et son intégration sociale, tout comme son mode de vie (isolement ou activités dans des associations, avec la famille, l'entourage). Le psychologue évalue aussi les traits de la personnalité du patient (agressivité, passivité, traits dépressifs, persévérance, etc…). Puis dans un deuxième temps, le psychologue écoutera les attentes du patient face à l'implant cochléaire, ses motivations.

- Un bilan orthophonique est également envisagé. Selon Dumont (1996), l'orthophoniste cherche à connaître la demande, les attentes du patient vis-à-vis de l'implant cochléaire. Il reprendra aussi avec le patient l'anamnèse de sa surdité. En effet, le patient ne dit pas toujours la même chose, à ce sujet, aux différents professionnels qu'il rencontre. De plus, l'orthophoniste évaluera, à l'aide de différents tests, la compréhension que le patient a du langage oral, son expression orale, ses compétences en phonologie, en syntaxe, au niveau du vocabulaire actif et passif. Ces différents tests se feront sous plusieurs modalités : en

perception auditive seule, en perception auditive avec lecture labiale, et en lecture labiale seule (sans perception auditive). L'orthophoniste fera également passer des tests afin d'évaluer la mémoire et l'attention du patient. Pour les adultes de plus de 60 ans, des tests visant à évaluer les capacités cognitives du patient sont aussi présentés, afin de savoir si celui-ci aura les compétences pour analyser ces nouveaux signaux auditifs. L'orthophoniste observe le mode de communication que le patient utilise actuellement de façon spontanée, et les moyens de compensation qu'il a mis en place afin de faciliter la communication avec d'autres personnes.

L'équipe pluridisciplinaire exerçant dans un centre d'implantation cochléaire, est aussi présente pour les patients afin de leur donner toutes les informations sur l'implant. Elle peut répondre à leurs différentes interrogations concernant l'implant cochléaire (partie interne et externe), sur l'implantation avec l'acte chirurgical, sur l'hospitalisation, sur l'activation et sur le protocole de suivi qui sera mis en place après l'implantation. Il est important de leur montrer les différentes parties de l'implant pour démystifier cet appareil.

L'activation de l'implant ne se fait qu'après la cicatrisation de la peau, c'est-à-dire entre trois et quatre semaines après l'acte chirurgical. L'activation de l'implant demande souvent plusieurs réglages avant d'obtenir l'optimisation, soit le meilleur réglage pour un patient.

D'autre part, l'orthophoniste et le régleur de l'implant sont amenés à revoir régulièrement les patients implantés afin d'effectuer les différents réglages de suivi de l'implant et de faire passer aux patients des bilans orthophoniques post-implantation. Ce protocole de suivi est mis en place dans le but d'optimiser les réglages de l'implant, pour vérifier son bon fonctionnement et écarter l'éventualité de pannes. Les bilans orthophoniques ont lieu dans l'objectif d'évaluer les répercutions de l'implant sur le langage oral (expression et compréhension) des patients. Les réglages et les bilans influent les uns sur les autres. L'orthophoniste peut prévenir le régleur des difficultés du patient pour qu'il affine les réglages dans le but de les réduire. Et le régleur prévient l'orthophoniste lorsqu'il change les réglages de l'implant, car ces changements peuvent avoir des répercussions sur leur compréhension du langage oral.

2.5. Résultats de l'implant cochléaire

L'implant cochléaire fait l'objet de beaucoup d'études dans l'objectif de maîtriser et d'analyser au mieux ses apports aux porteurs d'implant. Le domaine qui intéresse le plus est celui de la reconnaissance du langage oral. Chez les adultes ayant une surdité post-linguale, on cherche à évaluer leurs compétences en compréhension du langage oral et de sa pragmatique, avec leur implant.

En 2006, Virole (2006) dégage quelques points qui semblent constants dans les différentes publications concernant l'implant cochléaire. La compréhension du langage oral est facilitée même sans la lecture labiale. Certaines personnes porteuses d'implant peuvent même reprendre des communications téléphoniques. Une amélioration existe également dans la reconnaissance des bruits environnants et au niveau de la lecture labiale. Les personnes implantées ont de meilleures performances dans ces deux domaines. Cependant, elles ont encore des difficultés à percevoir la parole dans le bruit.

3. Traitement de la structure fine

3.1. Le processeur Opus 2

Le processeur Opus 2 est le dernier processeur du fabricant autrichien Med-el. Ce nouveau processeur possède de nouvelles technologies qui facilitent la compréhension du langage oral des patients implantés, pour un meilleur confort d'écoute. De cette manière, le processeur Opus 2 bénéficie, entre autres, du codage de la structure fine, appelé « Fine Hearing » ou « fine structure processing » et du codage de l'enveloppe temporelle « enveloppe-based processing». Nous allons voir à quoi correspondent ces deux codages afin de comprendre ce qu'ils apportent l'un et l'autre, pour les patients qui portent ce nouveau processeur.

Le processeur Opus 2 est compatible avec deux parties internes Med-el : Pulsar et Sonata. Ces deux parties internes présentent une même technologie électronique (I100) et sont soit compatible avec l'audition fine et la stimulation parallèle intelligente, soit possède ces deux stratégies de codage. Elles ont été mises au point en 2004 et en 2006. Le fabricant Med-el, en anticipant, les avancées technologiques, peut proposer le processeur Opus 2 à un plus grand nombre de patients implantés. Ainsi, une personne ayant l'une des deux, peut bénéficier de ce nouveau processeur.

3.2. Définition de l'enveloppe temporelle et de la structure fine

Selon Lorenzi (2006), un psycho-acousticien français, la parole se compose de deux éléments primordiaux : la structure fine qu'il nomme la structure temporelle fine et l'enveloppe temporelle. Ces deux éléments se trouvent au sein de chaque bande fréquentielle et sont impliqués dans l'intelligibilité de la parole.

L'enveloppe temporelle correspond aux variations de fréquences mesurables sur quelques Hertz (Hz). Med-el parle de l'amplitude du signal sonore. Il s'agit de fluctuations lentes comme le rythme des syllabes ; alors que la structure fine correspond aux variations de fréquences de l'ordre de centaines voire de milliers de Hertz. Il s'agit, ici, de fluctuations très rapides du son.

Lorenzi (2006) a mis en évidence, lors d'une étude, l'importance de ces deux éléments dans la compréhension du langage oral, en démontrant les difficultés de compréhension des personnes ayant une surdité endocochléaire. Ce type de surdité provoque la perte de la perception de cette structure fine et, de cette manière, les personnes sont obligées de baser toute leur compréhension sur la perception de l'enveloppe temporelle. Les variations lentes de l'enveloppe temporelle sont suffisantes pour permettre une bonne compréhension du langage oral dans un milieu calme, dans le silence. Cette perception ne suffit plus dans un milieu bruyant, avec un bruit de fond. Les personnes ayant une lésion au niveau de la cochlée doivent écouter dans les « vallées temporelles de bruit », les moments où les bruits ambiants, fluctuant en intensité, sont faibles. L'intelligibilité de ces vallées reste difficile car les personnes ne perçoivent que les variations de l'enveloppe temporelle. Lorenzi a démontré dans son étude, que les sujets perdent leurs capacités de codage des fluctuations rapides de fréquences, de la structure fine, dès une perte auditive modérée,. Or, Lorenzi comme Virole (2006), pense que la structure fine joue un rôle crucial dans la segmentation du flux de parole dans le bruit et au niveau de la perception de la mélodie.

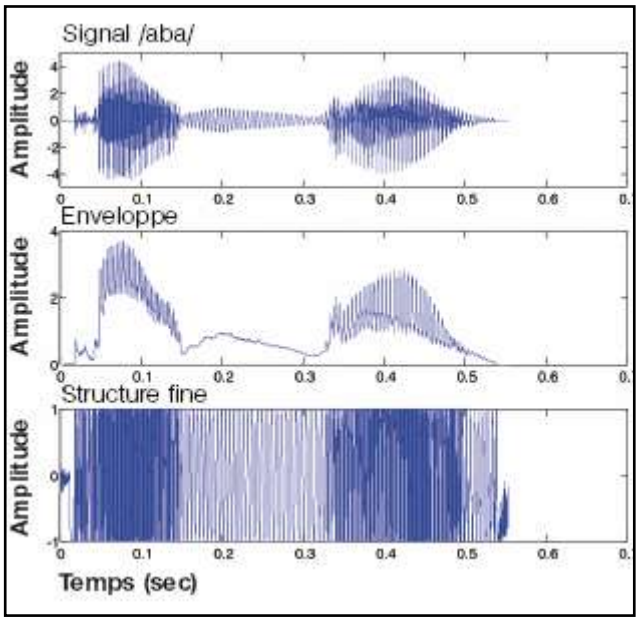


Schéma n°6 : la décomposition du signal avec un vocodeur (Lorenzi, 2006)

3.3. Traitement de la structure fine par un processeur d'implant cochléaire

Le processeur vocal Opus 2 traite la structure fine du signal de la parole. Il est le premier processeur du fabricant autrichien Med-el à le faire. Cependant on ne retrouve pas le codage de la structure fine sur l'ensemble du spectre traité par le processeur. A ce jour, il est difficile de le faire pour des limites techniques, cela demanderait des calculs supplémentaires pour le processeur, qui serait ralenti dans sa vitesse de traitement des informations auditives. Ainsi, sur les douze électrodes que possède le porte-électrode Med-el, cinq peuvent, en théorie, coder la structure fine. En pratique, il est fréquent que la structure fine ne soit codée que par une ou deux électrodes, car le codage est dépendant de la dynamique des réglages. Une faible dynamique est nécessaire pour que les quatre électrodes codent la structure fine, ce qui correspondrait à un premier réglage fait au moment de l'activation. Ce type de réglage n'est pas souvent gardé par les patients car il ne permet pas une bonne compréhension du langage oral. Par la suite, d'autres réglages sont réalisés en augmentant la dynamique, c'est-à-dire l'écart entre les seuils T, seuils maximums sans susciter de réaction, et les seuils C, seuils de confort qui ne doivent pas susciter de gêne due à l'intensité. Ces nouveaux réglages, en augmentant la dynamique, perdent un peu du codage de la structure fine sur certaines électrodes, c'est pourquoi, le plus fréquemment une électrode ou deux codent cette structure fine.

Le fabricant Med-el a choisi de traiter la structure fine sur les cinq premières électrodes de l'implant, soit au niveau des fréquences basses. La répartition fréquentielle de ces électrodes peut varier selon si l'on choisit une répartition logarithmique ou tonotopique des fréquences au niveau des électrodes.

Tableau n°15 : répartition fréquentielle des cinq électrodes codant la structure fine

	répartition fréquentielle (en Hertz, Hz)	
	logarithmique	tonotopique
électrode 1	100-198	100-277
électrode 2	198-325	277-464
électrode 3	325-491	264-669
électrode 4	491-710	669-902
électrode 5	710-999	902-1178

Une répartition fréquentielle logarithmique partage les fréquences traitées par l'implant entre les douze électrodes de manière la plus équitable possible, alors qu'une répartition fréquentielle tonotopique répartit les fréquences entre les douze électrodes en essayant de respecter au mieux la tonotopie de la cochlée (voir **2.2.**3). Les bandes fréquentielles codant les sons, sont plus nombreuses au niveau des fréquences de la parole, que lors d'une répartition fréquentielle logarithmique.

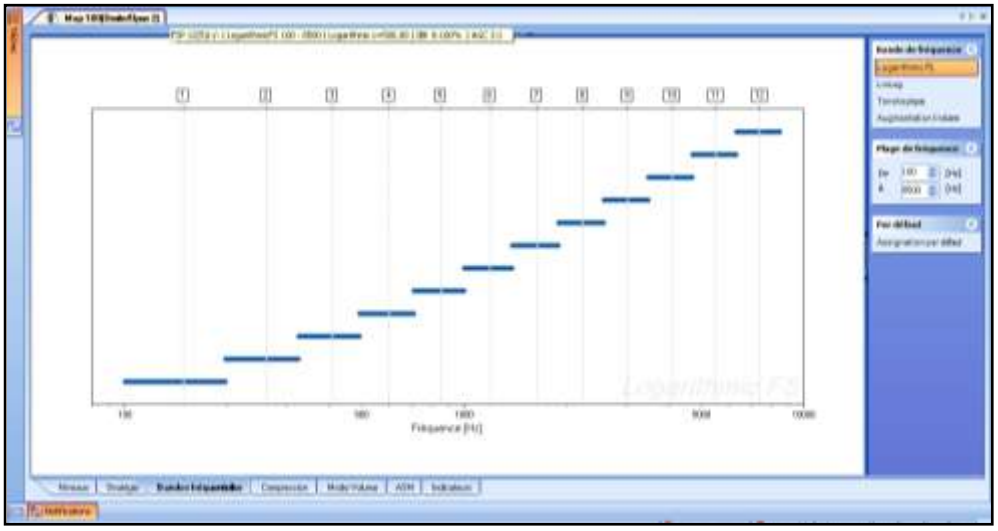


Schéma n°7 : répartition fréquentielle logarithmique (logiciel Maestro de Med-el)

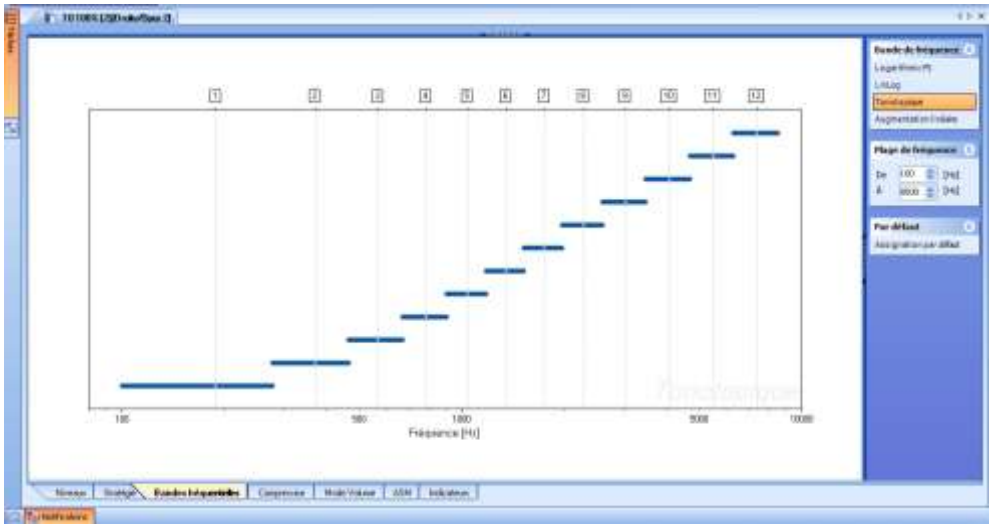


Schéma n°8 : répartition fréquentielle tonotopique (logiciel Maestro de Med-el)

CHAPITRE 2 : PROBLEMATIQUE

Les personnes porteuses d'un implant cochléaire avec une partie interne Pulsar ou Sonata, et avec un processeur Tempo +, antérieur à l'Opus 2, ont pu être rappelées par le centre où elles ont été implantées dans le but de changer leur processeur pour un Opus 2. Ce fût le cas pour de nombreux patients au centre d'implantation cochléaire de Renne.

Le changement entre les processeurs peut demander aux patients de quelques jours à trois mois d'adaptation au nouveau processeur.

Il est intéressant de comparer les capacités de perception des patients avec les différents processeurs. De cette manière, nous comparons leurs résultats aux différents tests de compréhension que l'on fait régulièrement passer : test syllabique avec et sans lecture labiale, répétition de phrases avec et sans lecture labiale. Lorsque nous comparons ces tests réalisés avec leur ancien processeur et ceux réalisés maintenant avec l'Opus2, nous remarquons que les performances sont améliorées avec l'Opus 2 pour la répétition de phrases. Néanmoins les résultats au test syllabique ne se sont pas améliorés de façon significative. D'autre part, ces mêmes patients expliquent que les sons qu'ils perçoivent maintenant, avec le processeur vocal Opus 2, sont plus clairs, plus doux. Ils disent que c'est dorénavant plus facile de comprendre la parole fluide comme dans une conversation, malgré une impression de baisse d'intensité que beaucoup semblent avoir.

En observant ces remarques sur la compréhension et la perception de ces patients implantés, nous pouvons nous demander : quels sont les apports du processeur vocal Opus 2 qui permettent aux personnes qui le portent, de les aider à mieux comprendre et à mieux percevoir ? Lorsque nous remarquons que la parole fluide est parfois mieux perçue que des syllabes isolées, nous pouvons nous poser les questions suivantes : est-ce que la mélodie existante dans la parole et non dans une syllabe isolée, peut permettre d'améliorer la compréhension du discours continu ? Quels sont les apports de la perception de la prosodie pour des patients implantés ? Est-ce que la perception de la prosodie les aide à mieux comprendre ?

Nous avons vu auparavant que le processeur vocal Opus 2 codait la structure fine sur les fréquences basses, en plus de l'enveloppe temporelle, contrairement aux autres processeurs vocaux précédents de Med-el (chap.1.**3.**1.). En quoi le codage de la structure fine permet-il une meilleure compréhension de la parole fluide ? Existe-il un lien entre la structure fine et la prosodie au niveau de la compréhension du langage oral ?

D'autre part, plusieurs patients nous ont fait une remarque intéressante. Il semblerait que les voix féminines sont plus faciles à comprendre que les voix des hommes quel que soit le processeur porté. En effet, ils nous ont fait cette remarque avec l'ancien processeur et avec le processeur Opus 2. Cependant, nous savons que le processeur vocal Opus 2 code les sons sur plus de fréquences basses que les anciens processeurs. D'autre part, il code également la structure fine sur ces mêmes fréquences basses. Cette nouvelle stratégie de codage des sons n'efface-t-elle pas cette différence de perception entre les voix de femmes et les voix d'homme ? Nous comparons la perception des voix de femme et des voix d'homme pour mieux comprendre cette préférence fréquente chez les patients implantés.

CHAPITRE 3 : HYPOTHESES

1. Les apports de la structure fine

1.1. Une meilleure compréhension du discours

Comme citer dans le chapitre précédent, le processeur vocal Opus 2 possède le codage de la structure fine de la parole sur les fréquences basses, mais pas sur les fréquences aiguës. Pourtant les patients qui ont bénéficié du changement de processeurs et qui peuvent ainsi comparer leur perception entre les deux processeurs, affirment qu'il est plus aisé de percevoir et de comprendre la parole. Ils expliquent que les sons de la parole qu'ils perçoivent sont plus doux, plus clairs. Cette impression s'apparente à un besoin moins important de réfléchir à ce qu'ils viennent d'entendre pour comprendre ce qui a été dit.

Nous pensons que le codage de la structure fine de la parole par le processeur permet une meilleure compréhension du discours. Pour cela, nous nous appuyons sur une étude récente menée par Lorenzi (2006) et une autre étude menée en Autriche (Brill, Möltner, Harnisch, Müller, Hagen).

1.1.1. L'étude de Lorenzi

Lorenzi (2006) explique que les patients ayant une perte d'audition importante due à une surdité endocochléaire, perdent la structure fine de la parole. A l'aide d'un vocodeur, il a mis en évidence cette perte de la structure fine pour les personnes ayant une surdité endocochléaire.

Son étude démontre à quel point la structure fine est un élément important dans la perception de la parole. De par la privation de la structure fine, la compréhension de la parole devient plus difficile, surtout dans le bruit. En effet, les patients ne distinguant plus cet élément de la parole, se retrouvent en difficulté lorsqu'ils doivent comprendre un interlocuteur. Cette difficulté est accentuée, amplifiée, lorsque la conversation a lieu dans un milieu avec un bruit de fond quel qu'il soit.

Les personnes sont dans l'obligation de mettre en place des moyens de compensation pour pouvoir entendre et comprendre un discours. De cette manière, elles ne peuvent s'appuyer que sur la perception de l'enveloppe temporelle de la parole pour entendre et comprendre un discours. Cependant, cette stratégie de compensation n'est possible que dans les vallées temporelles de bruit, c'est-à-dire là où le bruit de fond est moins important. Les personnes ayant ce type de surdité n'ont pas de moyens de compensation lorsque le bruit de fond devient trop important. Les informations sonores telles que le discours, sont alors perdues. Les personnes sont obligées de faire répéter leur interlocuteur à un moment où le bruit se réduit, soit pendant les vallées temporelles de bruit.

1.1.2. L'étude de Würzburg

Une étude autrichienne menée par la clinique Universitaire de Würzburg, porte sur les bénéfices apportés par le codage de la structure fine pour les porteurs d'un implant cochléaire. Cette étude a été réalisée avec des patients qui portaient le processeur vocal Tempo + ou l'Opus 1 du fabricant autrichien Med-el. Ce dernier processeur était le prédécesseur de l'Opus 2, il avait déjà une stratégie de codage de la structure fine mais elle n'était pas aussi perfectionnée.

Un test a été mis en place pour les quarante-six patients. Les patients ont porté pendant six mois une stratégie de codage CIS (Continuous Interleaved Sampling, elle permet de stimuler la cochlée à plusieurs endroits de manière simultanée). Pendant ce temps, ils sont venus passé trois fois des tests. Puis, ils ont porté la stratégie de codage FSP (Fine Structure Processing), pendant trois mois. Au terme de ce protocole, les patients reviennent passer les tests. Le matériel de test comprenait une liste de voyelles, une autre de mots monosyllabiques, puis des phrases. Ils ont comparé les performances des patients, à comprendre ces listes dans le bruit. D'autre part, ce test a été renforcé par un questionnaire qu'ils ont remis aux patients.

Les résultats de l'étude concluent que la stratégie de codage FSP est préférée par les patients. En effet, au retour des questionnaires, ils se sont rendus compte que cette stratégie était au moins égale à la stratégie CIS, voire supérieure. D'autre part, les résultats aux tests démontrent que la structure fine permet une meilleure compréhension des voyelles et des mots monosyllabiques. Enfin, ils remarquent que les performances des patients sont encore améliorées après trois mois du port de la stratégie FSP au quotidien.

1.1.3. Notre hypothèse

En nous appuyant sur les résultats de l'étude française de Lorenzi, et celle menée par la clinique universitaire de Würzburg, nous pensons que le codage de la structure fine sur les fréquences basses par le processeur vocal Opus 2, permet une meilleure compréhension de la parole fluide telle qu'un discours.

Les patients qui présentent une surdité endocochléaire, ne perçoivent plus la structure fine de la parole, donc si un implant cochléaire redonne le codage de la structure fine, il est fort possible que ces patients perçoivent mieux la parole fluide.

Le processeur vocal Opus 2 ne code la structure fine que sur les premières électrodes de l'implant cochléaire, c'est-à-dire sur les fréquences basses. Cependant, ce codage peut être suffisant pour permettre aux patients implantés, une meilleure perception et une meilleure compréhension du discours.

1.2. La prosodie

Nous pensons que la structure fine permet une compréhension plus facile et de meilleure qualité, mais nous pouvons nous demander ce qui se trouve dans le codage de la structure fine pour faciliter cette compréhension. Il nous semble que la structure fine permet également de mieux percevoir les mélodies de la parole, les intonations, les accents, les rythmes et les pauses. Et si la structure fine contenait la prosodie de la parole ?

Dans le but de démontrer que la prosodie se trouve dans le codage de la structure fine, nous nous sommes appuyés sur une étude de l'équipe de Würzburg, qui a étudiée la prosodie et les implants cochléaires.

1.2.1. L'étude de Würzburg

Une autre étude a été menée par la clinique universitaire de Würzburg dans la région bavaroise de l'Autriche, sur le lien entre la prosodie et le codage de la structure fine par un processeur d'implant cochléaire. L'étude portait sur les processeurs vocaux Tempo+ et Opus

1 du fabricant autrichien Med-el. Le processeur vocal Opus 1 avait déjà une stratégie de codage de la structure fine comme l'Opus 2 mais elle n'était pas aussi perfectionnée.

Ils ont comparé la compréhension de patients implantés dans trois modalités : avec le Tempo + et la stratégie de codage CIS, avec l'Opus 1 et la stratégie CIS, avec la stratégie de codage FSP. L'étude comportait quarante-cinq patients et les tests étaient réalisés en deux fois (deux visites à trois mois d'intervalle). Le matériel de test pour la prosodie comprenait trente-six phrases enregistrées une voix d'homme. Chaque phrase était prononcée soit comme une phrase affirmative, soit comme une question ou comme une exclamation. Les patients de l'étude devaient dire dans quelle catégorie (affirmation, question, exclamation), ils rangeaient chaque phrase entendue. Le test était réalisé avec les deux processeurs et les deux modalités de codage vu précédemment.

Les résultats de l'étude concluent que le codage de la structure fine permet de mieux percevoir la prosodie. Ils arrivent à une différence significative entre la stratégie de codage de la structure fine (FSP) par l'Opus 1 et une stratégie de codage sans la structure fine (CIS) avec l'Opus 1 et le Tempo +. Cependant cette différence est significative que pour les tests passés après trois mois, elle ne l'est pas pour les premiers tests. Ils expliquent alors, que les patients ont besoin d'un temps d'adaptation pour pouvoir utiliser le codage de la structure fine pour comprendre.

1.2.2. Notre hypothèse

Pour toute personne dite normo-entendante, la prosodie a un rôle majeur dans la compréhension d'un message oral (chap.1.**I.**). Elle donne des informations complémentaires sur le message et sur l'interlocuteur (ses humeurs, ses émotions …). Une personne normo-entendante perçoit la prosodie de manière inconsciente, du moins sans y prêter attention. Cependant lorsque la prosodie ne coïncide pas avec le reste du message, la personne s'en rend compte, se sent interpelée d'une manière ou d'une autre.

L'étude autrichienne réalisée à l'aide de la technologie disponible du processeur vocal Opus 1, a conclue à un effet significatif du codage de la structure fine sur la compréhension de la prosodie après un délai de trois mois d'adaptation à cette stratégie de codage. Nous pouvons penser qu'avec les nouvelles technologies de codage du processeur vocal Opus 2, la

prosodie soit comprise plus facilement. Le codage de la structure fine apporterait ainsi aux patients implantés la prosodie avec toutes ses informations complémentaires au message oral.

2. Une préférence pour les voix de femmes

Des patients nous ont rapporté qu'ils avaient une préférence pour les voix de femmes. En effet, selon eux, leurs voix sont plus faciles à comprendre que celles des hommes. Certains disent que ce phénomène est récent et qu'il coïncide avec le changement de processeur. Cependant, d'autres expliquent qu'ils observent cela depuis toujours quel que soit le processeur vocal utilisé.

Les voix de femmes se situent sur des fréquences hautes. Les voix d'hommes se situent plus au niveau des fréquences basses. Cette différence de hauteur entre les deux types de voix peut expliquer la préférence des patients implantés pour l'une d'entre elles. Les fréquences hautes sont perçues comme plus claires, plus distinctes par rapport aux fréquences basses. Ce phénomène peut également s'appliquer aux voix ce qui expliquerait pourquoi les patients ont une préférence pour les voix de femme. Le processeur vocal Opus 2 code les sons sur plus de fréquences basses, que les anciens processeurs. Mais, nous pensons que les voix féminines restent plus évidentes pour les personnes implantées même avec cette nouvelle stratégie de codage des sons graves.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Notre étude sur les apports du double codage de la structure fine et de l'enveloppe temporelle a été réalisée lors des suivis, médical, paramédical et psychologique d'adultes implantés au sein du Centre d'Implantation Cochléaire du Centre Hospitalier Universitaire Pontchaillou de Rennes. La passation du protocole de notre étude s'est déroulée de février à mi-avril.

L'objectif principal de notre étude est de savoir si le codage de la structure fine est préféré par les patients pour comprendre la prosodie de la langue. Nous nous sommes intéressés aux intonations simples de la langue française et à la compréhension des émotions à travers un questionnaire.

L'objectif secondaire est de montrer si le codage de la structure fine permet aux patients implantés de mieux comprendre et de comprendre plus facilement la parole fluide à travers un test objectif. La structure fine doit leur permettre de saisir ce qui est dit en ayant moins besoin de la suppléance mentale. Cette dernière intervient chez une personne lorsqu'elle n'a pas compris un élément du discours et qu'elle le recherche en s'appuyant sur les inférences données par le reste du discours. Si la structure fine permet un codage plus fin, les patients devraient mieux comprendre et donc moins à avoir rechercher les éléments perdus du discours de l'autre.

Nous cherchons par l'élaboration d'un test objectif et d'un questionnaire, à voir s'il existe une corrélation des résultats entre ces deux matériels.

1. La population étudiée

1.1. Les critères d'inclusion

La population, sur laquelle porte l'étude, fut la plus large possible. Une population d'adultes a été privilégiée par rapport à une population d'enfants car les adultes arrivent plus facilement à analyser l'audition qu'ils ont et à exprimer leurs préférences entre différents réglages de leur implant, que les enfants. La cohorte étudiée comporte vingt-huit adultes. Suite à des problèmes techniques lors de la passation du test, telle que la levée précoce du double aveugle ; nous avons choisi d'exclure de l'étude trois patients car la passation ne respectait plus le protocole de l'étude.

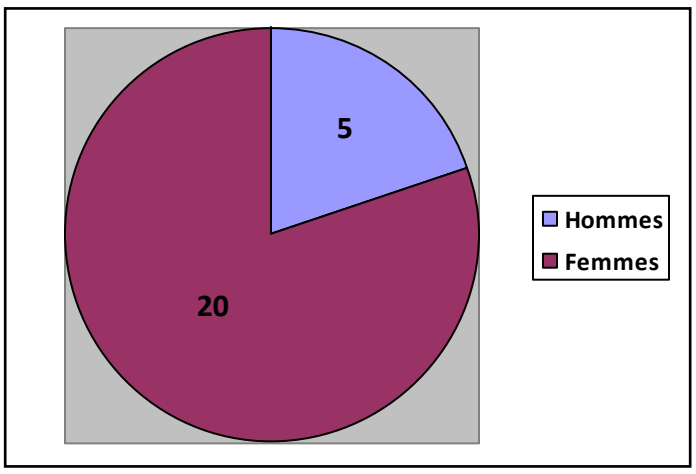
Pour notre étude, nous avons besoin de personnes comprenant et s'exprimant à l'aide du langage oral. Les patients doivent maîtriser ce langage. Lors de la passation du test, une participation orale est demandée aux patients : ils doivent répéter des phrases.

Les patients choisis pour notre étude, ont tous été implantés au centre d'implantation cochléaire de Rennes et portent le processeur vocal Opus 2. Les adultes ont ce processeur depuis un mois au minimum. En effet, un délai plus court représente souvent la phase d'adaptation des patients à ce nouveau processeur.

1.2. Le sexe

La population étudiée compte vingt femmes et cinq hommes sur les vingt-cinq patients.

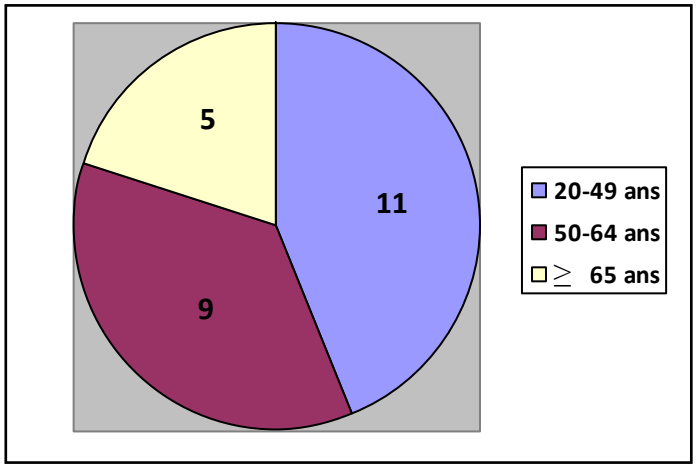
Tableau n° 16 : répartition de la population selon le sexe



1.3. L'âge

Les patients participant à notre étude sont âgés de 22 à 68 ans. Nous avons choisi des les répartir en trois tranches d'âges : de 20 à 49 ans, de 50 à 64 ans et 65 ans et plus.

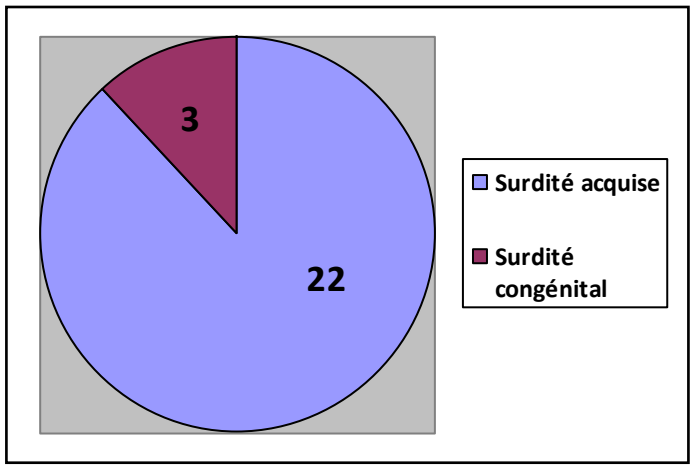
Tableau n°17 : répartition de la population par tranches d'âge



1.4. L'étiologie

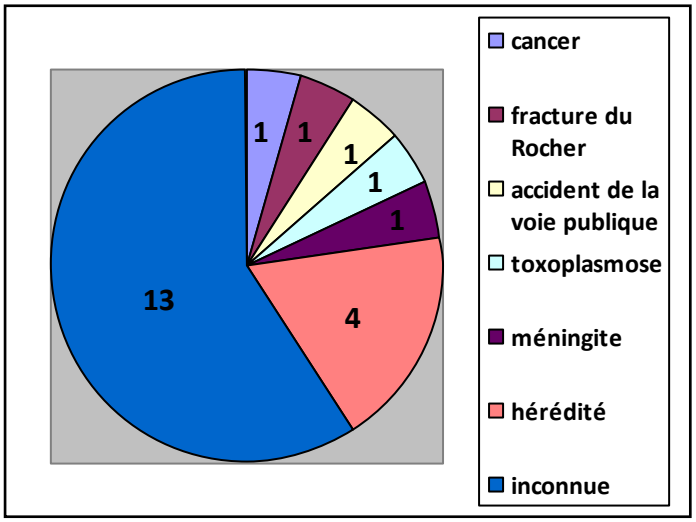
Vingt-deux patients présentent une surdité acquise, alors que trois des patients ont une surdité congénitale.

Tableau n°18 : répartition de la population selon le type de surdité



Parmi les surdités acquises, seulement cinq patients connaissent la cause de leur perte d'audition : cancer, fracture du Rocher, accident de la voie publique (AVP), toxoplasmose et méningite. Pour les dix-sept autres patients ayant une surdité acquise, l'étiologie est inconnue. Quatre patients présentent une surdité à caractère héréditaire : d'autres cas de surdité acquise se retrouvent dans leur entourage (grands-parents, parents, fratrie) cependant ce caractère héréditaire n'a pas encore été objectivé au niveau génétique.

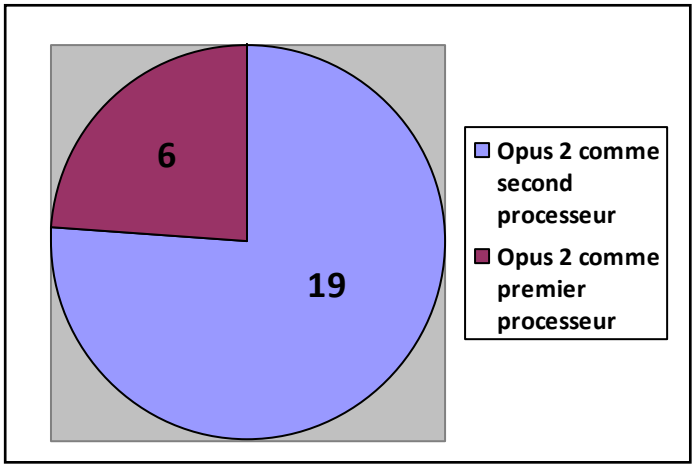
Tableau n°19 : répartition de la population selon le type de surdité acquise



1.5. L'expérience avec l'Opus 2

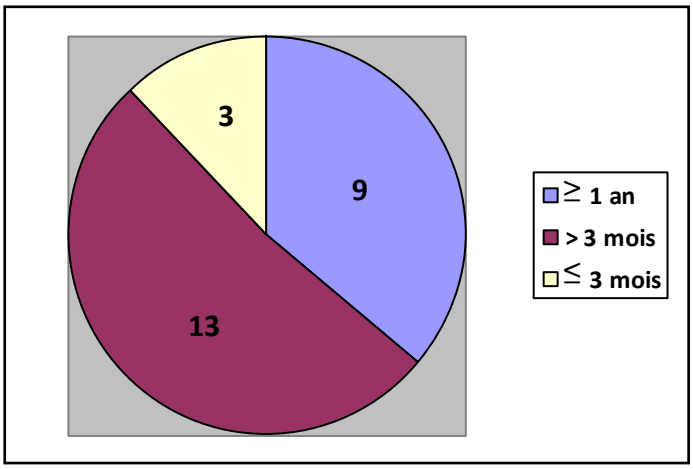
Dix-neuf patients le portent comme second processeur, ils ont porté précédemment le processeur appelé Tempo +. Et six patients portent l'Opus 2 comme tout premier processeur depuis leur implantation. Le passage du processeur vocal Tempo + à l'Opus 2, demande en moyenne entre quinze jours et trois mois d'adaptation selon les patients.

Tableau n°20 : répartition de la population selon le passage à l'Opus 2



Les patients portent l'Opus 2 depuis des périodes différentes. Neuf patients le portent depuis un an et plus, treize le portent depuis plus de trois mois. Trois patients portent l'Opus 2 depuis moins de trois mois, 3 patients le portent depuis trois mois ou depuis moins de trois mois.

Tableau n°21 : répartition de la population selon l'expérience de l'Opus 2



2. Le matériel

2.1. Les textes

Les textes qui ont été utilisés pour le test ont été choisis parmi les textes du TesTrax (Plant). Il s'agit d'une épreuve orthophonique évaluant les capacités des patients implantés à comprendre des phrases et à les répéter. Cette épreuve peut être réalisée selon différentes modalités : avec et sans lecture labiale, avec et sans production vocale. Le TesTrax a été élaboré à partir d'un test semblable, le Speech Tracking (De Filippo and Scott, 1978). Le TesTrax comprend huit histoires courtes, dont les phrases comptent au maximum treize mots.

Les textes du TesTrax sont conçus proposition par proposition. Au début de chaque ligne, le nombre de mots contenus dans la phrase ou proposition est indiqué. A la fin de chaque phrase, le nombre de mots cumulés depuis le début de l'histoire est visible.

Tableau n°22 : exemple de texte du TesTrax

8 “Je viens de parler à votre Tante Marie	40
4 au téléphone,” dit-elle.	44
4 “Et elle veut savoir	48
9 si vous aimeriez passer le weekend prochain chez elle.”	57
9 “Je ne veux pas y aller,” a dit Jean.	66
12 “J’aime bien Tante Marie, mais c’est trop ennuyeux de rester chez elle.	78

On a décidé de prendre quatre textes différents pour éviter que les patients à qui nous ferons passer ce test, ne s’aident de la mémorisation pour répéter les phrases.
Nous avons choisi : « Les dangers de la vie à la ferme »
« Les chiens ne font pas des chats »
« La coupe de cheveux »
« Roméo et Juliette »

2.1.1. Le principe de LIM

La passation du TesTrax s’appuie sur le principe de LIM (lecture indirecte minutée). L’orthophoniste présente une phrase, puis le patient doit répéter ce qu’il a entendu. L’orthophoniste présente chaque phrase plusieurs fois, tant que le patient n’arrive pas à la répéter dans son intégralité. Puis il passe à la phrase suivante.

2.1.2. Les outils de mesure

L’épreuve du TesTrax permet de mesurer plusieurs paramètres : le nombre de mots identifiés par minute, le nombre de mots présentés par minute et le pourcentage de mots identifiés par rapport au nombre de mots présentés. Nous verrons par la suite comme calculer ces trois mesures.

2.1.2.1. Notation

Lors de la passation du test, l'examinateur note au fur et à mesure, le nombre de mots que le patient peut répéter correctement par phrase.

Des fiches de notations sont prévues avec l'épreuve du TesTrax. Nous nous sommes inspirés de celles-ci pour réaliser les fiches de notations que nous utilisons. Nous avons élargi les cases pour noter le nombre de mots répétés mais aussi des observations telles que confusion de mots basées sur une confusion entre deux sons proches : « *grimpé au lierre* » compris « *grimpé hier* ». Les erreurs de répétition sont dues également à la suppléance mentale. Les patients ont compris le sens global de la phrase et disent un mot synonyme du mot cible : le mot « *cool* » a été compris par des patients comme « *court* ».

2.1.2.2. Cotation

2.1.2.2.1. La vitesse de LIM

La vitesse de LIM (lecture indirecte minutée) est aussi appelé Tracking Rate. Cette mesure se note mipm : mots identifiés par minute. Il représente le nombre de mots que le patient a pu identifier et répéter correctement en une minute. Le nombre de mots correctement répétés est divisé par le temps en minutes, c'est-à-dire par cinq. Ce quotient est calculé pour chaque texte.

$$\text{mipm} = \frac{\text{nombre de mots identifiés}}{\text{5 minutes}}$$

Un score élevé de mots identifiés par minute montre une aisance au niveau de la compréhension des phrases présentées à l'oral. Au contraire, lorsque ce score est faible, le patient a des difficultés à comprendre les phrases à l'oral.

2.1.2.2.2. Le taux de présentation

Le taux de présentation s'applique au nombre de mots présentés au patient et divisé par les cinq minutes que dure le test. C'est pourquoi, il se nomme mots présentés par minute (mppm). Ce taux est également calculé pour les quatre textes.

$$\text{mppm} = \frac{\text{nombre de mots présentés}}{\text{5 minutes}}$$

Lorsque le patient obtient un score élevé au niveau des mots présentés par minute, il répète rapidement ce qu'il a perçu (que ce soit la phrase exacte ou non). Un score faible à cet outil de mesure montre que le patient a besoin de temps pour répéter les phrases qui lui sont présentées, soit parce qu'il prend son temps pour répondre, soit parce qu'il recherche les mots qu'il ne pas compris en s'appuyant sur le contexte de l'histoire (ce qui n'est pas toujours possible dans les textes choisis).

2.1.2.2.3. Le pourcentage d'identification

Nous calculons le pourcentage de mots que le patient a pu identifier et répéter par rapport au nombre de mots qui lui ont été présentés. Nous le calculons aussi pour les quatre textes.

$$\text{pourcentage d'identification} = \frac{\text{nombre de mots identifiés} \times 100}{\text{nombre de mots présentés}}$$

Ce pourcentage met en évidence les erreurs de répétitions que le patient peut faire lors du test. Si le pourcentage d'identification est élevé, le patient commet peu d'erreurs en répétition.

2.2. Les enregistrements audiovisuels

A partir des quatre textes choisis parmi ceux du TesTrax, nous avons réalisé quatre enregistrements audiovisuels. Nous avons choisi un enregistrement audiovisuel dans le but de

donner un critère objectif à notre étude. L'enregistrement permet de présenter toujours le même test aux patients avec le même débit moyen, la même co-articulation, la même durée. Comme le matériel utilisé est le même pour tous les patients, nous pouvons comparer leurs résultats.

Les textes « Les dangers de la vie à la ferme » et « Les chiens de ne font pas des chats », ont été faits avec une voix d'homme. Les textes « La coupe de cheveux » et « Roméo et Juliette », ont été réalisés à l'aide d'une voix de femme. Les quatre enregistrements ont été conçus avec la lecture labiale. Nous avons utilisé un certain cadrage qui permet d'avoir un plan poitrine. Sur les enregistrements, nous pouvons voir le visage et le haut du torse de la personne filmée. Ce plan permet de garder une qualité de l'image au niveau du visage qui véhicule beaucoup d'informations visuelles pour la lecture labiale, entre autres. Nous avons choisi de conserver la lecture labiale pour ce test, dans le but de ne pas mettre en difficultés les personnes sourdes et implantées qui utilisent quotidiennement cette lecture pour venir compléter leur audition lorsqu'elles sont en situation de compréhension du langage oral.

Lors de la réalisation de ces quatre enregistrements audiovisuels, nous avons fait attention à plusieurs modalités entrant dans les caractéristiques de la parole. Nous voulons conserver deux critères de la parole spontanée, afin de se rapprocher au plus près d'un discours naturel : le débit moyen et la co-articulation.

Selon une étude de Jensema (1996), le débit moyen observé dans les émissions télévisées anglophones, est de 141 mots par minutes, avec des variations du débit allant de 74 à 231 mots par minute. Nous avons recours à un débit de parole plus lent, afin de ne pas mettre en difficultés les patients sur la totalité du test. Nous nous sommes orientés vers les variations basses du débit de l'étude vue ci-dessus. Sur les quatre enregistrements, nous obtenons une moyenne de 77,5 mots par minute. Sur les deux textes énoncés par la voix de femme : « La coupe de cheveux « et « Roméo et Juliette », le débit moyen est de 80,25 mots par minute. Pour la voix d'homme, le débit moyen est de 74,75 mots par minute sur les textes « Les dangers de la vie à la ferme » et « Les chiens ne font pas des chats ».

Nous avons voulu garder la co-articulation existante en français, malgré le ralentissement du débit de la parole. Selon Boothroyd (1986), la co-articulation est un phénomène rencontré dans l'enchaînement normal des phonèmes dans un mot ou dans une phrase. Les phonèmes agissent les uns sur les autres et influent sur leur prononciation. Un

phonème se prononce différemment selon ses voisins, de cette manière un /v/ est différent dans [va] et dans *von* [vɔ̃]. Il est fréquent que certains phonèmes se transforment par anticipation ou par persévération par rapport à un autre dans un mot. Les liaisons entre les mots font aussi parties de la co-articulation : *les oiseaux* [lɛ zwazo].

2.3. Les réglages

Pour faire passer le test aux patients, ils doivent rencontrer au préalable le régleur qui les suit depuis l'implantation. Il faut que le processeur vocal Opus 2 soit réglé avec plusieurs réglages différents que nous comparons par la suite. Les patients vont avoir trois programmes sur leur implant. Le programme numéro un est leur programme habituel qu'ils portent et qu'ils porteront tous les jours. Les programmes numéro deux et numéro trois sont les deux programmes à tester. Un de ces programmes est identique à leur programme habituel, le numéro un. Il inclue la stratégie de codage de la structure fine (FSP), comme le permet le processeur vocal Opus 2. L'autre programme expérimental ne code pas cette structure fine, la stratégie de codage est appelé HDCIS (High Definition Continuous Interleaved Sampling). Cette stratégie est la même que celle que présentait le Tempo + (CIS) mais avec plus de précisions. C'est la seule différence qui existe entre ces deux programmes expérimentaux.

Deux régleurs sont en charge de réaliser ces programmes. Ils utilisent le logiciel Maestro fourni par Med-el pour régler les processeurs Opus 2. Ils branchent le processeur du patient et réalisent une vérification des seuils T et C. Ils vérifient également que la structure fine est bien codée sur au moins, la première électrode.

Pour obtenir le réglage HDCIS, la manipulation mise en place pour réaliser les programmes à tester est commune aux deux régleurs. Ils passent le processeur en mode HDCIS qui est l'ancienne stratégie de codage du processeur Opus 2. La bande passante des fréquences se situe entre 100 Hz et 8500 Hz pour la stratégie de codage FSP. Par défaut, la bande passante est définie de 250 à 8500 Hz, lorsque le processeur est sur une stratégie HDCIS. Les régleurs modifient la bande passante HDCIS en l'abaissant jusqu'à 100 Hz pour obtenir la même qu'en FSP. Cette manipulation permet de pouvoir comparer les programmes sur la seule différence des stratégies de codage : FSP/HDCIS.

2.4. Le questionnaire

Pour réaliser ce questionnaire, nous nous sommes basés sur deux questionnaires déjà existant : le Formulaire A du Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB) et celui utilisé par Hesse (2002) qui a mené une étude pour les réglages des implants, son questionnaire était lui-même une adaptation du APHAB.

Le questionnaire se doit de ne pas être trop long et d'être simple à remplir et précis. Les patients doivent pouvoir le remplir facilement sans que cela ne leur pose des difficultés. Ils testent les programmes numéro deux et trois, dans les situations expliquées. Les patients notent quel programme leur semble le plus satisfaisant ou si les programmes leur procurent sensation d'écoute identique. Les patients doivent retourner le questionnaire au bout d'une quinzaine de jours après l'avoir rempli, à l'aide de l'enveloppe pré-timbré que nous leur donnons.

Le questionnaire se compose de quatre parties principales :

- A. Compréhension en milieu calme.
- B. Compréhension avec un bruit de fond.
- C. Compréhension des émotions.
- D. Comparaison avec le programme habituel.

Les parties A et B du questionnaire sont construites sous la même forme. Elles contiennent respectivement quatre questions sur la compréhension des intonations simples : l'interrogation totale, l'injonction, l'exclamation et l'affirmation. Les questions sont accompagnées d'exemples pour faciliter les réponses.

La partie C du questionnaire porte sur la compréhension des émotions. Les deux premières questions sont posées dans le but de connaître les émotions comprises avec chacun des programmes à tester. Deux autres questions ciblent le degré de compréhension des émotions avec chaque programme : *vous comprenez les émotions : jamais / presque jamais / parfois / presque toujours / toujours*.

La partie D du questionnaire porte sur la comparaison des deux programmes testés avec le programme habituel (n°1) des patients. Ils expriment leurs préférences entre leur programme habituel et chaque programme testé.

Il existe également une partie E dans le questionnaire où les patients peuvent faire part de leurs remarques par rapport aux programmes et à leurs utilisations.

3. Passation de protocole

3.1. Le double aveugle

Le test se déroule en double aveugle. Le patient ne sait pas exactement à quoi correspondent les deux nouveaux programmes expérimentaux et en quoi consiste l'étude. Les objectifs de l'étude ne leur sont pas donnés dans le but de ne pas influencer leurs réponses. Nous leur expliquons qu'il s'agit d'une étude et que les programmes serviront également à affiner les réglages.

D'autre part, l'examinateur qui fait passer le test aux différents patients est également en aveugle. Il ne sait pas à quoi correspondent les deux programmes à tester. Le régleur d'implant ne l'informe pas sur les caractéristiques des programmes. Ainsi, ne sachant pas quel est le programme qui a le codage de la structure fine, l'examinateur ne peut pas venir influencer les réponses des patients lors de la passation du protocole.

3.2. Le lieu et la durée

Le test doit se dérouler dans un milieu calme, c'est pourquoi nous avons choisi de le faire passer en cabine audiométrique. Nous évitons un bruit de fond trop important qui pourrait déranger les patients. Une des difficultés majeures des patients implantés est la compréhension du langage oral dans un milieu avec un bruit de fond. La compréhension dans un milieu bruyant n'étant pas l'objet de notre étude, nous avons donc choisi ces cabines insonorisées qui permettent d'éviter un bruit de fond et ainsi nous ne mettons pas les patients face à une difficulté supplémentaire.

Les enregistrements audiovisuels sont passés sur un ordinateur portable ayant un écran de 15,4 pouces de diagonale. Le patient s'assoit face à l'écran à un mètre de distance. Le son

passe par deux haut-parleurs Advance d'une puissance de 10 watt chacun, placés de chaque côté de l'ordinateur au niveau de l'écran. Ils se trouvent également à un mètre du patient. Les haut-parleurs étaient réglés pour émettre les enregistrements à 60 dB en moyenne au dessus du bruit de fond.

Le test comprend les quatre enregistrements vus précédemment. Le protocole de passation dure trente minutes dont vingt minutes de passation du test. La passation de l'enregistrement est limitée à cinq minutes. Ce temps comprend le temps de l'enregistrement audiovisuel et les pauses effectuées pour que les patients répètent ce qu'ils ont perçu.

3.3. Le déroulement

Le protocole commence par les réglages du processeur Opus 2 par le régleur. La personne qui fait passer le test, est déjà présente avec le régleur pour expliquer au patient pourquoi le régleur lui ajoute deux nouveaux programmes, en plus de son programme habituel, et en quoi consiste le test qu'il va passer après. Une fois les programmes installés sur le processeur du patient, ils passent avec l'examinateur dans la cabine audiométrique.

Avant de commencer le test, nous expliquons au patient en quoi consiste le test. Nous comparons leur compréhension du langage oral avec les deux nouveaux programmes. Nous lui présentons les quatre textes comme les aventures de deux frères dont l'un s'appelle Jean.

Le test comprend deux enregistrements audiovisuels avec une voix d'homme et deux enregistrements avec une voix de femme. La compréhension du patient est testée sur le programme numéro deux. Nous utilisons l'enregistrement avec la voix d'homme : « Les dangers de la vie à la ferme », puis l'enregistrement avec la voix de femme : « La coupe de cheveux ». Nous passons au programme numéro trois, et nous prenons l'enregistrement «Les chiens ne font pas des chats » pour la voix masculine et « Roméo et Juliette » pour la voix féminine. Nous alternons les voix d'homme et de femme pour éviter que le patient puisse faire une comparaison directe entre les deux programmes de tests sur chaque voix.

Pour chacun des quatre enregistrements audiovisuels, nous opérons de la même façon. Nous mettons un chronomètre en route en même temps que la vidéo. Puis, à la fin de chaque phrase, nous mettons l'enregistrement sur pause pour que le patient puisse nous répéter ce

qu'il a perçu et nous notons le nombre de mots qui ont été identifiés et répétés correctement. Si le patient n'a pas compris une partie ou la totalité d'une phrase, et comme il ne peut entendre qu'une seule fois chaque phrase, nous lui montrons le texte écrit, au fur et à mesure qu'il avance dans l'histoire. Le patient n'est pas mis en difficulté pour comprendre la suite de l'histoire.

Après cinq minutes, nous arrêtons la lecture de l'enregistrement. Et après quelques minutes de pause, pour éviter que le patient ne se fatigue, nous pouvons passer à un autre enregistrement.

Un questionnaire est distribué aux patients à la fin de la passation du test. Un des objectifs de ce questionnaire est de voir quel programme le patient préfère au quotidien avec ou sans la stratégie FSP. Le patient testera lui-même les deux nouveaux programmes, chez lui dans différentes situations. Nous lui expliquons comment le remplir. Chez lui, le patient testera les deux programmes dans les différentes situations : en milieu calme, en milieu bruyant. Il cherchera à voir quel programme est le plus agréable et le plus pratique pour comprendre les intonations et les émotions de son interlocuteur. Nous lui expliquons que pour les questions des parties A et B, et pour les questions 3-4 et 5, il ne coche qu'une seule réponse. Pour les autres questions, plusieurs réponses sont possibles. Le patient peut nous renvoyer le questionnaire, après une quinzaine de jours de test à l'aide de l'enveloppe timbrée que nous lui fournissons.

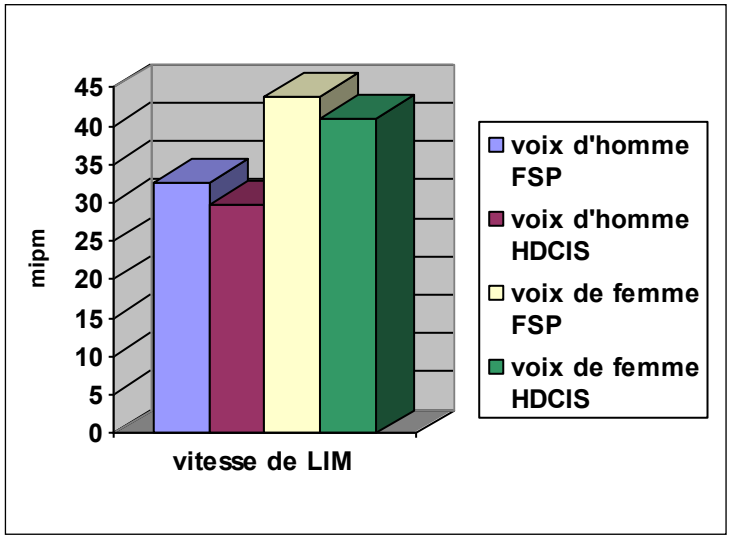
CHAPITRE 5 : ANALYSES DES RESULTATS

1. Calcul statistique utilisé

Suite à la passation du protocole de notre étude, plusieurs types de résultats sont apparus. Pour le test, nous avons recensé les scores des patients à la vitesse de LIM, au taux de présentation et au pourcentage d'identification.

En regardant les moyennes des scores obtenus par les patients à la vitesse de LIM, nous remarquons que les scores sont supérieurs avec la stratégie FSP que ceux réalisés avec la stratégie HDCIS. Ce constat s'applique à la voix de l'homme comme à celle de la femme. Nous observons également que les scores avec la voix de femme, quelle que soit la stratégie de codage, sont supérieurs que ceux avec la voix d'homme.

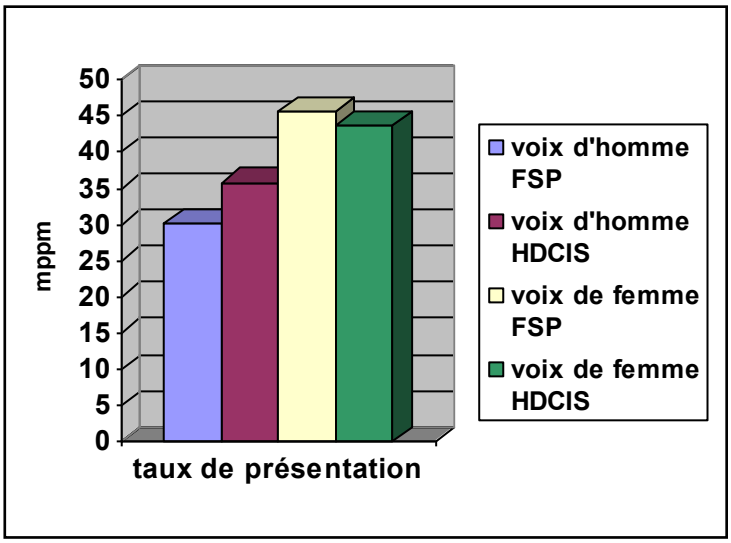
Tableau n°23 : moyenne des scores en vitesse de LIM



En observant les scores des patients au taux de présentation, nous discernons une différence entre la voix de femme et celle d'homme. Avec la voix de femme, la stratégie FSP permet d'obtenir en moyenne, des scores supérieurs que la stratégie HDCIS. A l'opposé, la stratégie FSP ne permet pas de meilleurs scores avec la voix d'homme. Les scores supérieurs

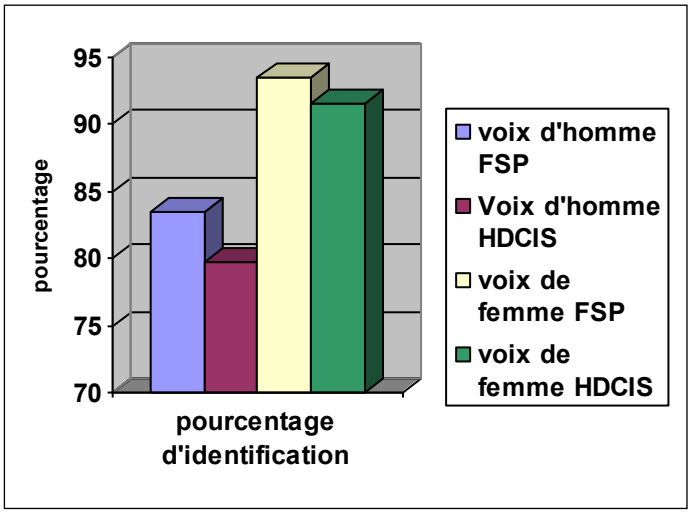
sont donnés par la stratégie HDCIS. Si nous comparons les scores obtenus entre la voix de femme et la voix d'homme, nous remarquons que celle de la femme permet d'obtention de scores supérieurs par rapport à la voix d'homme.

Tableau n°24 : moyenne de scores au taux de présentation (en mppm)



Suite à l'observation des scores moyens en pourcentage de mots identifiés, nous remarquons que quelle que soit la voix utilisée pour le test, les scores sont supérieurs avec la stratégie de codage FSP. Nous observons également que l'utilisation de la voix de femme permet d'obtenir des scores moyens plus élevés que l'utilisation de la voix d'homme, quelle que soit la stratégie de codage en place.

Tableau n°25 : moyenne des scores au pourcentage d'identification



Nous utilisons un test statistique apparié non paramétrique utilisés par les statisticiens, pour objectiver les observations que nous avons exposées précédemment. Les échantillons étudiés ici, sont dépendants car il s'agit de comparer deux réponses d'un même sujet, c'est pourquoi, nous choisissons un test apparié. Lorsque les échantillons ne sont pas supérieurs à trente sujets, nous utilisons un test non paramétrique : STUDENT. Avec des échantillons supérieurs ou égaux à trente sujets, nous utilisons un test paramétrique : la loi Normale. Pour tous les tests réalisés, nous choisissons un risque d'erreur $\propto = 0,01$ soit de 1%, qui représente le risque de conclure à un effet supérieur alors qu'il ne l'est pas. Pour le calcul statistique, nous utilisons deux hypothèses : H0 et H1.

Nous comparons les moyennes des scores de chaque échantillon. Nous calculons la différence qui existe entre les réponses de chaque patient d'un texte à un autre. Nous avons obtenu une série nommée : di.

xi : score de l'échantillon 1
yi : score de l'échantillon 2 soit : di = xi – yi

Nous calculons la moyenne des différences obtenues comme nous venons de la voir. La moyenne sera notée : □D.

□D = Σ di / n avec n = le nombre de sujets

Nous calculons l'écart-type de la moyenne. Nous le notons : s(□D).

$s^2(d) = 1/(n-1) \times [\Sigma di^2 - (\Sigma di)^2/n]$

$s^2(□D) = s^2(d) / n$

$s(□D) = s^2(□D) / \sqrt{n}$

Nous calculons le t expérimental, noté : |t exp|.

|t exp| = □D / s(□D)

Nous consultons la table de STUDENT ou la loi Normale selon le nombre de sujets dans l'échantillon. Nous avons vu précédemment que nous choisissons un risque $\propto = 0,01$. Cependant, notre test statistique est unilatéral donc, pour nous référer à la table de STUDENT qui est bilatérale, nous devons multiplier ce risque par deux, soit : $\propto = 0,02$.

Pour des échantillons inférieurs à trente sujets, nous mettons en relation le risque $\propto$ et le degré de liberté noté : ddl, dans la table de STUDENT.

t table STUDENT [$\propto$; (n-1) ddl] soit (0,02 ; 24ddl) = 2,492

Pour des échantillons supérieurs ou égaux à trente sujets, nous nous référons à la loi Normale qui est égale à 2,33 pour un risque $\propto$ de 1% et pour un test unilatérale.

Nous pouvons alors comparer le t expérimental et le t table (STUDENT ou loi Normale) pour savoir à quelle hypothèse, nous pouvons conclure.

- Si | t exp | $\geq$ t table, alors H1
- Si | t exp | < t table, alors H0

Nos calculs statistiques ont été vérifiés par une statisticienne. Elle part d'une analyse des variances avec mesures répétées (ANOVA RM) ; deux facteurs : la voix (homme versus femme) ; la stratégie (FSP versus CIS). N=25. Elle utilise un logiciel de statistique StatView, Model Général Linéaire (GLM).

2. Comparaison du codage FSP et du codage HDCIS

Dans le but d'analyser les données recueillies lors des tests en cabine audiométrique, nous allons observer plus précisément les scores moyens que les patients ont obtenus pour chaque texte. Nous comparerons ces moyennes afin de voir s'il existe une différence significative entre le programme qui code la structure fine : FSP et celui qui ne la code pas : HDCIS.

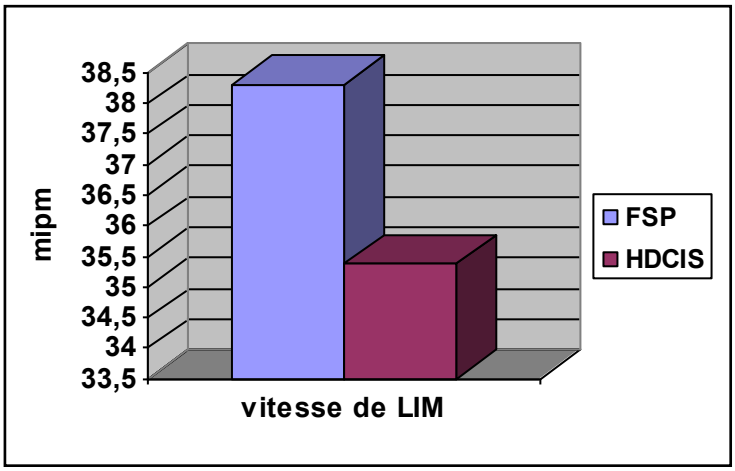
Pour le calcul statistique, nous utilisons deux hypothèses : H0 correspondant à des effets égaux entre les stratégies de codage FSP et HDCIS, et H1 correspondant à un effet supérieur de la stratégie FSP. Nous cherchons à vérifier si le codage de la structure (FSP) permet d'améliorer la compréhension du langage oral par rapport à un programme où elle n'est pas codée.

H0 : le codage FSP et le codage HDCIS ont le même effet.
H1 : le codage FSP a un effet supérieur.

2.1. La vitesse de LIM

Pour ce quotient, nous comparons les scores pour le nombre de mots répétés correctement en cinq minutes, avec le codage de la structure fine (FSP) et sans. Nous réalisons des analyses selon l'âge, l'expérience avec l'Opus 2 et le sexe des patients.

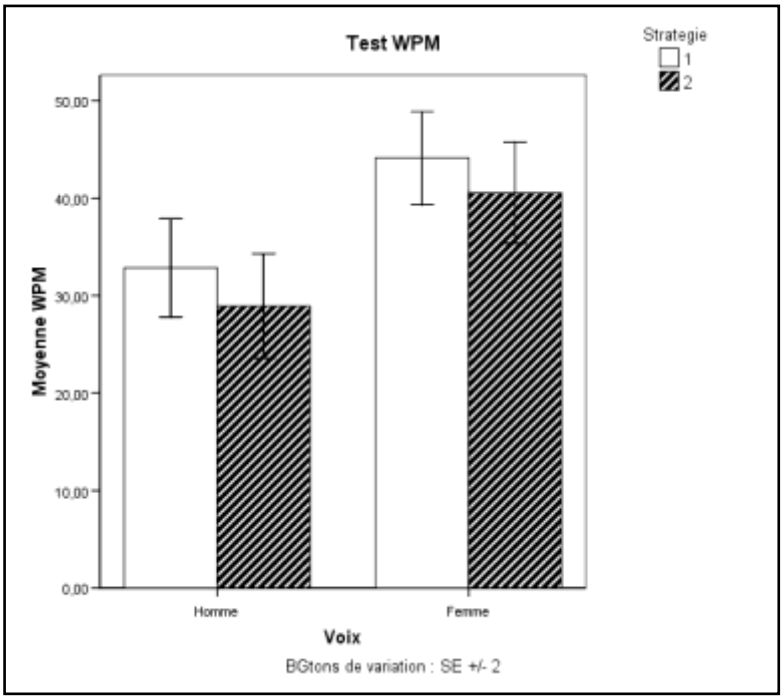
Tableau n°26 : moyenne des scores en vitesse de LIM



De manière globale, il existe une différence significative entre les scores en stratégie FSP et les scores en stratégie HDCIS, pour la vitesse de LIM. Les patients ont de meilleures performances en FSP par rapport au HDCIS. Le t expérimental est de 9,4077, nous pouvons conclure à H1.

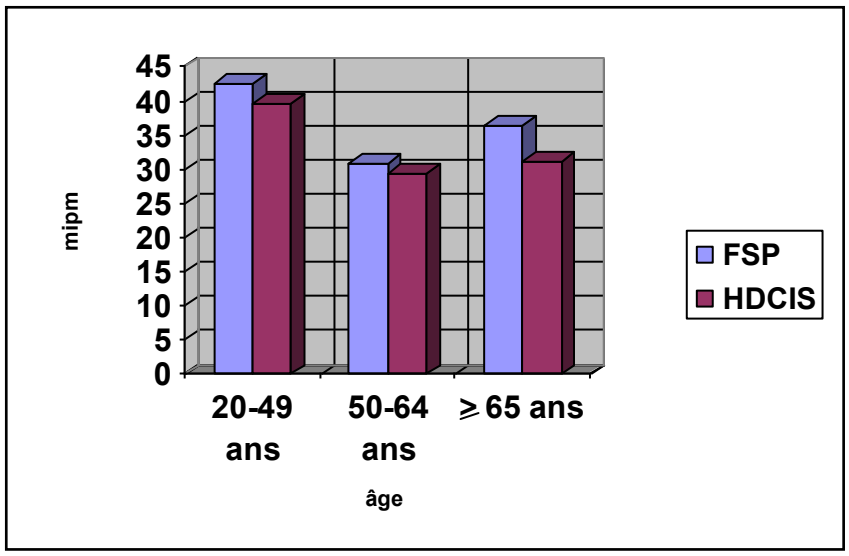
Avec le logiciel StatView, la statisticienne arrive également un effet significatif du facteur stratégie. La stratégie n°1 correspond à la stratégie FSP, et la n°2 à la stratégie HDCIS. Le test wpm est une notation différente de la vitesse de LIM.

Tableau n°27 : moyenne des scores à la vitesse de LIM par StatView



2.1.1. L'âge

Tableau n°28 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'âge



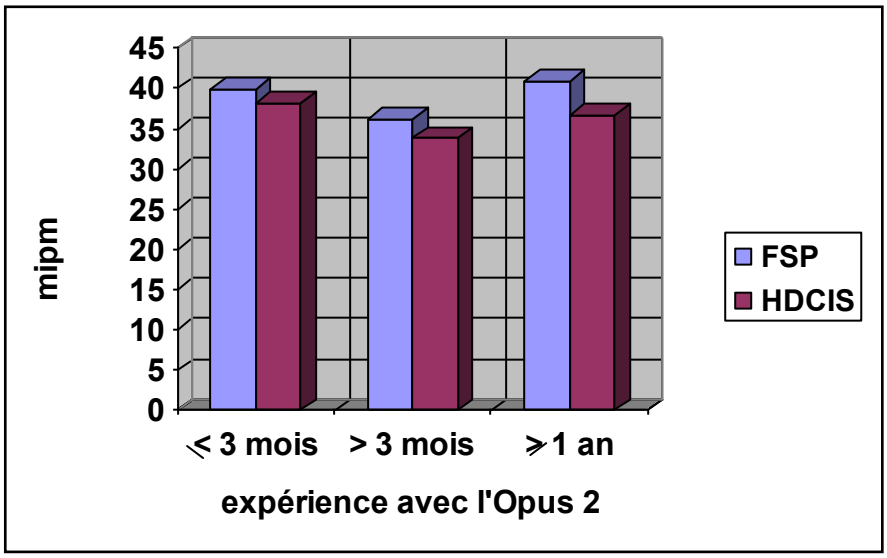
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'âge des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 9,8698. Il est égal à 4,1146 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 4,4742 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les trois tranches d'âge à l'hypothèse H1.

2.1.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°29 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'expérience avec l'Opus 2



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence.

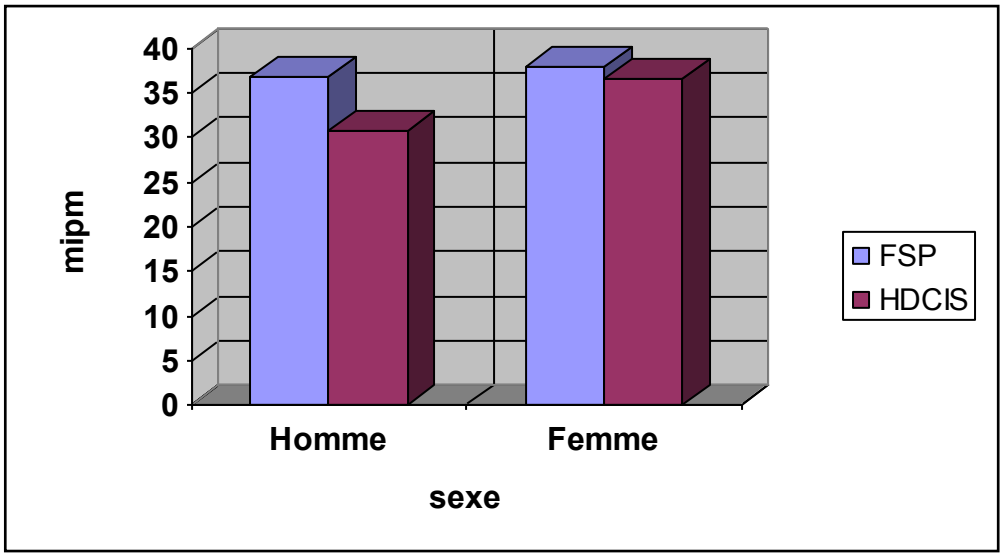
L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience de trois mois et plus et de un an et plus des patients avec l'Opus 2. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 13,4921. Il est égal à 8,8407 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de

1,1264 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour une expérience de l'Opus 2 supérieure à trois mois à l'hypothèse H1 et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois.

2.1.3. Le sexe

Tableau n°30 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon le sexe



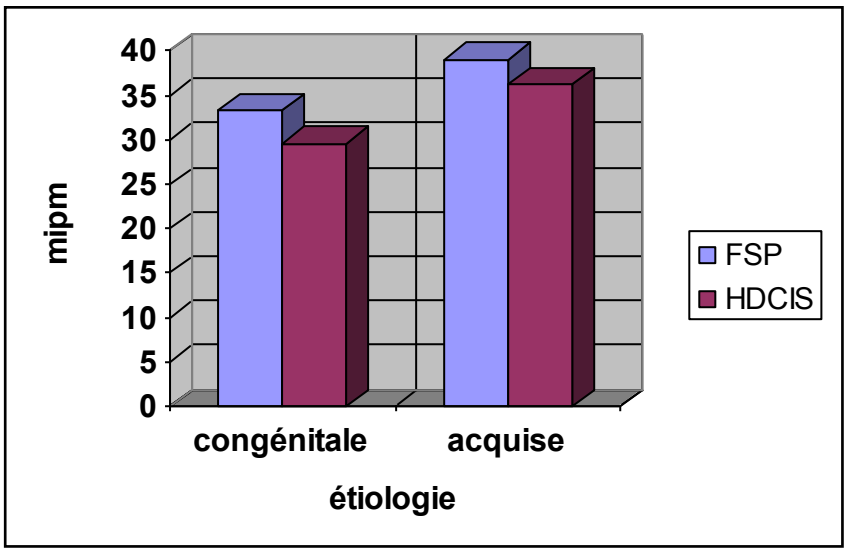
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport au sexe des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les hommes, le t expérimental est de 7,1867. Il est égal à 18,086 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%, pour l'échantillon des hommes. Pour l'échantillon des femmes, nous utilisons la loi Normale avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour les deux sexes à l'hypothèse H1.

2.1.4. L'étiologie

Tableau n°31 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'étiologie



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'étiologie de la surdité des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 3,5206. Il est égal à 25,3051 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%, pour l'échantillon des surdités congénitales. Pour l'échantillon des surdités acquises, nous utilisons la loi Normale avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les étiologies à l'hypothèse H1.

2.1.5. Analyse

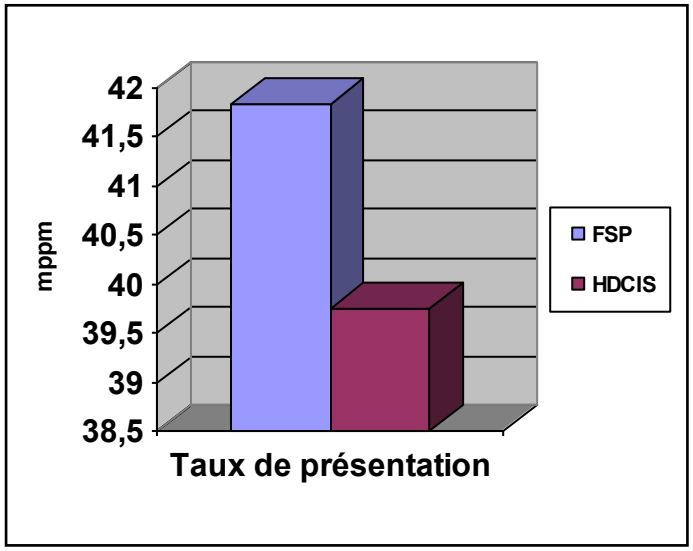
En conclusion, il semble que, pour les scores obtenus à la vitesse de LIM, mesurée en mipm, les différences de scores entre la stratégie FSP et la HDCIS soient significatives quels que soientt l'âge, l'expérience avec l'Opus 2, le sexe des patients et l'étiologie de la surdité.

Une seule différence ne l'est pas : celle pour les personnes qui portent l'Opus 2 depuis une période égale ou inférieure à trois mois.

2.2. Le taux de présentation

Pour ce quotient, nous comparons les scores pour le nombre de mots présentés correctement en cinq minutes, avec le codage de la structure fine (FSP) et sans. Nous réalisons des analyses selon l'âge, l'expérience avec l'Opus 2 et le sexe des patients.

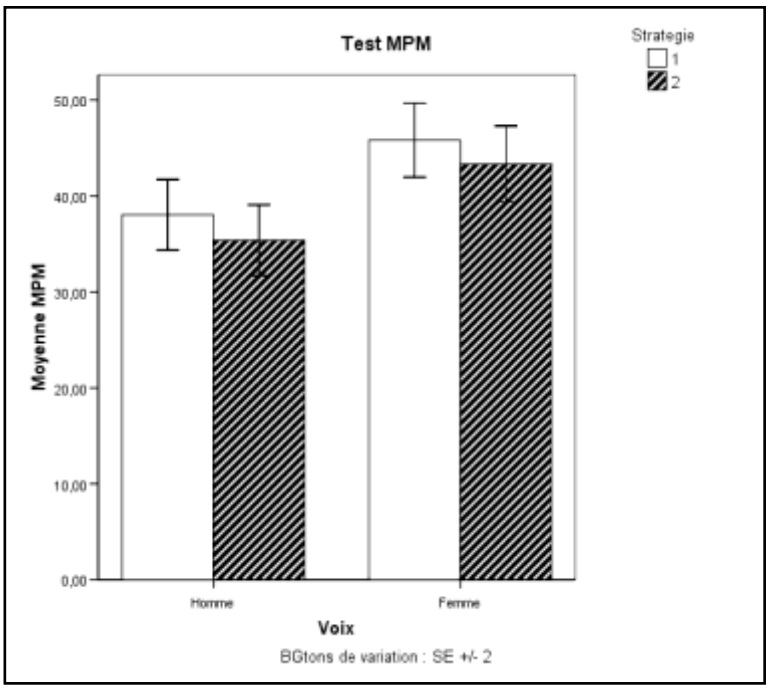
Tableau n°32 : moyenne des scores avec le taux de présentation



De manière générale, il existe un effet significatif de la stratégie. Malgré une moyenne des scores, plus importante avec la stratégie HDCIS, les patients ont de meilleures performances en FSP. Avec un t expérimental de 34,213, nous concluons à H1.

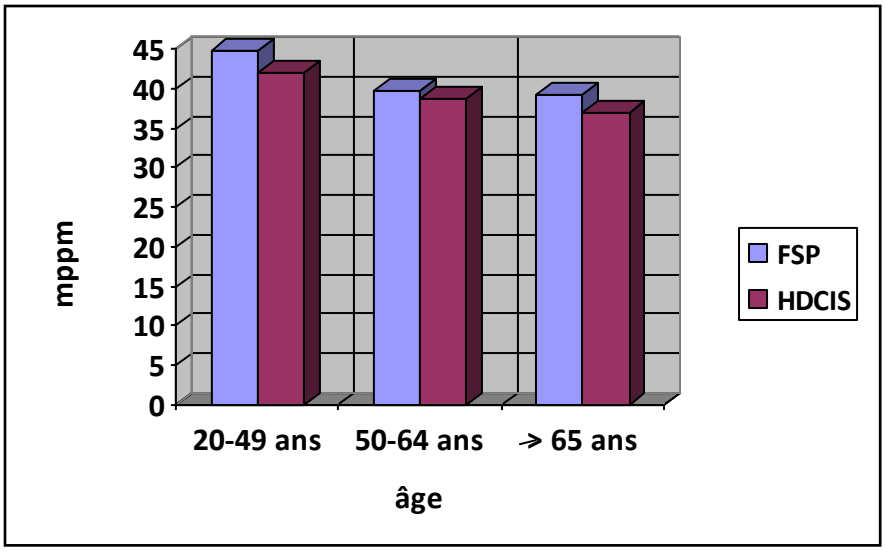
Avec le logiciel StatView, la statisticienne arrive également un effet significatif du facteur stratégie. La stratégie n°1 correspond à la stratégie FSP, et la n°2 à la stratégie HDCIS. Le test mpm est une notation différente du taux de présentation.

Tableau n°33 : moyenne des scores au taux de présentation par StatView



2.2.1. L'âge

Tableau n°34 : moyenne des scores en taux de présentation selon l'âge



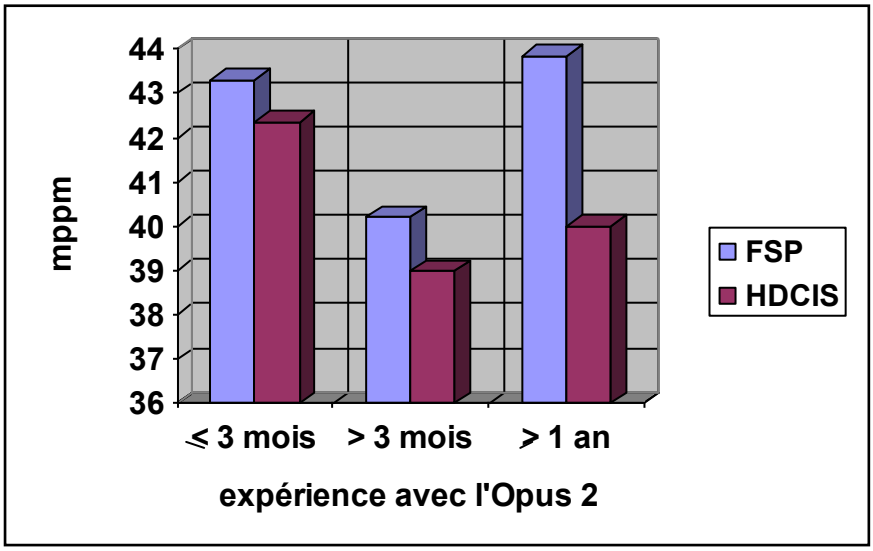
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'âge des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 12,5545. Il est égal à 4,6838 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 5,7432 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les trois tranches d'âge à l'hypothèse H1.

2.2.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°35 : moyenne des scores en taux de présentation selon l'expérience avec l'Opus 2



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence importante.

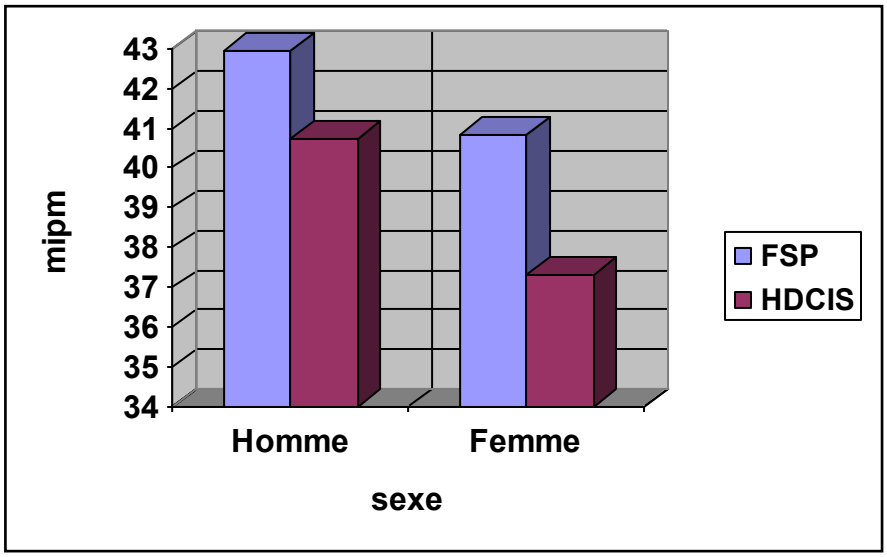
L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience de trois mois et plus et de un an et plus des patients avec l'Opus 2. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 16,7409. Il est égal à 8,5324 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de

0,8171 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour une expérience avec l'Opus strictement supérieure à trois mois, à l'hypothèse H1 et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois.

2.2.3. Le sexe

Tableau n°36 : moyenne des scores au taux de présentation selon le sexe



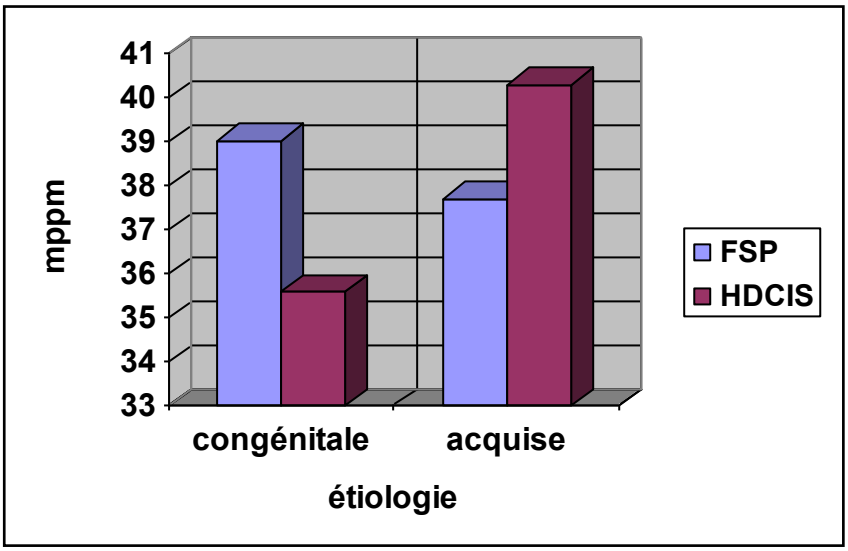
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport au sexe des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les hommes, le t expérimental est de 5,9841. Il est égal à 26,7962 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%, pour l'échantillon des hommes. Pour l'échantillon des femmes, nous utilisons la loi Normale avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour les deux sexes à l'hypothèse H1.

2.2.4. L'étiologie

Tableau n°37 : moyenne des scores au taux de présentation selon l'étiologie



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons des différences contraires.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'étiologie de la surdité des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 4,8712. Il est égal à 27,9382 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%, pour l'échantillon des surdités congénitales. Pour l'échantillon des surdités acquises, nous utilisons la loi Normale avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les étiologies à l'hypothèse H1.

2.2.5. Analyse

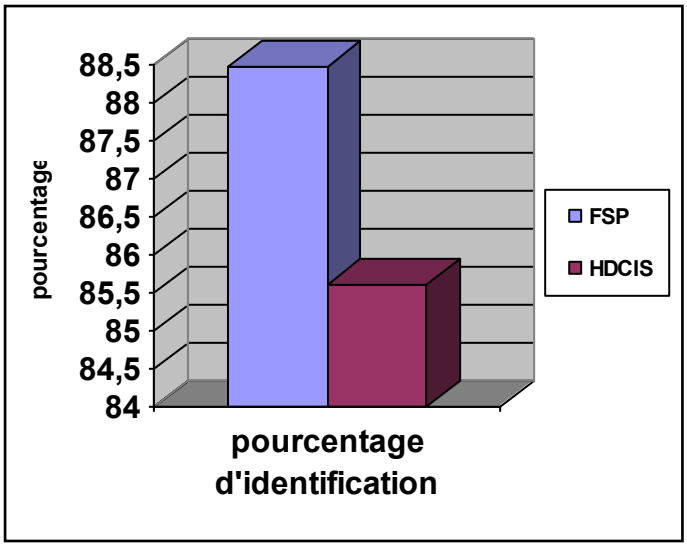
Pour conclure, il apparaît que les différences de scores entre les deux stratégies de codage : FSP/HDCIS, sont significatives. Cette différence statistique s'applique pour tous les âges, les sexes et les étiologies. En ce qui concerne l'expérience de l'Opus 2 des patients, la

différence est significative pour ceux qui le portent depuis plus de trois mois. Elle ne l'est pas pour une expérience de l'Opus 2 égale ou inférieure à trois mois.

2.3. Le pourcentage d'identification

Pour cette proportion, nous comparons les scores pour le nombre de mots répétés par rapport au nombre de mots présentés, avec et sans le codage de la structure fine (FSP). Nous réalisons des analyses selon l'âge, l'expérience avec l'Opus 2 et le sexe des patients.

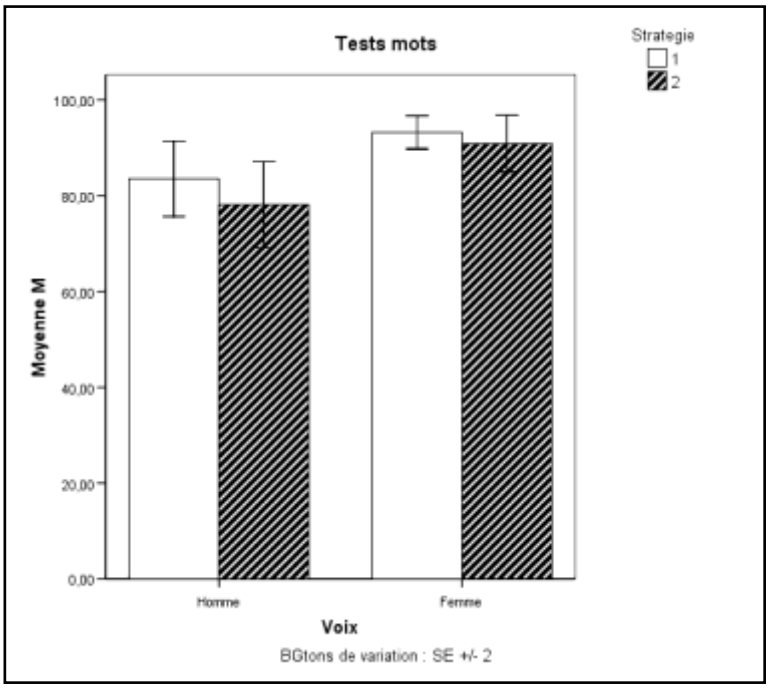
Tableau n°38 : moyenne des scores avec le pourcentage d'identification



De manière générale, il existe un effet statistiquement significatif du facteur stratégie. Les patients obtiennent de meilleurs scores en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS. Avec un t expérimental de 60,0326, nous concluons à H1.

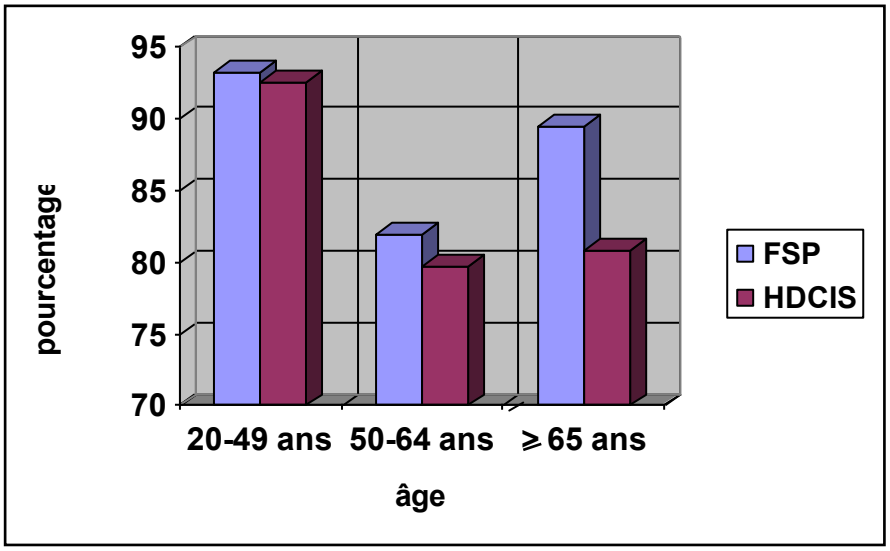
Avec le logiciel StatView, la statisticienne arrive également un effet significatif du facteur stratégie. La stratégie n°1 correspond à la stratégie FSP, et la n°2 à la stratégie HDCIS. Le test de mots est une notation différente du pourcentage d'identification.

Tableau n°39 : moyenne des scores en pourcentage d'identification par StatView



2.3.1. L'âge

Tableau n°40 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'âge



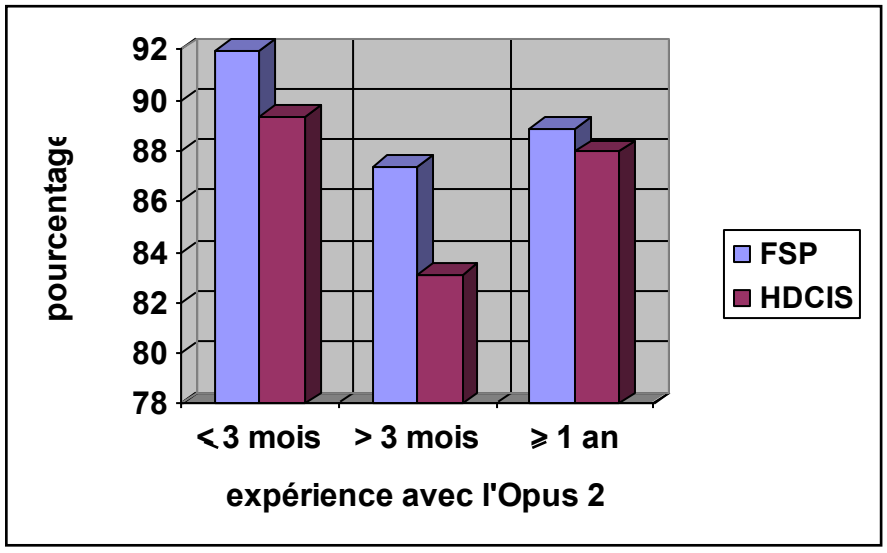
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique ne montre pas un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'âge des patients. Leurs performances ne sont pas statistiquement meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 0,064. Il est égal à 1,3279 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 0,9979 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les trois tranches d'âge à l'hypothèse H0.

2.3.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°41 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'expérience avec l'Opus 2



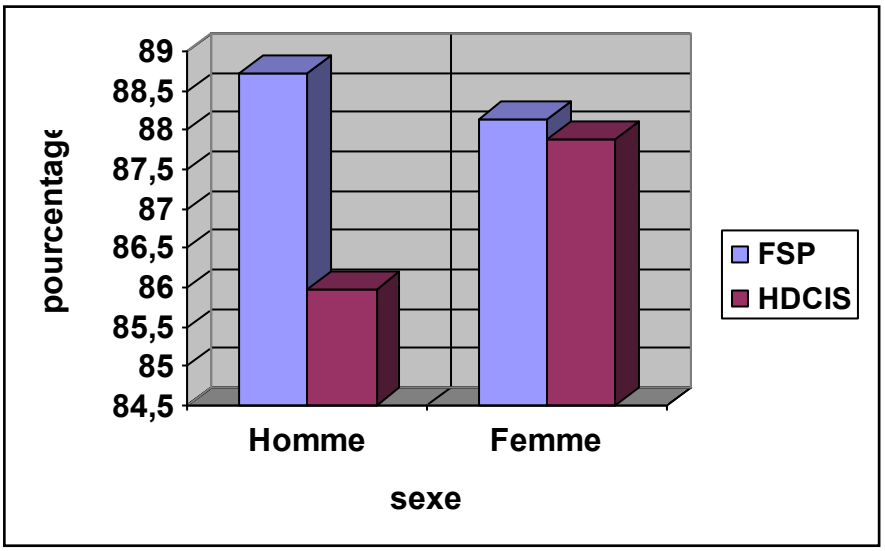
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience de trois mois et plus avec l'Opus 2. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, ou depuis plus d'un an, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 0,8155. Il est égal à 3,2128 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de 2,1028 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour une expérience de l'Opus 2 comprise entre trois mois et un an, à l'hypothèse H1 et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois tout comme pour celle de plus d'un an.

2.3.3. Le sexe

Tableau n°42 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon le sexe



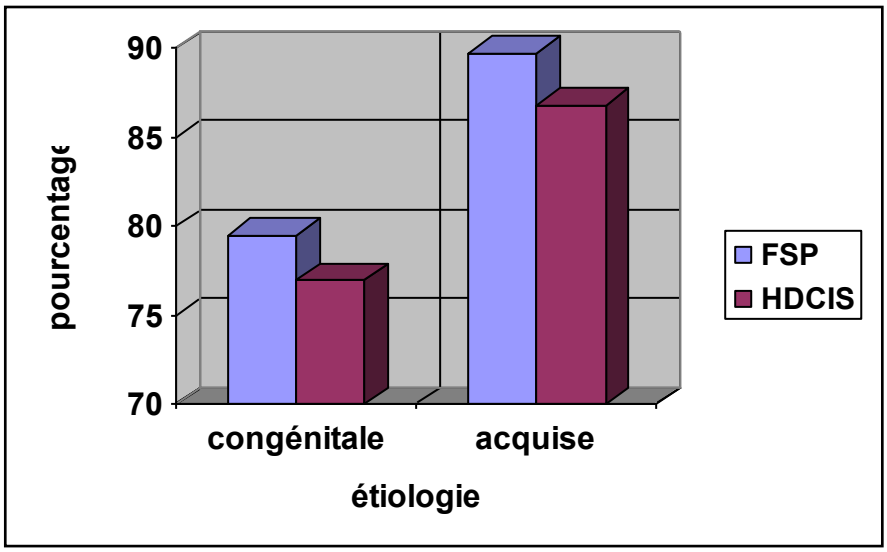
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur sexe, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons une différence.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport au sexe des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS.

Pour les hommes, le t expérimental est de 3,1293. Il est égal à 2,5829 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%, pour l'échantillon des hommes. Pour l'échantillon des femmes, nous utilisons la loi Normale avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les deux sexes à l'hypothèse H1.

2.3.4. L'étiologie

Tableau n°43 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'étiologie



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les stratégies de codage FSP et HDCIS, sur les quatre enregistrements audiovisuels, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport aux surdités acquises des patients. Leurs performances sont meilleures en stratégie FSP par rapport à la stratégie HDCIS. La différence n'est pas significative pour les surdités congénitales.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 1,8579. Il est égal à 17,5464 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%, pour l'échantillon des surdités congénitales. Pour l'échantillon des surdités acquises, nous utilisons la loi Normale avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les surdités acquises à l'hypothèse H1 et à H0 pour les surdités congénitales.

2.3.5. Analyse

En conclusion, il semble que la stratégie FSP a un effet supérieur significatif sur les scores en pourcentage d'identification par rapport à la stratégie HDCIS quels que soient l'âge

et le sexe des patients. En ce qui concerne l'expérience avec l'Opus 2, l'effet est significatif seulement pour les patients qui le portent depuis plus de trois mois et moins d'un an. L'effet est également significatif pour les surdités acquises, mais il ne l'est pas pour les surdités congénitales.

2.4. Conclusion de la comparaison FSP/HDCIS

Les résultats statistiques sont globalement significatifs lorsque nous comparons la compréhension du langage oral entre les deux stratégies de codage : FSP et HDCIS. Quelque soit le sexe des patients, leur compréhension orale est améliorée en FSP.

En ce qui concerne l'âge des patients, le facteur stratégie est significatif pour les trois tranches d'âge en vitesse de LIM et au taux de présentation. Ce facteur n'est pas significatif en pourcentage d'identification pour les trois tranches d'âge.

Il est important de souligner qu'une expérience de l'Opus 2 inférieure ou égale à trois mois ne permet pas de montrer une différence significative des effets de la stratégie de codage FSP par rapport à la stratégie HDCIS au niveau de la compréhension du langage oral.

Le pourcentage d'identification ne montre pas un effet significatif de la stratégie FSP pour les personnes portant l'Opus 2 depuis un an et plus, et pour ceux qui présentent une surdité congénitale. Cependant, l'effet significatif est présent en vitesse de LIM et au taux de présentation pour ces deux populations précises.

3. Comparaison de la voix d'homme et de la voix de femme

Lors de la passation du test, nous remarquons que la majorité des patients sont plus à l'aise pour comprendre la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Certains nous indiquent même que c'est également le cas dans leur vie quotidienne, ils comprennent plus facilement une interlocutrice féminine qu'un interlocuteur masculin. Suite à ces observations et ces remarques fréquentes, nous décidons de pousser notre étude dans cette nouvelle direction. Nous voulons mettre en avant qu'avec le nouveau processeur vocal Opus 2, les patients comprennent mieux les voix de femmes que les voix d'hommes.

Dans l'objectif de prouver cet effet, nous appliquons le test statistique que nous avons vu précédemment. Nous utilisons l'hypothèse H0 où la voix de femme et la voix d'homme ont le même effet sur la compréhension du langage oral, et l'hypothèse H1 correspondant à un effet supérieure de la voix de femme.

H0 : une voix de femme est aussi compréhensible qu'une voix d'homme.
H1 : une voix de femme est plus compréhensible qu'une voix d'homme.

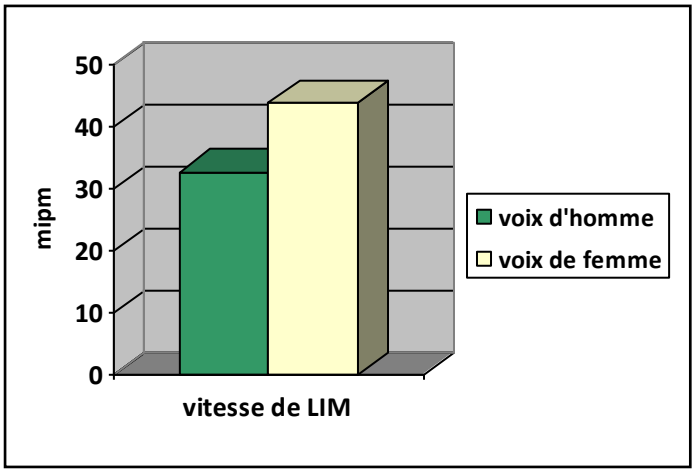
3.1. Avec le codage de la structure fine : FSP

Nous nous intéressons aux différences entre la voix de femme et la voix d'homme au niveau des scores obtenus par les patients lorsqu'ils portent le programme qui code la structure fine de la parole.

3.1.1. La vitesse de LIM

Nous appliquons le test statistique aux scores obtenus de la vitesse de LIM, pour savoir si une voix de femme permet d'identifier un nombre plus important de mots qu'une voix d'homme, lorsque le processeur vocal code la structure fine.

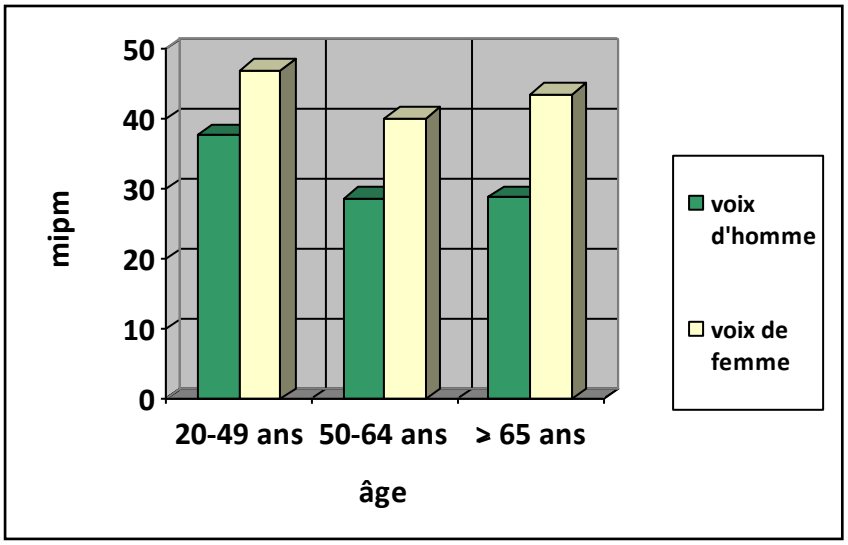
Tableau n°44 : moyenne des scores en vitesse de LIM en FSP



De manière globale, l'analyse statistique montre un effet significatif du facteur voix. Les patients ont de meilleurs scores avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Avec un t expérimental de 45,583, nous concluons à H1.

3.1.1.1. L'âge

Tableau n°45 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'âge en FSP



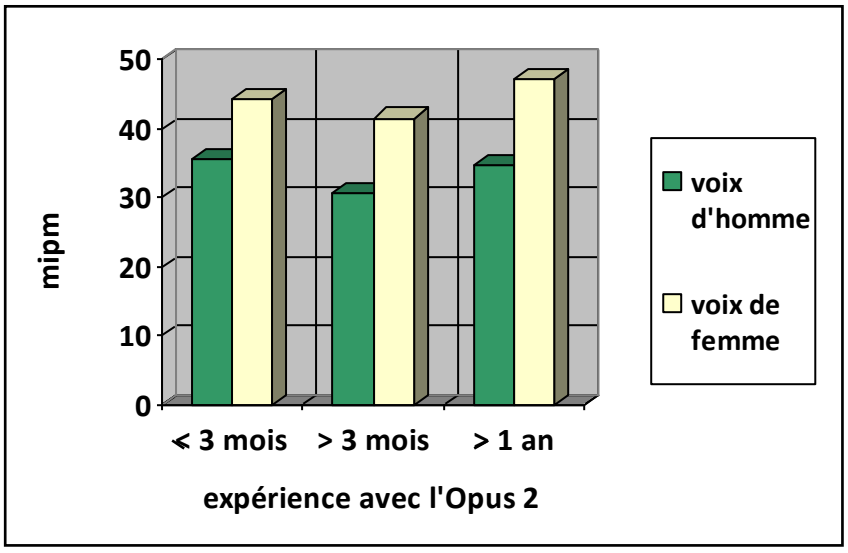
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur voix par rapport à l'âge des patients. Leurs performances sont statistiquement meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 10,2348. Il est égal à 18,3521 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 3,9512 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque α égal à 1%. Nous concluons pour les trois tranches d'âge à l'hypothèse H1.

3.1.1.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°46 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'expérience avec l'Opus 2 en FSP



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur expérience de l'Opus 2, avec les deux voix, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons une différence importante.

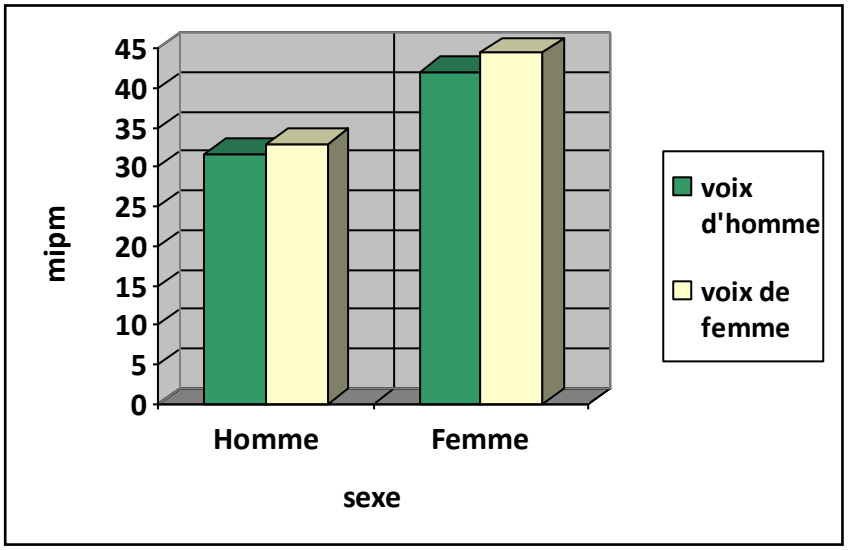
L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience avec l'Opus 2, à partir trois mois. Les performances des patients sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 8,4165. Il est égal à 21,398 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de 1,1512

pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons à l'hypothèse H1 pour une expérience supérieure à trois mois, et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois.

3.1.1.3. Le sexe

Tableau n°47 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon le sexe en FSP



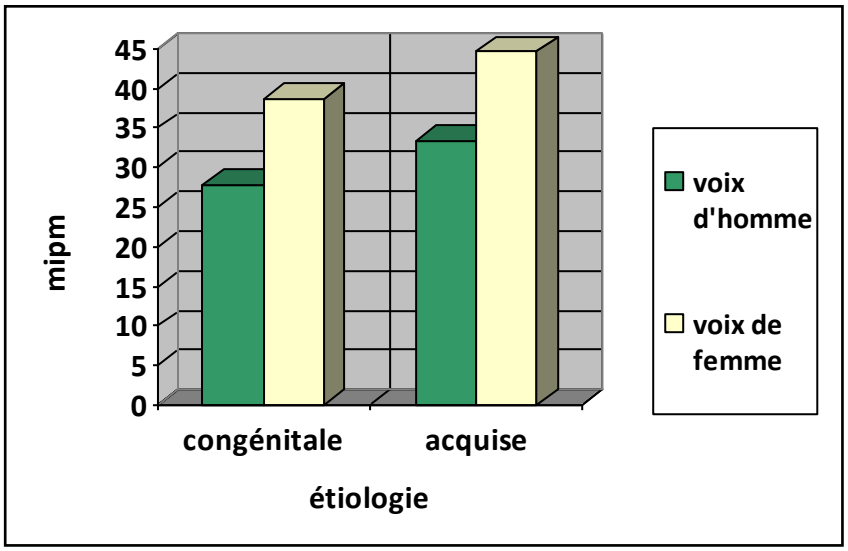
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur sexe, avec les deux voix : homme et femme, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie pour les femmes uniquement. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les hommes, le t expérimental est de 3,5863. Il est égal à 35,0126 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour les femmes à l'hypothèse H1 et à H0 pour les hommes.

3.1.1.4. L'étiologie

Tableau n°48 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'étiologie en FSP



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences importantes.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport aux surdités acquises des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. La différence n'est pas significative pour les surdités congénitales.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 2,5153. Il est égal à 48,7889 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les surdités acquises à l'hypothèse H1 et à H0 pour les surdités congénitales.

3.1.1.5. Analyse

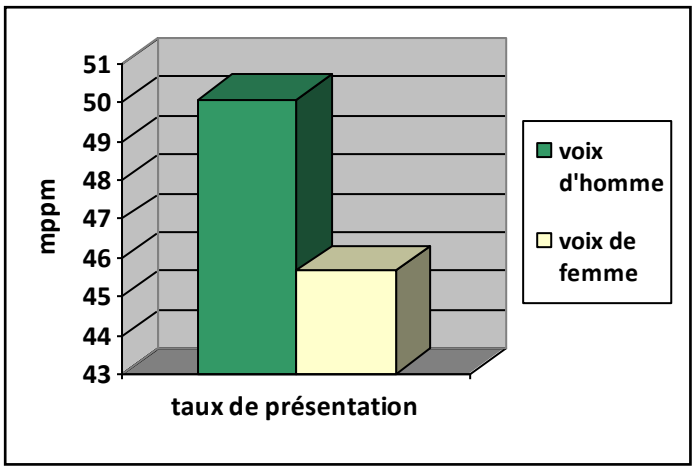
Pour les scores à la vitesse de LIM, les différences sont significatives quel que soit l'âge des patients. En ce qui concerne l'expérience de l'Opus 2, l'effet de la voix féminine est significatif lorsqu'elle dépasse trois mois. La voix de femme a un effet significatif que pour

les femmes, au niveau du sexe des patients. L'effet significatif est visible également pour les surdités acquises mais pas pour les surdités congénitales.

3.1.2. Le taux de présentation

Nous appliquons le test statistique aux scores obtenus au taux de présentation, pour savoir si une voix de femme permet d'identifier un nombre plus important de mots qu'une voix d'homme, lorsque le processeur vocal code la structure fine.

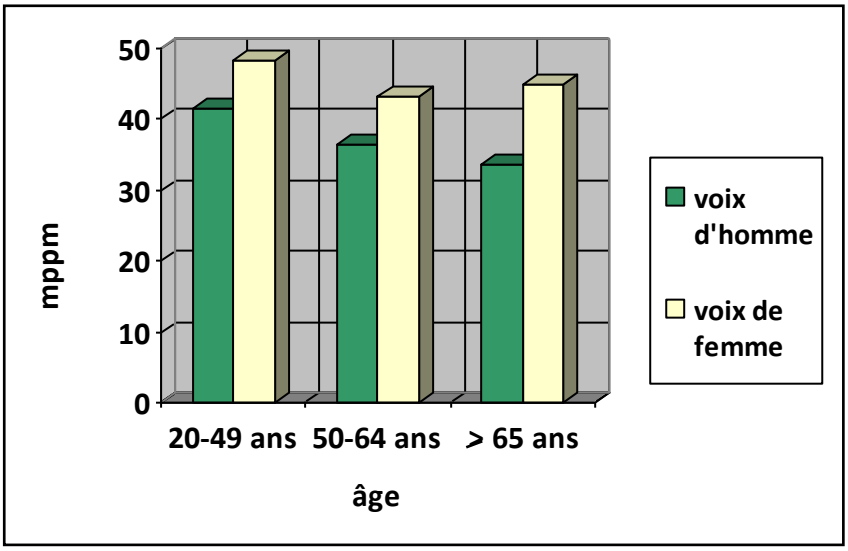
Tableau n°49 : moyenne des scores au taux de présentation en FSP



De manière globale, l'analyse statistique montre un effet significatif du facteur voix, malgré une moyenne des scores supérieures pour la voix d'homme. Avec un t expérimental de 50,526, nous concluons à H1.

3.1.2.1. L'âge

Tableau n°50 : moyenne des scores au taux de présentation selon l'âge en FSP



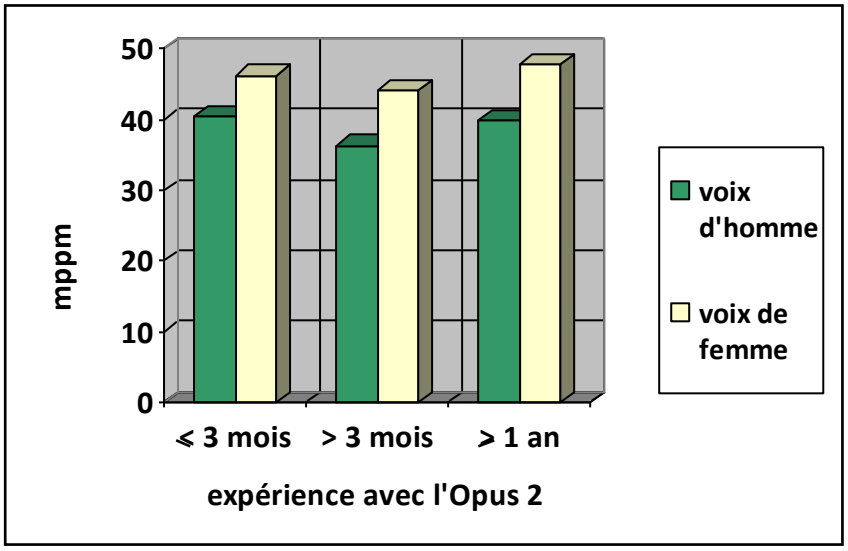
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur voix par rapport à l'âge des patients. Leurs performances sont statistiquement meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 10,8031. Il est égal à 21,8503 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 6,9449 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les trois tranches d'âge à l'hypothèse H1.

3.1.2.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°51 : moyenne des scores au taux de présentation selon l'expérience avec l'Opus 2 en FSP



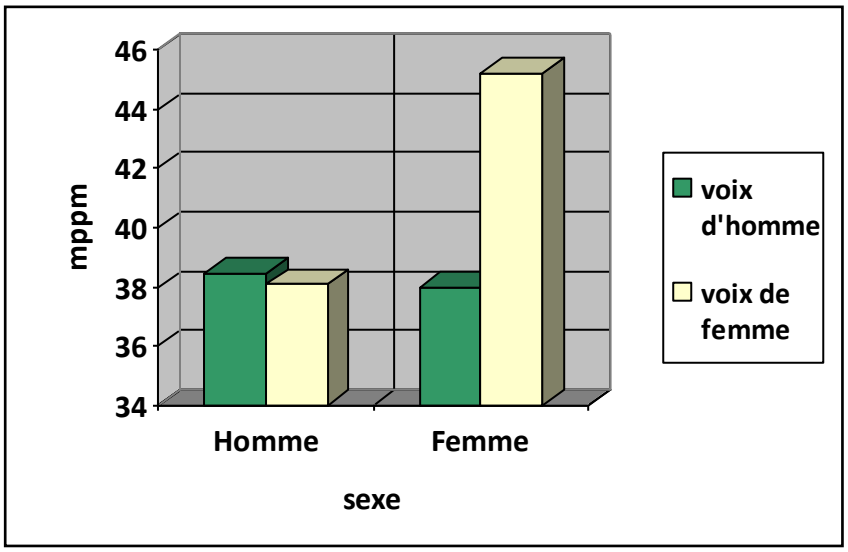
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur expérience de l'Opus 2, avec les deux voix, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience à partir trois mois et plus avec l'Opus 2. Les performances des patients sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 12,8849. Il est égal à 17,7342 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de 1,0033 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons à l'hypothèse H1 pour une expérience de l'Opus 2 strictement supérieure à trois mois et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois.

3.1.2.3. Le sexe

Tableau n°52 : moyenne des scores taux de présentation selon le sexe en FSP



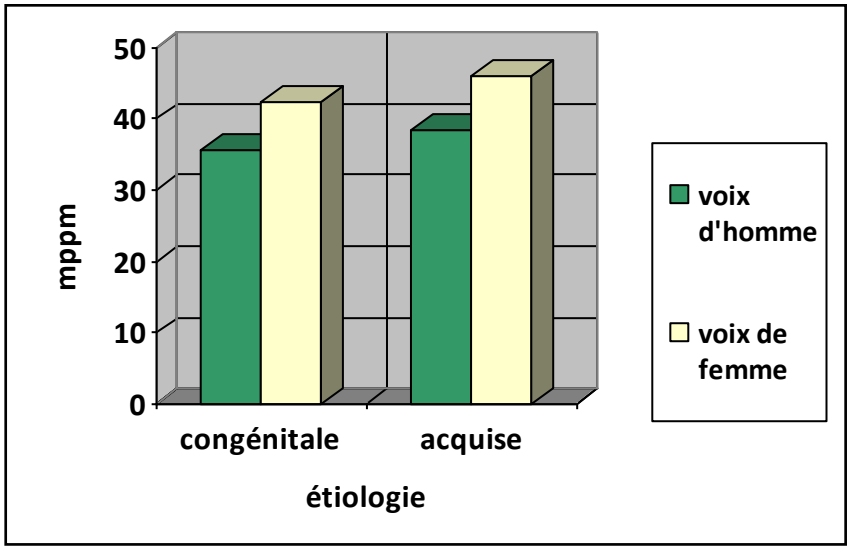
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur sexe, avec les deux voix : homme et femme, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport au sexe des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les hommes, le t expérimental est de 9,1483. Il est égal à 36,2076 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les femmes comme pour les hommes, à l'hypothèse H1.

3.1.2.4. L'étiologie

Tableau n°53 : moyenne des scores au taux de présentation selon l'étiologie en FSP



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences importantes.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport aux étiologies des surdités des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 7,655. Il est égal à 38,1806 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les deux étiologies à l'hypothèse H1.

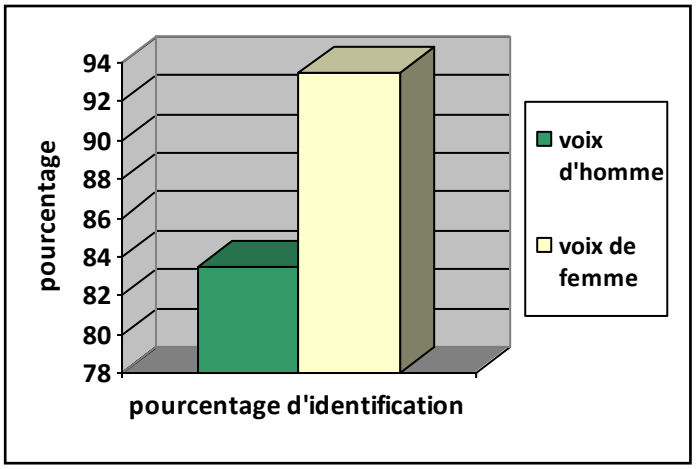
3.1.2.5. Analyse

Dans l'ensemble, la voix de femme a un effet significatif sur la compréhension du langage oral. Cet effet est présent quelques soient l'âge, le sexe des patients et l'étiologie de la surdité. En ce qui concerne l'expérience de l'Opus 2, la voix féminine a un effet significatif à partir de trois mois d'expérience.

3.1.3. Le pourcentage d'identification

Nous utilisons le test statistique sur le pourcentage d'identification. Nous cherchons à montrer que la voix de femme permet aux patients d'obtenir de meilleurs scores que la voix d'homme.

Tableau n°54 : moyenne des scores au pourcentage d'identification en FSP

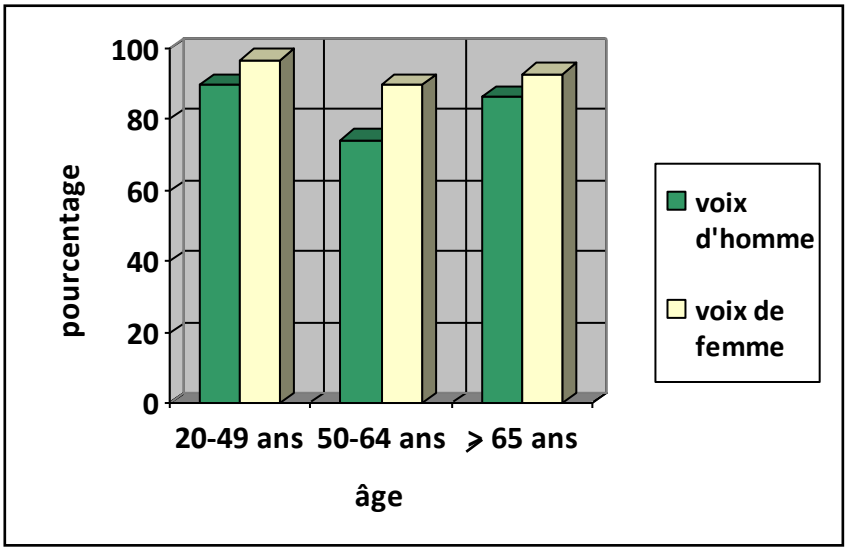


De manière globale, la voix de femme a un effet significatif par rapport à la voix d'homme. Les patients ont une meilleure compréhension avec la voix féminine.

Avec un t expérimental de 7,432, nous concluons à l'hypothèse H1 pour le pourcentage d'identification.

3.1.3.1. L'âge

Tableau n°55 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'âge en FSP



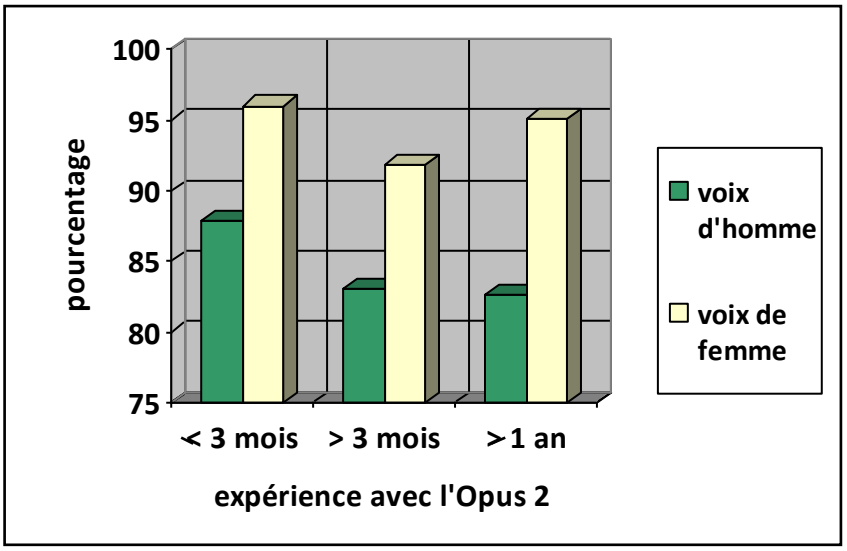
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur voix par rapport à l'âge des patients pour ceux de 20 à 49 ans. Leurs performances sont statistiquement meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. L'effet de la voix féminine n'est pas significatif pour les patients âgés de 50 ans et plus.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 7,3927. Il est égal à 1,0802 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 1,7479 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les patients âgés de 20 à 49 ans, à l'hypothèse H1. Pour ceux qui ont 50 ans et plus, nous concluons à H0.

3.1.3.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°56 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'expérience avec l'Opus 2 en FSP



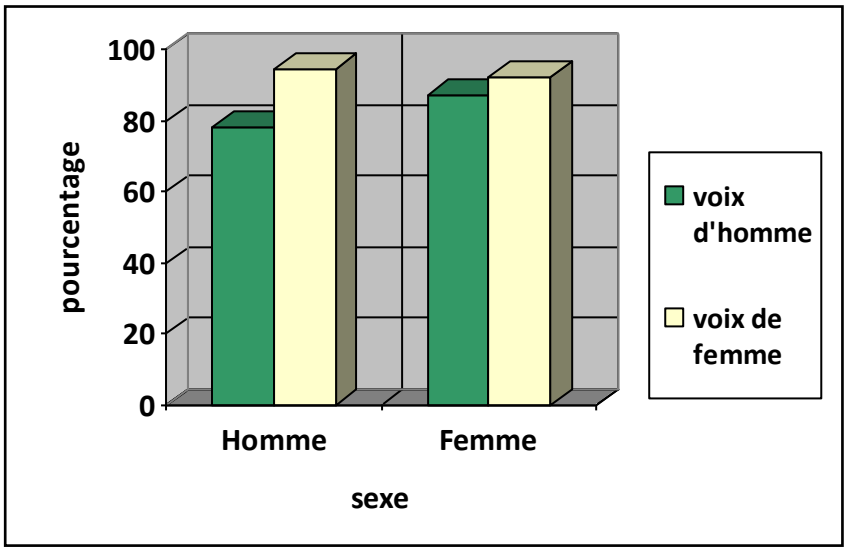
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur expérience de l'Opus 2, avec les deux voix, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience entres trois mois et un an avec l'Opus 2. Les performances des patients sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois et depuis d'un an, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 0,4507. Il est égal à 12,506 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de 1,7273 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour l'expérience de trois mois à un an, à l'hypothèse H1 et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois et supérieure à un an.

3.1.3.3 Le sexe

Tableau n°57 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon le sexe en FSP



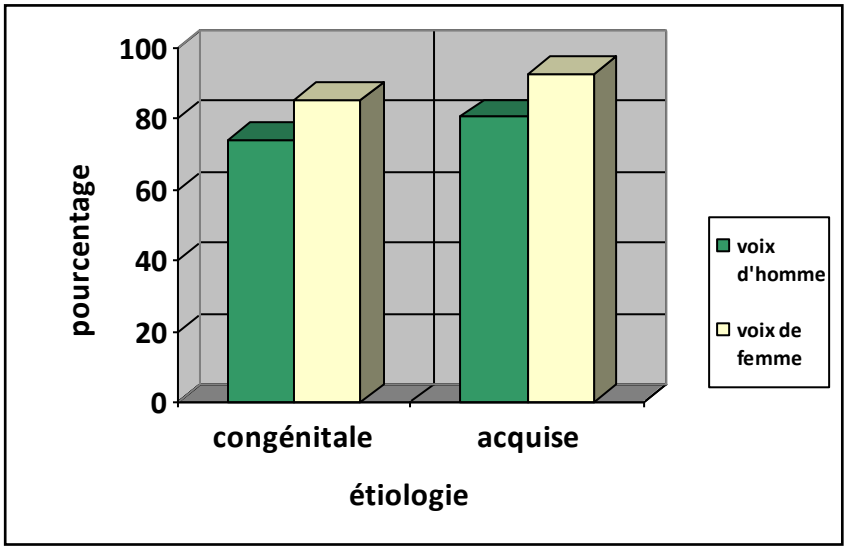
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur sexe, avec les deux voix : homme et femme, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur voix pour les femmes. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. La différence entre les deux voix n'est pas significative pour les hommes.

Pour les hommes, le t expérimental est de 2,6566. Il est égal à 5,0204 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour les femmes à l'hypothèse H1 et à H0 pour les hommes.

3.1.3.4 L'étiologie

Tableau n°58 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'étiologie en FSP



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en FSP, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport aux surdités acquises des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Cet effet significatif ne se retrouve pas pour les surdités congénitales.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 0,9245. Il est égal à 5,4518 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour les surdités acquises à l'hypothèse H1 et à H0 pour les surdités congénitales.

3.1.3.5. Analyse

L'effet de la voix de femme est significatif pour les patients âgés de moins de 50 ans, pour ceux qui portent l'Opus 2 depuis plus de trois mois et moins d'un an, pour les femmes et pour les surdités acquises. Pour les autres cas, l'effet n'est pas significatif.

3.1.4. Conclusion de la comparaison des voix en FSP

La voix de femme a un effet significatif sur la compréhension du langage oral. L'effet significatif est présent quel que soit l'âge du patient en vitesse de LIM et au taux de présentation. En pourcentage d'identification, seulement pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le facteur voix est significatif.

Le facteur voix est également significatif pour les deux sexes au taux de présentation. Cependant ce n'est pas le cas à la vitesse de LIM et en pourcentage d'identification, les hommes ne perçoivent pas une différence significative entre les deux voix.

La voix de femme a un effet significatif pour les personnes présentant une surdité acquise avec les trois outils de mesure. L'effet n'est présent que pour le taux de présentation pour les surdités congénitales.

Le facteur voix n'est pas significatif pour une expérience inférieure ou égale à trois mois quel que soit l'outil de mesure utilisé. Il n'est également pas significatif pour un expérience d'un an et plus en pourcentage d'identification.

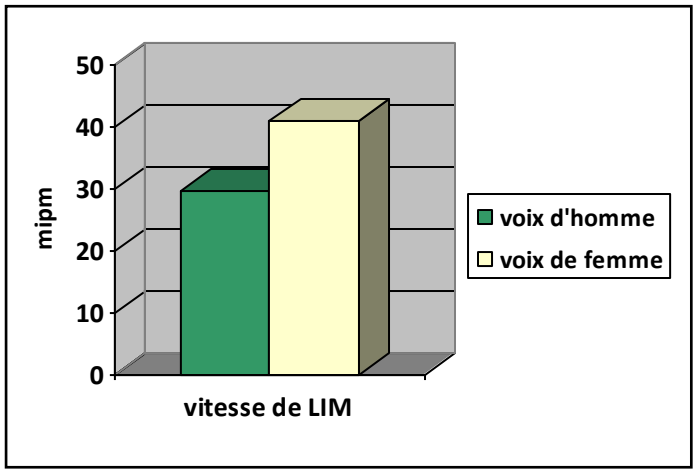
3.2. Sans le codage de la structure fine : HDCIS

Nous nous intéressons aux différences entre la voix de femme et la voix d'homme au niveau des scores obtenus par les patients lorsqu'ils portent le programme qui ne code pas la structure fine de la parole.

3.2.1. La vitesse de LIM

Nous appliquons le test statistique aux scores de la vitesse de LIM, dans l'objectif de voir si la voix féminine permet une meilleure compréhension que la voix d'homme.

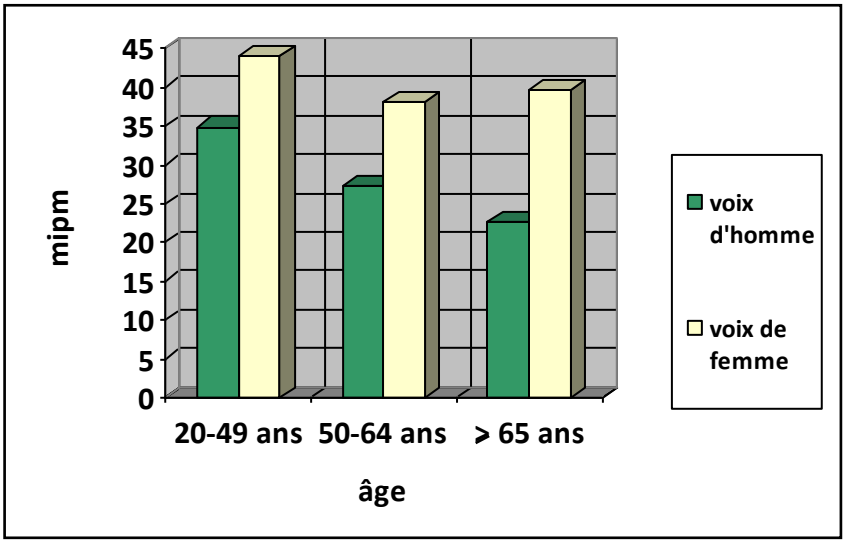
Tableau n°59 : moyenne des scores en vitesse de LIM en HDCIS



De manière globale, l'analyse statistique montre un effet significatif du facteur voix. Les patients ont de meilleurs scores avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Avec un t expérimental de 36,184, nous concluons à H1.

3.2.1.1. L'âge

Tableau n°60 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'âge en HDCIS



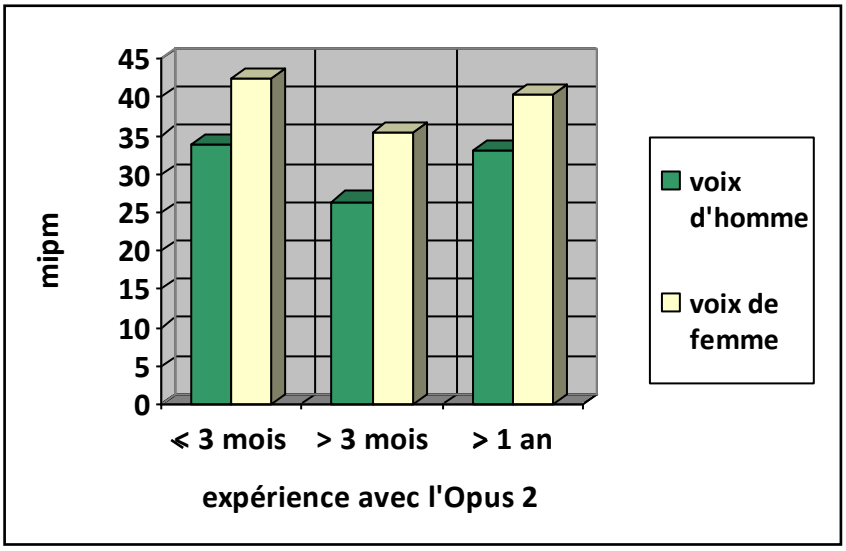
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur voix par rapport à l'âge des patients. Leurs performances sont statistiquement meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 14,2096. Il est égal à 5,576 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 8,365 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque α égal à 1%. Nous concluons pour les trois tranches d'âge à l'hypothèse H1.

3.2.1.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°61 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'expérience avec l'Opus 2 en HDCIS



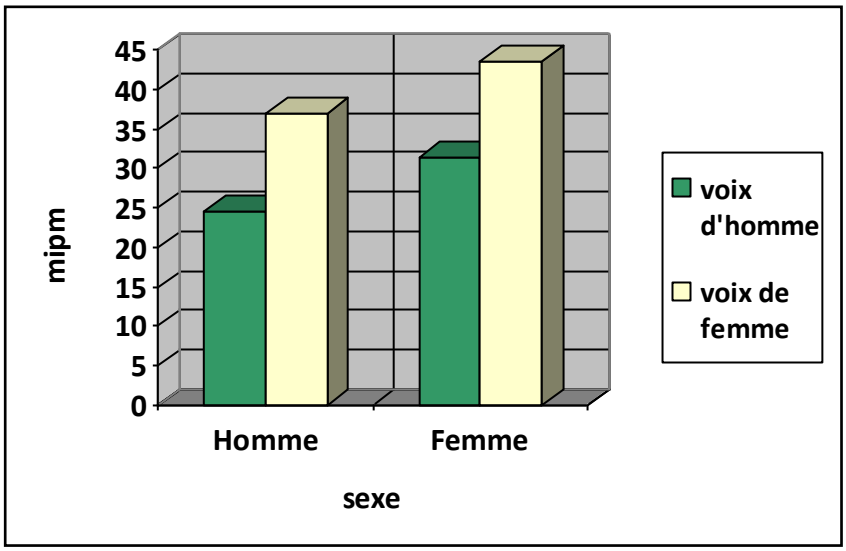
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur expérience de l'Opus 2, avec les deux voix, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience à partir trois mois et plus avec l'Opus 2. Les performances des patients sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 15,6994. Il est égal à 16,8637 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de 4,9361 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour une expérience de l'Opus 2 supérieure à trois mois, à l'hypothèse H1 et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois.

3.2.1.3. Le sexe

Tableau n°62 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon le sexe en HDCIS



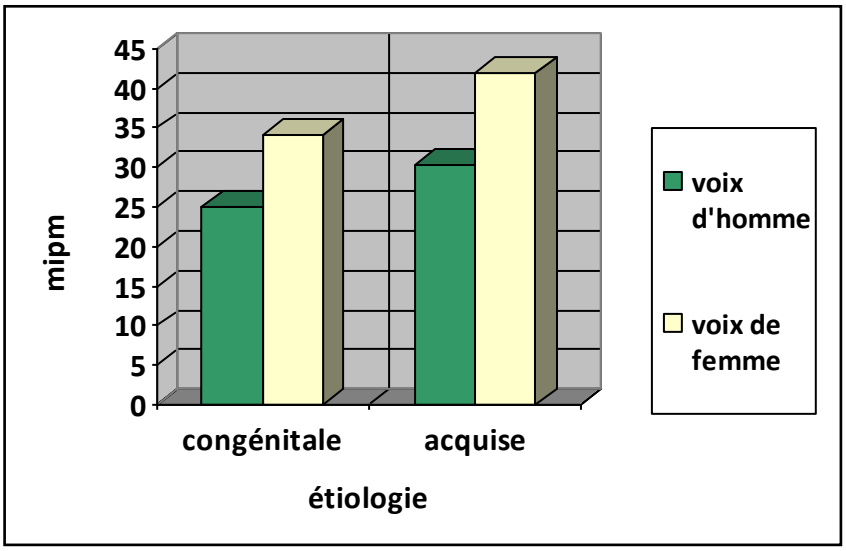
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur sexe, avec les deux voix : homme et femme, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport au sexe des patients pour les femmes uniquement. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les hommes, le t expérimental est de 2,4277. Il est égal à 30,7699 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les femmes à l'hypothèse H1 et à H0 pour les hommes.

3.2.1.4. L'étiologie

Tableau n°63 : moyenne des scores en vitesse de LIM selon l'étiologie en HDCIS



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences importantes.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport aux surdités acquises des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. La différence n'est pas significative pour les surdités congénitales.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 0,6601. Il est égal à 5,1371 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les surdités acquises à l'hypothèse H1 et à H0 pour les surdités congénitales.

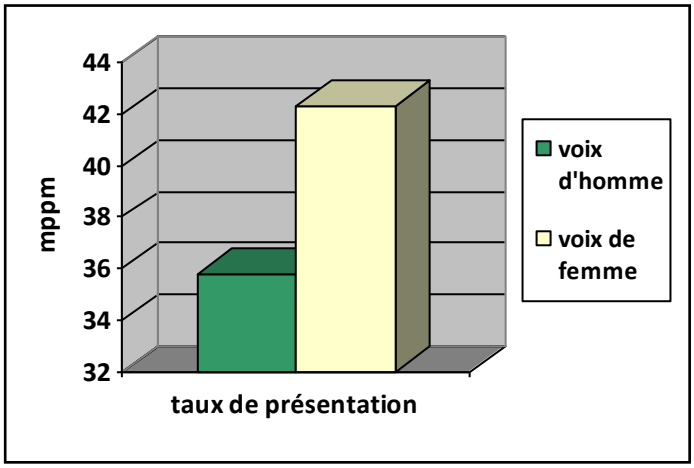
3.2.1.5. Analyse

Pour les scores à la vitesse de LIM, les différences sont significatives quel que soit l'âge des patients. En ce qui concerne l'expérience de l'Opus 2, l'effet de la voix féminine est significatif lorsqu'elle dépasse trois mois. La voix de femme a un effet significatif que pour les femmes. L'effet significatif est visible également pour les surdités acquises mais pas pour les surdités congénitales.

3.2.2. Le taux de présentation

Nous appliquons le test statistique aux scores obtenus au taux de présentation, pour savoir si une voix de femme permet d'identifier un nombre plus important de mots qu'une voix d'homme, lorsque le processeur vocal code la structure fine.

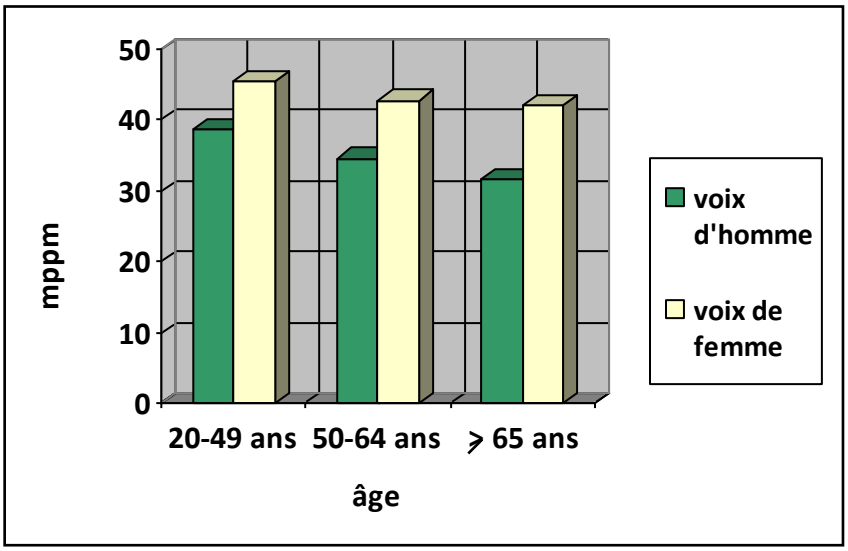
Tableau n°64 : moyenne des scores au taux de présentation en HDCIS



De manière globale, l'analyse statistique montre un effet significatif du facteur voix, malgré une moyenne des scores supérieures pour la voix d'homme. Avec un t expérimental de 50,526, nous concluons à H1.

3.2.2.1. L'âge

Tableau n°65 : moyenne des scores au taux de présentation selon l'âge en HDCIS



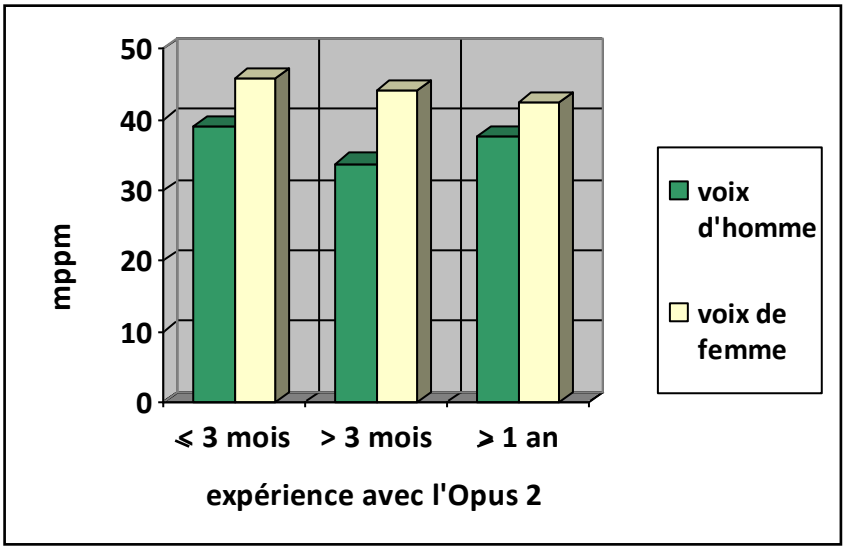
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur voix par rapport à l'âge des patients. Leurs performances sont statistiquement meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 9,7976. Il est égal à 8,501 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 11,6977 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les trois tranches d'âge à l'hypothèse H1.

3.2.2.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°66 : moyenne des scores au taux de présentation selon l'expérience avec l'Opus 2 en HDCIS



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur expérience de l'Opus 2, avec les deux voix, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons une différence importante.

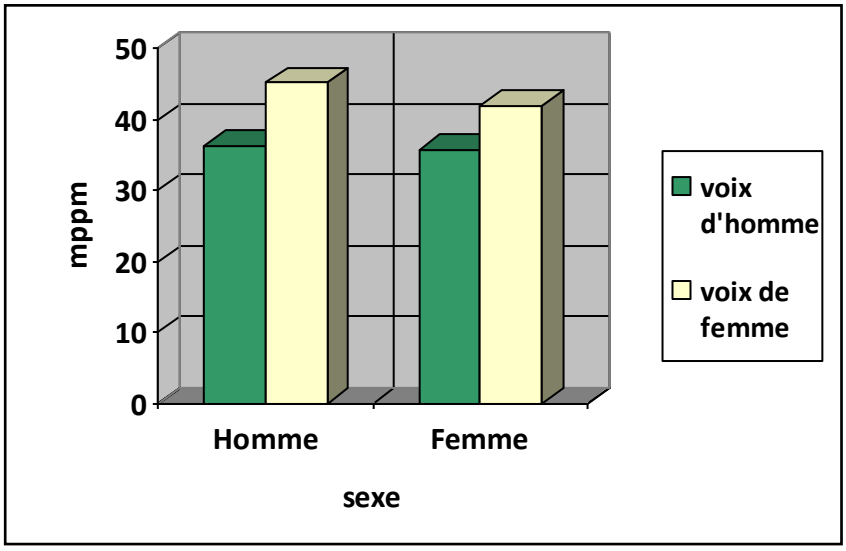
L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience à partir trois mois et plus avec l'Opus 2. Les performances des

patients sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 7,5998. Il est égal à 26,5217 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de 3,8646 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons à l'hypothèse H1 pour un expérience de l'Opus 2 supérieure à trois mois, et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois.

3.2.2.3. Le sexe

Tableau n°67 : moyenne des scores taux de présentation selon le sexe en HDCIS



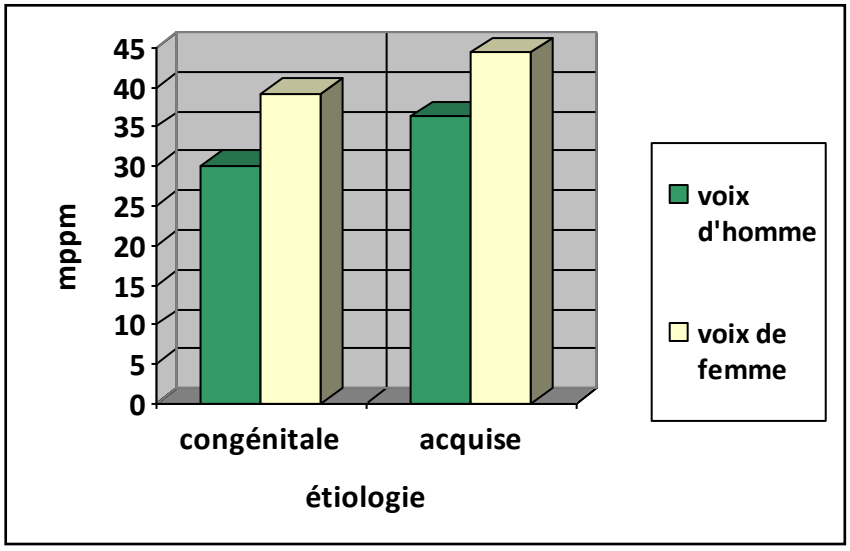
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur sexe, avec les deux voix : homme et femme, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport au sexe des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les hommes, le t expérimental est de 4,5792. Il est égal à 29,7143 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les femmes comme pour les hommes, à l'hypothèse H1.

3.2.2.4. L'étiologie

Tableau n°68 : moyenne des scores au taux de présentation selon l'étiologie en HDCIS



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences importantes.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport aux surdités acquise des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Cette différence significative n'existe pas pour les surdités congénitales.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de à 0,6131. Il est égal à 41,6543 pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour les surdités acquises à l'hypothèse H1 et à H0 pour les surdités congénitales.

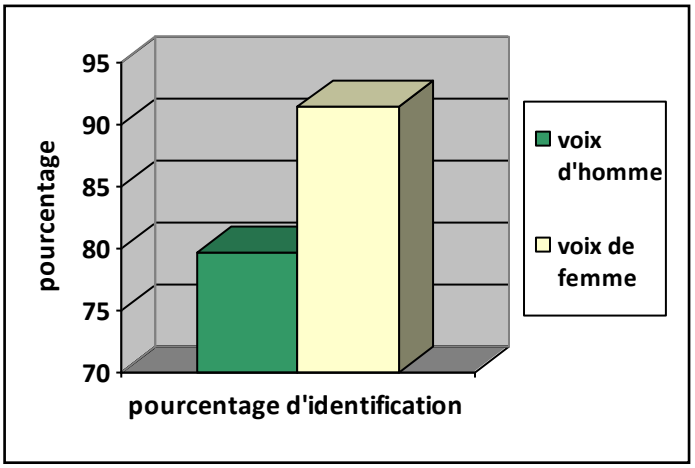
3.2.2.5. Analyse

Dans l'ensemble, la voix de femme a un effet significatif sur la compréhension du langage oral. Cet effet est présent quels que soient l'âge et le sexe des patients. En ce qui concerne l'expérience de l'Opus 2, la voix féminine a un effet significatif à partir de trois mois d'expérience. Cet effet ne se retrouve que pour les surdités acquises.

3.2.3. Le pourcentage d'identification

Nous utilisons le test statistique sur le pourcentage d'identification. Nous cherchons à montrer que la voix de femme permet aux patients d'obtenir de meilleurs scores que la voix d'homme.

Tableau n°69 : moyenne des scores au pourcentage d'identification en HDCIS

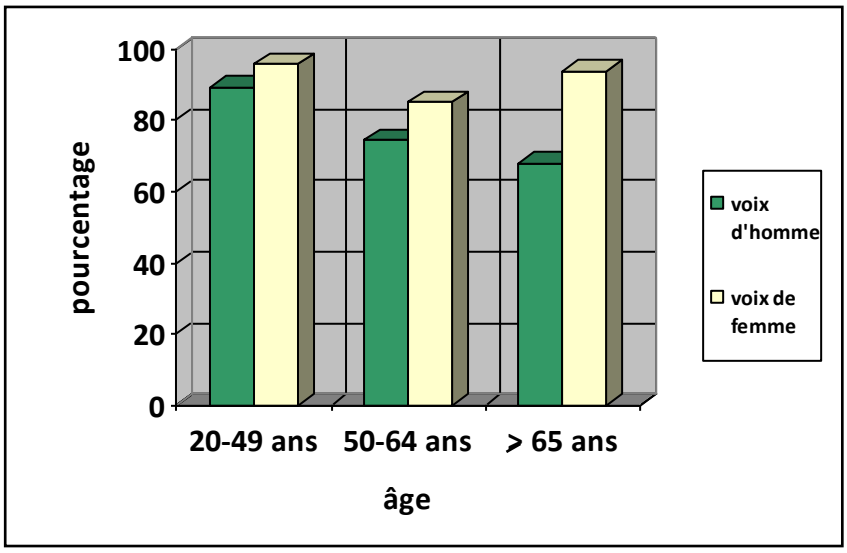


De manière globale, la voix de femme a un effet significatif par rapport à la voix d'homme. Les patients ont une meilleure compréhension avec la voix féminine.

Avec un t expérimental de 43,98, nous concluons à l'hypothèse H1 pour le pourcentage d'identification.

3.2.3.1. Analyse selon l'âge

Tableau n°70 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'âge en HDCIS



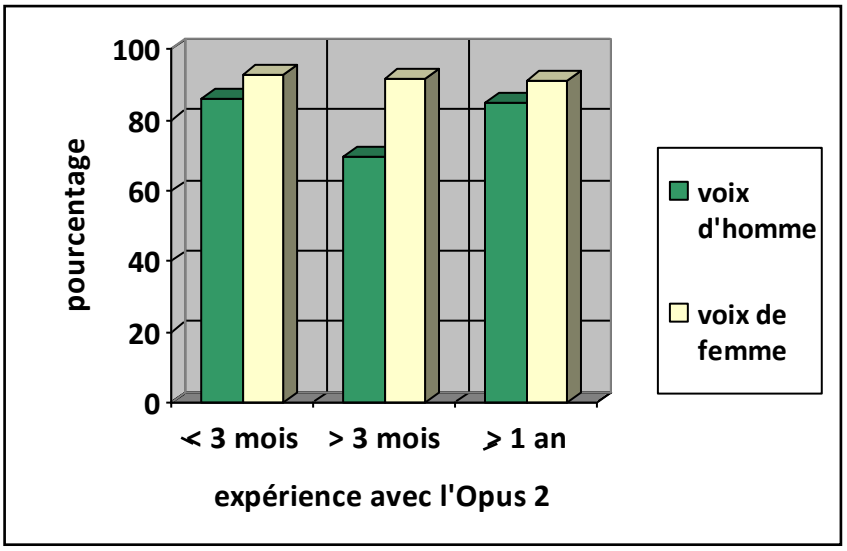
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur âge, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur voix par rapport à l'âge des patients pour ceux de moins de 65 ans. Leurs performances sont statistiquement meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. L'effet de la voix féminine n'est pas significatif pour les patients âgés de 65 ans et plus.

Pour les patients âgés de 20 à 49 ans, le t expérimental est de 16,9314. Il est égal à 3,1798 pour les patients de 50 à 64 ans. Le t expérimental est de 0,519 pour les patients âgés de plus de 65 ans. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque α égal à 1%. Nous concluons pour les patients âgés de 20 à 64 ans, à l'hypothèse H1. Pour ceux qui ont 65 ans et plus, nous concluons à H0.

3.2.3.2. L'expérience avec l'Opus 2

Tableau n°71 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'expérience avec l'Opus 2 en HDCIS



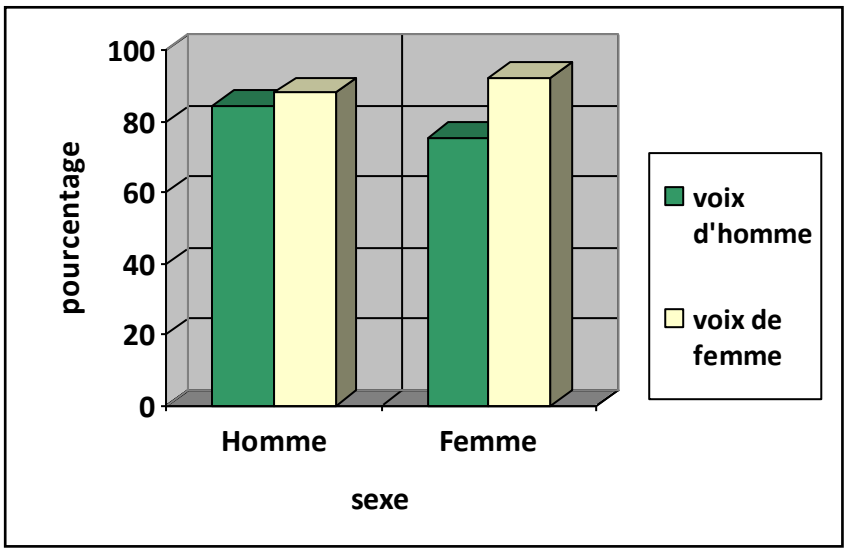
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur expérience de l'Opus 2, avec les deux voix, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons une différence importante.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'expérience supérieure à trois mois avec l'Opus 2. Les performances des patients sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Pour les patients portant l'Opus 2 depuis moins de trois mois, l'effet n'est pas significatif.

Pour une expérience avec l'Opus 2 de un an et plus, le t expérimental est de 6,4201. Il est égal à 2,7414 pour une expérience supérieure à trois mois. Le t expérimental est de 1,6143 pour une expérience inférieure à trois mois. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque $\propto$ égal à 1%. Nous concluons pour l'expérience de plus de trois mois à l'hypothèse H1 et à l'hypothèse H0 pour l'expérience inférieure ou égale à trois mois.

3.2.3.3. Le sexe

Tableau n°72 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon le sexe en HDCIS



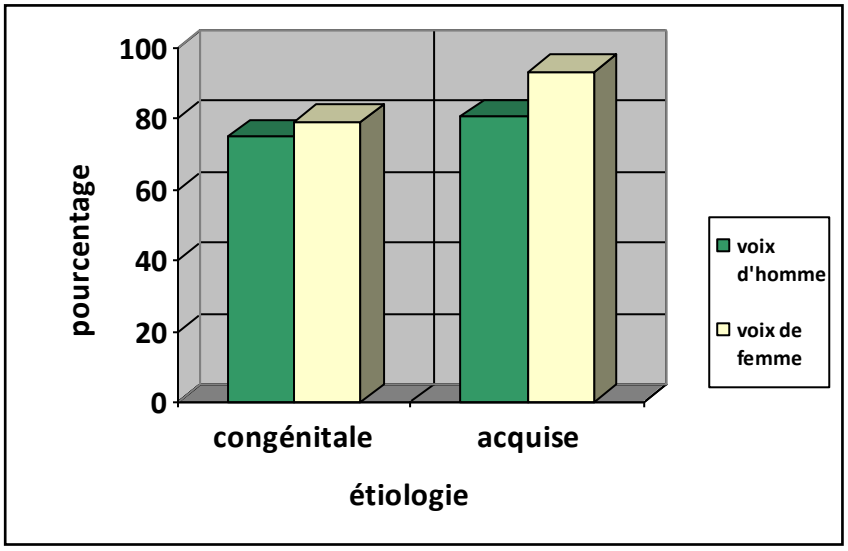
Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur sexe, avec les deux voix : homme et femme, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport à l'âge des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Pour les hommes, le t expérimental est de 12,0079. Il est égal à 5,9853 pour les femmes. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour les deux sexes à l'hypothèse H1.

3.2.3.4. L'étiologie

Tableau n°73 : moyenne des scores au pourcentage d'identification selon l'étiologie en HDCIS



Lorsque nous comparons les scores obtenus par les patients selon leur étiologie, avec les deux voix : masculine et féminine, sur les deux enregistrements audiovisuels en HDCIS, nous remarquons des différences.

L'analyse statistique montre un effet statistiquement significatif du facteur stratégie par rapport aux surdités acquises des patients. Leurs performances sont meilleures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Cet effet significatif ne se retrouve pas pour les surdités congénitales.

Pour les surdités congénitales, le t expérimental est de 2,717. Il est égal à 6,7868pour les surdités acquises. Nous utilisons la table de STUDENT avec un risque ∝ égal à 1%. Nous concluons pour les surdités acquises à l'hypothèse H1 et à H0 pour les surdités congénitales.

3.2.3.5. Analyse

La voix féminine a un effet significatif sur la compréhension du langage oral. Cet effet est présent quel que soit le sexe des patients, pour les patients âgés de moins de 65 ans, qui portent l'Opus 2 depuis plus de trois mois, dont la surdité est acquise.

3.2.4. Conclusion de la comparaison des voix en HDCIS

Le facteur voix est significatif en HDCIS. Les performances des patients sont supérieures avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme.

Cet effet significatif de la voix féminine se retrouve quel que soit l'âge des patients à la vitesse de LIM et au taux de présentation. Nous ne retrouvons pas cet effet en pourcentage d'identification pour les patients qui ont plus de 64 ans.

Avec une expérience de l'Opus 2 strictement supérieure à trois mois, le facteur voix est significatif sur les trois outils de mesure.

L'effet significatif de la voix de femme par rapport à la voix d'homme se retrouve quel que soit le sexe des patients au taux de présentation et en pourcentage d'identification. En vitesse de LIM, le facteur voix n'est significatif que pour les femmes.

Au niveau des étiologies des surdités, seules les surdités acquises permettent de mettre en évidence le facteur voix de manière significative.

4. Résultats du questionnaire

Nous avons reçu en retour de la passation de test, seulement dix-sept questionnaires. De cette manière, la population étudiée par le questionnaire, ne compte plus que dix-sept patients. Les patients ne les ont pas renvoyés pour une raison connue. Ils n'arrivent à le remplir car les intonations et les émotions ne sont pas pertinentes pour eux à l'oral, ils s'appuient sur le visuel.

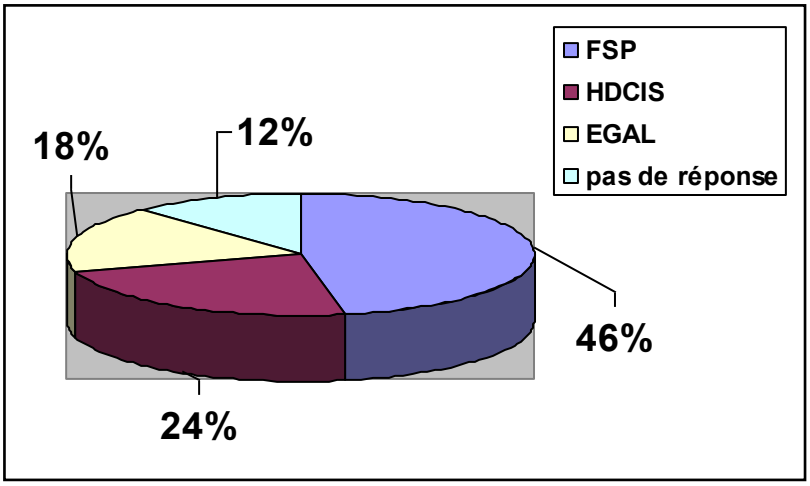
Il s'agit toujours de patients adultes, sourds, implantés et portant le processeur vocal Opus 2 du fabricant autrichien Med-el.

En prenant, les réponses de chaque patient pour chaque question, nous remarquons que la majorité des patients préfèrent le programme codant la structure fine ou considèrent que leur compréhension est identique avec les deux programmes. Cependant certains patients semblent préférer le programme qui ne code pas la structure fine à celui qui la code.

Afin de voir l'effet du codage de la structure fine sur la compréhension du langage oral et de la prosodie de la parole, nous allons voir les différentes proportions des stratégies de codage (FSP ou HDCIS) pour chacune des questions.

4.1. Préférence globale pour la compréhension de la prosodie

Tableau n°74 : préférence pour comprendre la prosodie



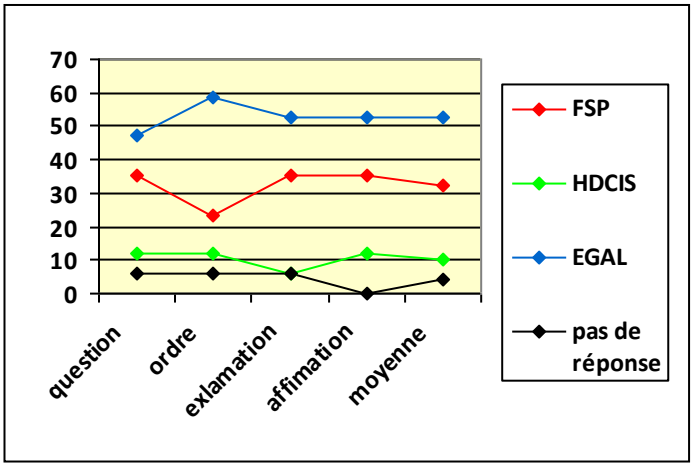
Les patients préfèrent le codage de la structure fine pour comprendre les différents éléments de la prosodie. Ils sont 47,06% précisément dans ce cas, alors que seulement 23,53% des patients ont une préférence pour le programme qui ne code pas la structure fine. Des patients (17,65%) n'arrivent pas à définir un programme comme étant supérieur à l'autre.

Il semble que la stratégie de codage FSP a un effet supérieur que la stratégie de codage HDCIS pour la compréhension globale des éléments de la prosodie.

4.2. Compréhension en milieu calme

Voici les proportions de chaque stratégie de codage, question par question pour la compréhension dans un milieu calme :

Tableau n°75 : proportion des réponses en milieu calme



En ce qui concerne la compréhension globale des intonations des phrases dans un milieu calme, nous remarquons qu'une proportion plus importante de patients (32,35%) préfère la stratégie de codage avec la structure fine par rapport à une stratégie qui ne la code pas (10,29%).

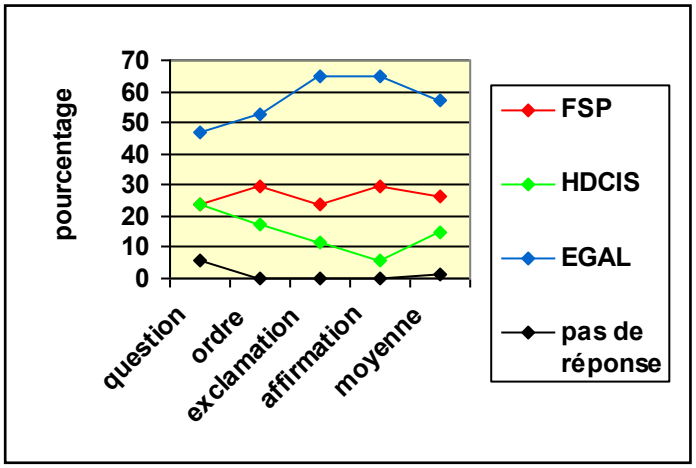
Nous pouvons voir également que 52,94% des patients pensent comprendre les intonations de la même manière quelle que soit la stratégie de codage utilisé.

Par ces proportions, il semble que la stratégie de codage de la structure fine (FSP) a un effet supérieur par rapport à une stratégie HDCIS qui ne la code pas.

4.3. Compréhension avec un bruit de fond

Les proportions des préférences des patients pour la compréhension dans un milieu avec un bruit de fond, pour chacune des questions sont différentes qu'en milieu calme. Les proportions sont données, comme pour la compréhension en milieu calme, question par question en fonction de la stratégie de codage utilisée.

Tableau n°76 : proportion des réponses dans un milieu avec un bruit de fond



La compréhension des intonations simples dans un milieu avec un bruit de fond est facilitée par le codage de la structure fine. 26,47% des patients pensent que la stratégie de codage FSP permet une meilleure compréhension des intonations alors que seulement 14,7% préfèrent la stratégie de codage HDCIS.

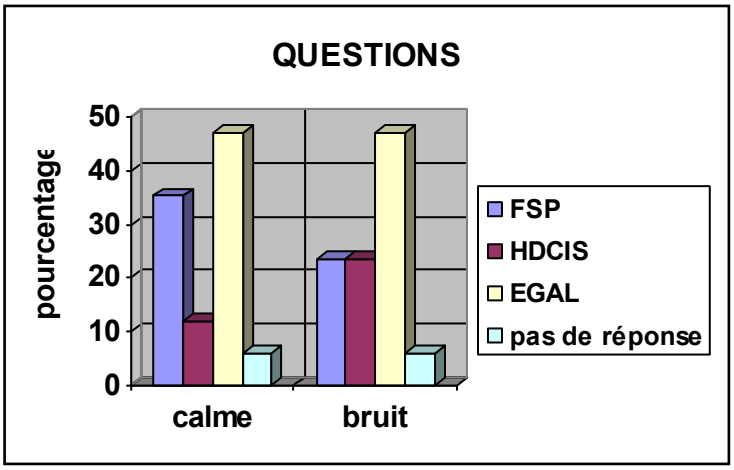
Nous notons que 57,35% des patients n'ont pas de préférence entre les deux stratégies de codage.

De part ces observations, nous pouvons conclure que la stratégie de codage FSP (avec la structure fine) a un effet supérieur à la stratégie HDCIS, pour la compréhension de intonations simples dans un milieu avec un bruit de fond.

4.4. Comparaison des résultats entre un milieu calme et un milieu bruyant

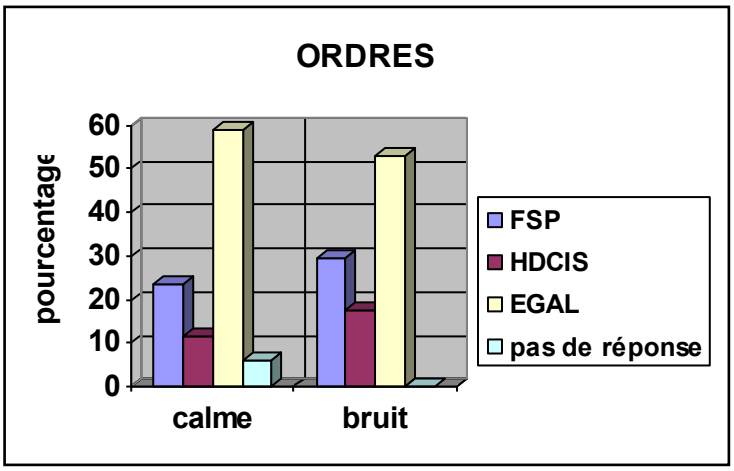
Il existe un glissement des réponses lorsque le milieu change. Les patients se tournent vers la stratégie de codage HDCIS lorsqu'il passe dans le bruit, pour comprendre les questions, les ordres et les exclamations. Ils se tournent également vers la stratégie FSP pour les ordres donnés dans le bruit.

Tableau n°77 : évolution de la compréhension des questions d'un milieu à un autre



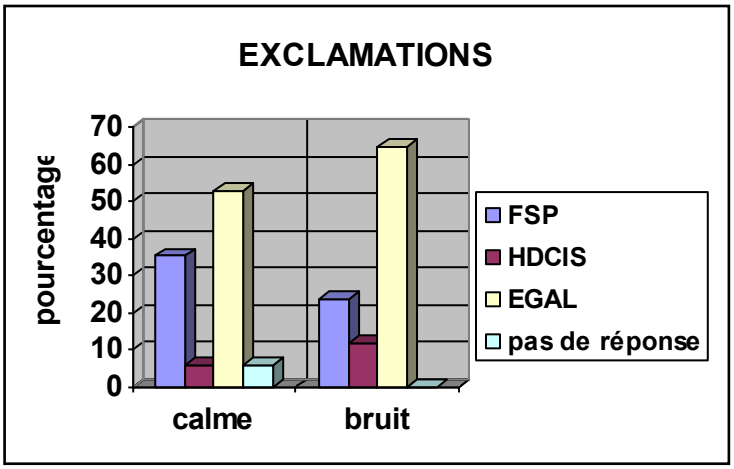
Pour comprendre les questions dans le bruit, les patients implantés qui dans le calme préfèrent la stratégie de codage FSP, modifient leur préférence vers la stratégie HDCIS.

Tableau n°78: évolution de la compréhension des ordres d'un milieu à un autre



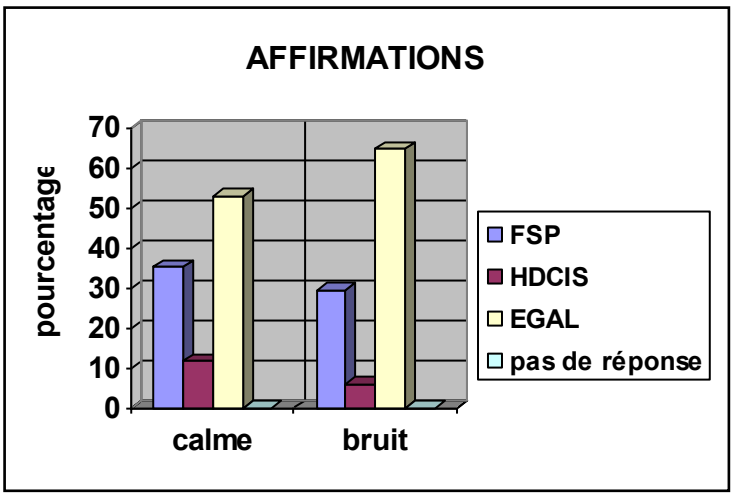
Lorsque les patients passent d'un milieu calme à un milieu bruyant, ils modifient leur préférence au niveau des stratégies de codage. Ceux qui n'ont pas donné des réponses ou qui trouvaient que les deux stratégies donnaient des sensations d'écoute identiques, se sont tournés soit vers la stratégie FSP, soit vers la stratégie HDCIS pour comprendre les ordres.

Tableau n°79 : évolution de la compréhension des exclamations d'un milieu à un autre



Dans le but de comprendre les phrases exclamatives dans le bruit, les patients implantés qui favorisaient la stratégie FSP ou qui ne donnaient pas de réponse, se tournent vers la stratégie HDCIS ou pensent que les deux stratégies procurent des sensations d'écoute identique.

Tableau n°80 : évolution de la compréhension des affirmations d'un milieu à un autre



Les patients implantés préfèrent la stratégie FSP à la stratégie HDCIS pour comprendre les phrases affirmatives en milieu calme. Au passage dans un milieu avec un

bruit de fond, les patients pensent que les deux stratégies donnent de mêmes sensations d'écoute.

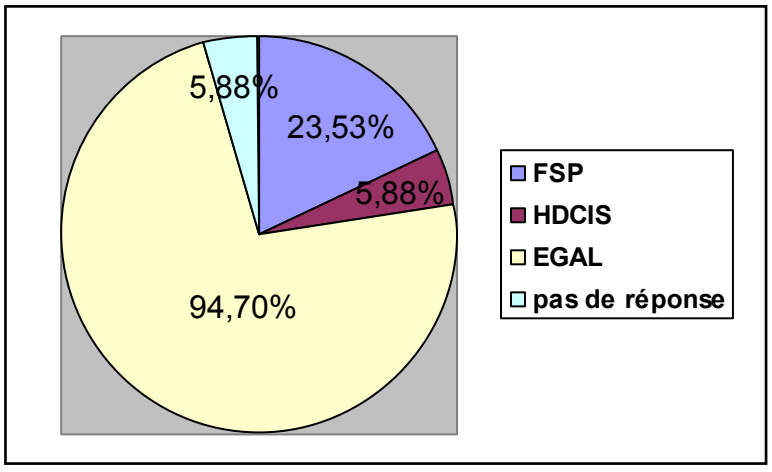
4.5. Compréhension des émotions

La compréhension des émotions est une partie intégrante de la prosodie. Les intonations, l'accentuation, les pauses, le rythme ainsi que le débit trahissent les émotions de l'interlocuteur. L'auditeur peut connaître et identifier les émotions de celui qui parle.

4.5.1. Compréhension globale des émotions

Nous analysons la compréhension des patients pour chaque émotion de base que nous avons choisi (joie, tendresse, tristesse, colère, douleur). Quatorze patients ont répondu à ces questions. L'ensemble des patients ayant renvoyé le questionnaire, se sont exprimés sur leur préférence entre les deux stratégies de codage : FSP ou HDCIS, pour comprendre globalement les émotions de leurs interlocuteurs.

Tableau n°81 : compréhension globale des émotions



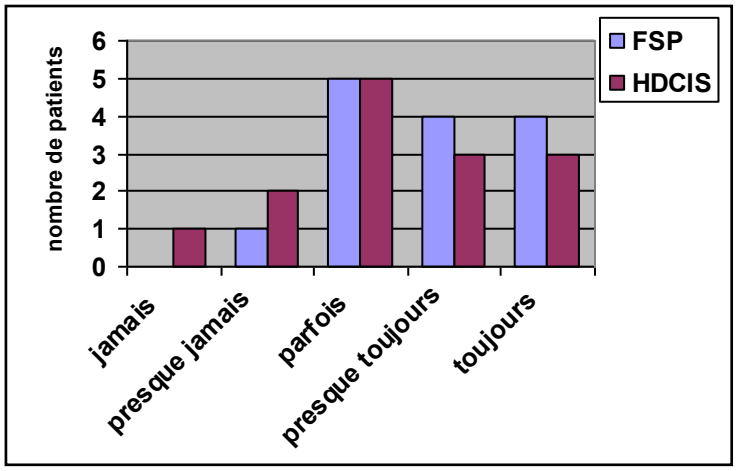
Globalement, les émotions sont comprises, plus facilement grâce à la stratégie de codage FSP. 23,53% des patients utilisent préférentiellement le programme qui code la structure fine pour identifier les émotions de leurs interlocuteurs. Seulement 5,88% des patients préfèrent le programme sans la structure fine pour les comprendre (HDCIS).

64,7% des patients ne peuvent manifester précisément une préférence pour l'un des deux programmes qu'ils ont testés, dans l'objectif de percevoir et d'identifier les émotions.

Il semble que la stratégie de codage FSP du processeur vocal Opus 2 a un effet supérieur à la stratégie de codage HDCIS qui ne code pas la structure fine, pour la compréhension des émotions.

4.5.2. Le degré de compréhension des émotions

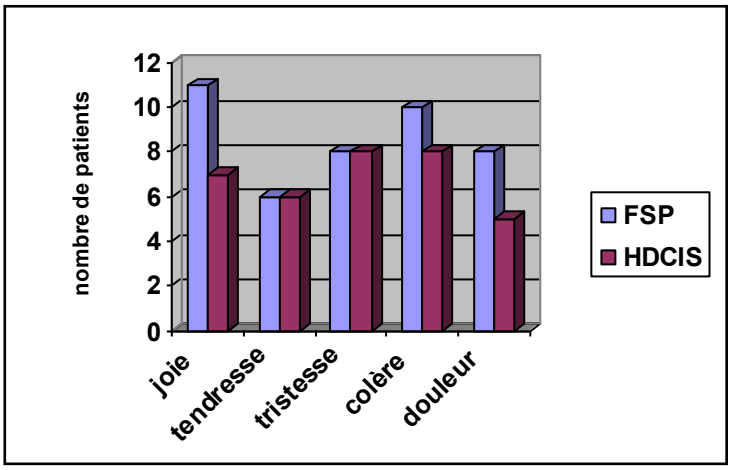
Tableau n°82 : degré de compréhension des émotions



Huit patients sur les quatorze, comprennent toujours ou presque toujours les émotions avec le codage de la structure fine, alors que six patients sont dans ce cas pour le programme sans la structure fine. Un seul patient est en difficulté (jamais ou presque jamais) pour comprendre ces émotions avec la stratégie FSP, alors que trois patients sont dans ce cas avec la stratégie HDCIS.

4.5.3. Identification des émotions

Tableau n°83 : nombre de patients identifiant chaque émotion



Nous percevons une différence entre les deux stratégies de codage au niveau de la capacité d'identification des émotions. Avec l'accès à la structure fine, quarante-trois émotions ont été identifiées sur l'ensemble des onze patients (ayant répondu à ces questions). Trente-quatre émotions on été reconnues lorsque la structure fine n'est pas accessible.

Il est important de notifier que les patients avaient la possibilité de cocher plusieurs cases pour chacune des stratégies de codage.

4.6. Conclusion du questionnaire

Globalement, la stratégie FSP est préférée par les patients pour comprendre la prosodie de la parole. Dans le calme comme dans le bruit, la stratégie FSP est toujours privilégiée par les patients pour comprendre les intonations. Cependant la différence entre les deux diminue lorsque les patients passent dans le bruit. Le changement de milieu provoque un glissement des préférences, au détriment de la stratégie FSP, vers la stratégie HDCIS.

De manière générale, les patients privilégient la stratégie de codage FSP à la stratégie HDCIS pour comprendre et identifier les émotions de leurs interlocuteurs. En FSP, les émotions sont identifiées plus facilement et plus fréquemment qu'en HDCIS. Avec cette dernière stratégie sans la structure fine, les patients pensent se trouver plus souvent en difficulté pour les identifier. La stratégie FSP permet d'identifier un plus grand nombre d'émotions que la stratégie HDCIS.

CHAPITRE 6 : DISCUSSION

1. Discussion des résultats

1.1. La stratégie de codage FSP améliore la compréhension

Si nous regroupons tous les patients de l'étude, nous arrivons à un effet significatif du facteur stratégie. Les performances des patients sont supérieures avec la stratégie FSP qu'avec la stratégie HDCIS. Nous rappelons que la stratégie FSP code la structure fine sur les fréquences basses, contrairement à la stratégie HDCIS qui ne la code sur aucune fréquence.

Le test mis en place pour notre étude ne nous permet pas d'affirmer que l'effet supérieur du codage de la structure fine a une répercussion sur la compréhension de la prosodie de la parole. Le test n'évalue pas que cette compréhension précisément. Il nous permet seulement de voir si la stratégie FSP améliore la compréhension du langage oral, étant donné que nous avons laissé l'accès à la lecture labiale ce qui facilite la compréhension. Les textes utilisés étaient également compréhensibles sans un apport particulier au niveau de la prosodie. Les textes ne comprenaient pas d'ambiguïtés de sens que la prosodie pourrait lever.

Nous allons voir qu'il existe des variabilités inter individuelles qui influencent la compréhension du langage oral. Nous n'arrivons pas toujours à un effet significatif avec toutes les variables : l'âge des patients, leur expérience avec l'Opus, leur sexe et l'étiologie de leur surdité. Ces variables sont également modifiées selon les outils de mesure utilisés, la vitesse de LIM, le taux de présentation et le pourcentage d'identification.

1.1.1. L'influence de l'âge

Le facteur stratégie est significatif quel que soit l'âge des patients, en vitesse de LIM. Cet outil de mesure est un quotient qui comptabilise le nombre de mots qu'un patient peut en moyenne identifier et répéter correctement sur une minute. La vitesse de LIM prend en compte la vitesse de réponse des patients, mais aussi leurs capacités à bien comprendre le

langage oral. Cet effet significatif montre que l'accès au codage de la structure fine permet aux patients de tout âge d'identifier et de répéter plus de mots en une minute qu'avec la stratégie HDCIS.

Le facteur stratégie est également significatif pour les patients de tout âge, au taux de présentation. Ce quotient dénombre les mots qui ont été présentés aux patients en une minute (moyenne calculée sur cinq minutes). Lors du test, les patients ont la possibilité de lire les phrases quand ils ne peuvent pas les répéter par manque de compréhension. Lire les phrases afin de s'assurer de bien avoir répété demande du temps. Les patients qui vérifient le texte pour chaque phrase car ils ne l'ont pas compris ou parce qu'ils ne sont pas sûrs de leurs réponses, ont des scores au taux de présentation plus faible que ceux qui ne vérifient pas car ils ont bien compris et qu'ils sont sûr de leur compréhension. La validation de l'hypothèse H1 montre que le codage de la structure fine donne accès à une rapidité de compréhension du langage oral.

Au contraire des deux outils de mesure que nous venons de voir, le pourcentage d'identification ne montre un effet significatif du facteur stratégie sur aucune des trois tranches d'âge. Ce dernier outil de mesure est le pourcentage de mots identifiés correctement par les patients, par rapport au nombre de mots qui leur sont présentés. Il existe deux explications possibles pour illustrer les différences non significatives sur les trois tranches d'âge étudiées. Pour les patients âgés de 20 à 49 ans et pour ceux âgés de 50 à 64 ans, il existe une différence entre les scores obtenus avec la stratégie FSP et ceux avec la stratégie HDCIS. Ceux réalisés avec le codage de la structure fine sont en moyenne supérieurs à ceux obtenus avec la stratégie HDCIS. Cependant cette différence n'est pas suffisamment marquée pour devenir significative d'un point de vue statistique. La proportion de mots identifiés en FSP n'est que très peu supérieure à celle en HDCIS. Pour les patients âgés de 65 ans et plus, la différence entre les moyennes des scores entre les deux stratégies, existe également. Les scores sont supérieurs avec la stratégie FSP. La différence semble plus marquée que pour les autres tranches d'âge. Cependant, suite au calcul statistique nous concluons à H0, l'hypothèse où les deux stratégies de codage ont le même effet sur la compréhension du langage oral. La validation de cette hypothèse peut s'expliquer par le nombre restreint de patients dans cette catégorie d'âge. Ils ne sont que cinq à avoir 65 ans ou plus. Un nombre limité de patients tel que celui-ci, peut engendrer une différence non significative des scores, d'un point de vue statistique même si elle paraît importante.

La variable de l'âge est influencée par les outils de mesure utilisés. Lors de cette comparaison des deux stratégies FSP et HDCIS, l'âge des patients n'agit pas sur les résultats, car les trois tranches d'âge montrent toutes un effet significatif du codage de la structure fine ou aucune ne le montre selon l'outil de mesure.

1.1.2. L'influence de l'expérience de l'Opus 2

Nous avons découpé l'expérience des patients avec l'Opus 2 en trois périodes : inférieure ou égale à trois mois, strictement supérieure à trois mois et supérieure ou égale à un an. En groupant les trois outils de mesure à notre disposition, nous concluons à une différence non significative entre les scores avec et sans le codage de la structure fine pour les patients dont l'expérience avec l'Opus 2 est inférieure ou égale à trois mois. La différence entre les scores est visible lorsque nous examinons les graphiques des moyennes des scores. Cet effet non significatif pourrait s'expliquer par le nombre restreint de patients concernés par cette période. Cependant, nous retrouvons cette même conclusion sur les trois outils de mesure. Cette répétition de résultats montre que la stratégie de codage FSP n'a pas un effet supérieur par rapport à la stratégie HDCIS dans la compréhension du langage oral, pour les patients dont l'expérience de l'Opus 2 ne dépasse pas trois mois.

Nous expliquons cette conclusion par le fait que les patients ont besoin d'un temps d'adaptation à ce processeur. Ce temps d'adaptation est mis en avant dans les études de Würzburg. Ils expliquent ce délai par un besoin d'intégrer la nouvelle stratégie de codage du processeur Opus 2.

Au niveau de la vitesse de LIM et du taux de présentation, les expériences avec l'Opus 2 strictement supérieures à trois mois montrent des différences significatives entre les scores obtenus avec le codage de la structure fine et sans ce codage. Cependant, le pourcentage d'identification ne montre une différence significative que pour une expérience comprise entre trois mois et un an. Même si la différence entre les deux séries de scores est visible lorsque nous regardons les moyennes des scores avec une supériorité pour la stratégie FSP, elle n'est pas suffisamment importante pour l'expérience de plus d'un an, pour être d'un point de vue statistique significative.

Lorsque nous comparons les performances des patients au niveau de la compréhension du langage oral entre les deux stratégies : FSP et HDCIS, il semble que l'expérience avec l'Opus 2 influe les résultats. Un temps d'adaptation de trois mois est nécessaire pour voir apparaître un effet significatif du codage de la structure fine.

1.1.3. L'influence du sexe

Quel que soit le sexe des patients et quel que soit l'outil de mesure utilisé, le facteur stratégie a un effet significatif sur la compréhension du langage oral. Les performances des patients sont supérieures avec la stratégie FSP pour les trois outils de mesure. Ils identifient et répètent plus de mots en une minute. Un nombre de mots plus important leur est présenté en une minute. Ils identifient une proportion supérieure de mots par rapport au nombre de mots présentés avec la stratégie FSP qu'avec la stratégie HDCIS.

Le sexe des patients ne vient pas influencer les résultats au test de compréhension du langage oral. Les patients, hommes et femmes, sont plus performants avec l'accès à la structure fine.

1.1.4. L'influence de l'étiologie

Les patients qui participent à notre étude ne partagent pas tous la même histoire, la même origine, la même étiologie de leur surdité. Vingt-deux patients présentent une surdité acquise, alors que trois présentent une surdité congénitale.

Pour les surdités acquises, quel que soit l'outil de mesure, un effet significatif de la stratégie FSP est démontré. Pour les surdités congénitales, cet effet significatif n'est présent que pour la vitesse de LIM et pour le taux de présentation. Les patients sont plus performants sur ces deux mesures, lorsqu'ils ont accès à la structure fine. Cependant, au niveau du pourcentage d'identification, la stratégie FSP n'a pas un effet significatif par rapport à la stratégie HDCIS, pour les patients ayant une surdité congénitale. Ce résultat peut être expliqué par le nombre restreint de patients dans cette catégorie. Nous ne comptons que trois patients sourds congénitaux sur les vingt-cinq de l'étude. Cette proportion faible n'est pas représentative de la population d'adultes sourds implantés. Ce résultat peut être explicité par une autre raison. Les patients sourds congénitaux n'ont pas perdu l'accès à la structure fine

avec leur perte d'audition comme pour les patients sourds acquis. Ils n'ont jamais eu accès à cette composante de la parole car ils n'ont pas de passé auditif. Il est donc difficile de savoir s'ils s'appuient ou non sur son codage pour comprendre le langage oral. La structure fine n'est pas obligatoirement significative pour les personnes qui n'y ont pas eu accès. Ces patients ont développé leur compréhension seulement sur le système phonologique du français oral et non sur les apports supplémentaires données par la structure fine. Il est donc difficile de savoir si nous n'arrivons pas à une différence significative à cause du nombre limité de patients ou parce que la différence est réellement non significative à cause du type de surdité qu'ils présentent. Nous savons néanmoins qu'elle est significative pour les surdités congénitales avec les deux autres outils de mesure.

L'étiologie des surdités des patients a une influence sur les résultats lorsque nous comparons deux stratégies de codage : FSP et HDCIS.

1.2. La voix de femme aide à la compréhension

Nous arrivons à un effet significatif du facteur voix en regroupant les vingt-cinq patients de l'étude en FSP et en HDCIS. Les variabilités inter individuelles peuvent ici aussi influencer les résultats de notre étude.

1.2.1. L'influence de l'âge

Le facteur voix en significatif pour tous les âges en FSP et en HDCIS pour la vitesse de LIM et pour le taux de présentation. Les patients identifient correctement plus de mots avec la voix de femme qu'avec la voix d'homme. La voix de femme permet également de présenter un grand nombre de mots aux patients de tout âge. Nous arrivons à une différence significative entre les scores obtenus avec la voix de femme et ceux réalisés avec la voix d'homme, les scores avec la voix féminine étant supérieurs aux autres. Pour ces deux outils de mesure, l'âge n'influence pas nos résultats quel que soit l'âge des patients.

Au niveau du pourcentage d'identification, le facteur voix est significatif que pour les patients âgés de 20 à 49 ans en FSP. Ces jeunes patients font moins d'erreurs de répétition avec la voix de femme qu'avec la voix d'homme. Les différences entre les scores obtenus

avec la voix de femme et avec la voix d'homme ne sont pas significatives pour les patients qui ont entre 50 et 64 ans et pour ceux âgés de 65 ans et plus. En regardant les moyennes des scores, ceux de la voix de femme sont supérieurs à ceux de la voix d'homme pour les deux catégories d'âge. Cependant les différences ne sont pas suffisamment marquées par être statistiquement significatives. En HDCIS, la différence devient significative pour les patients qui ont entre 50 et 64 ans. Seule la différence des scores des patients plus âgés (65 ans et plus) reste non significative. Il est important de rappeler que le nombre de patients qui ont 65 ans et plus est limité (cinq patients) ce qui peut nous faire conclure à une différence non significative alors qu'elle pourrait l'être avec un corpus de patients plus important.

L'âge des patients influence nos résultats en pourcentage d'identification. Seuls les patients les plus jeunes montrent une différence significative entre leurs scores avec la voix féminine et ceux avec la voix masculine.

1.2.2. L'influence de l'expérience de l'Opus 2

Pour la vitesse de LIM et pour le taux de présentation, les expériences avec l'Opus 2 strictement supérieures à trois mois montrent un effet significatif du facteur voix. Les performances des patients sont supérieures avec la voix de femmes pour répéter correctement les mots et au niveau de mots présentés, par rapport à la voix d'homme.

L'expérience avec l'Opus 2 joue un rôle important sur les résultats de notre étude. Quel que soit l'outil de mesure employé et quelle que soit la stratégie de codage mise en place (FSP ou HDCIS), la différence des scores entre ceux obtenus avec la voix féminine et ceux avec la voix masculine n'est pas significative. Les différences sont visibles lorsque nous regardons les moyennes des scores pour les trois outils, cependant elles ne sont pas assez importantes pour être significatives statistiquement. Les patients ont besoin d'un temps d'adaptation supérieur à trois mois pour que la voix féminine ait un effet significatif par rapport à la compréhension du langage oral.

Le pourcentage d'identification en FSP montre une différence non significative pour les patients portant l'Opus 2 depuis un an et plus. Ces patients commettent moins d'erreurs de répétition avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Cependant la différence n'est pas suffisante pour être statistiquement significative.

L'expérience des patients avec l'Opus 2 influe sur les résultats de notre étude. Ils ont besoin d'un temps d'adaptation de trois mois pour parvenir à un effet significatif du facteur voix.

1.2.3. L'influence du sexe

Le sexe des patients ne permet pas de conclure la même chose au niveau de l'effet du facteur voix sur la compréhension du langage oral. Au niveau de la vitesse de LIM, en FSP et en HDCIS, le facteur voix n'est significatif que pour les femmes. Les performances sont améliorées lorsque le test est réalisé avec la voix féminine. L'effet significatif de cette voix n'est pas mis en évidence pour les hommes. Même si les moyennes des scores semblent supérieures pour la voix féminine par rapport à la voix masculine, la différence entre les deux n'est pas assez importante pour devenir significative d'un point de vue statistique. Pour cet outil de mesure, la vitesse de LIM, le sexe est un facteur de variable puisque tous les patients ne permettent pas d'arriver à la même conclusion.

Au niveau du taux de présentation, que ce soit en FSP ou en HDCIS, le facteur voix est significatif pour les deux sexes : hommes et femmes. Tous les patients ont des performances supérieures avec la voix féminine qu'avec la voix masculine. Le sexe n'est pas une variable avec le taux de présentation puisque tous les patients quel que soit leur sexe, permettent de mettre en évidence l'effet significatif de la voix féminine par rapport à la voix masculine.

Pour le pourcentage d'identification, le facteur voix n'est significatif que pour les femmes en FSP, alors qu'il est significatif pour les deux sexes en HDCIS. Cette différence de résultats peut s'expliquer par le nombre restreint d'hommes dans la population étudiée (cinq sur vingt-cinq). Cette faible proportion peut permettre de conclure à un effet significatif comme à un effet non significatif. Une proportion d'hommes plus importante serait nécessaire pour être sûr de nos résultats. L'effet du facteur voix serait donc dépendant du sexe des patients au niveau du pourcentage d'identification.

1.2.4. L'influence de l'étiologie

Les patients de notre étude présentent soit une surdité acquise, soit une surdité congénitale. Comme nous l'avons vu précédemment, ces deux types de surdité n'ont pas les mêmes conséquences sur le développement de l'expression et de la compréhension du langage oral. Avec la vitesse de LIM et avec le pourcentage d'identification, l'effet du facteur voix est significatif seulement pour les patients présentant une surdité acquise en FSP comme en HDCIS. Ces patients répètent plus de mots en une minute et commettent moins d'erreurs de répétition lors du test avec la voix de femme par rapport à la voix d'homme. Nous rappelons que notre étude ne comprend que trois patients présentant une surdité congénitale. Cette faible proportion peut être à l'origine de l'effet non significatif du facteur voix.

Au niveau du taux de présentation, le facteur voix est significatif pour les deux étiologies en FSP. En HDCIS, l'effet significatif ne se retrouve que pour les surdités acquises avec le même outil de mesure. Cette différence de résultats entre les deux stratégies de codage peut s'expliquer de deux manière différentes et peut-être associées. La stratégie HDCIS ne code pas la structure fine comme le fait la stratégie FSP. Cet apport supplémentaire en FSP est peut-être à l'origine de cet effet significatif pour les patients sourds congénitaux. Cependant les sourds congénitaux ne représentent qu'une faible proportion du corpus de patients (trois sur vingt-cinq). Ce nombre limité est peut-être à l'origine de cette différence de résultats entre les deux stratégies avec un même outil de mesure.

1.3. Le codage de la structure fine améliore la compréhension de la prosodie

Suite à l'étude des questionnaires qui nous ont été retournés, il semble que la stratégie FSP est préférée par rapport à la stratégie HDCIS pour comprendre la prosodie.

1.3.1. La stratégie FSP privilégiée pour les intonations

Pour comprendre les émotions dans le calme, les patients préfèrent la stratégie FSP à la stratégie HDCIS. Cette préférence est également présente pour comprendre les intonations

dans un milieu avec un bruit de fond. Cependant la différence existante entre la proportion de patients privilégiant la stratégie FSP et celle des patients préférant la stratégie HDCIS est plus importante dans un milieu calme. Cette différence tend à diminuer lorsque les patients passent dans un milieu avec un bruit de fond. Il existe un glissement des réponses vers la stratégie HDCIS, et au détriment de la stratégie FSP, même si elle reste majoritairement privilégiée par les patients.

Il serait intéressant de voir si un test statistique est possible à appliquer à ces observations afin d'évaluer l'évolution des préférences et de savoir si ce glissement des réponses est significatif ou non.

1.3.2. La stratégie FSP privilégiée pour les émotions

De manière générale, les patients préfèrent le codage de la structure fine pour comprendre et identifier les émotions de leurs interlocuteurs. Contrairement à la stratégie HDCIS, la stratégie FSP met les patients moins en difficulté pour reconnaître les émotions, ils arrivent ainsi à identifier plus d'émotions. La stratégie HDCIS met les patients plus en difficulté, ils sont moins nombreux à considérer qu'ils comprennent presque toujours ou toujours les émotions de leurs interlocuteurs.

Dans le but d'objectiver ces préférences, il faudrait trouver un test statistique qui peut s'appliquer à ce type de données. Nous pourrions ainsi mettre en évidence d'un point de vue statistique et objectif les apports du codage de la structure fine vis-à-vis de la compréhension des émotions.

2. Les limites et les poursuites de l'étude

Cette étude comporte néanmoins des limites. Nous nous sommes rendu compte qu'il existe des biais à notre étude. Nous allons les exposer et voir ce qui pourra être fait par la suite pour prolonger notre étude sur les apports du double codage de la structure fine et de l'enveloppe temporelle.

2.1. Les limites

2.1.1. Une population restreinte

Notre étude porte sur un nombre restreint de patients. Nous ne comptons que vingt-cinq patients pour le test et dix-sept pour le questionnaire. Une population d'étude plus importante permettrait d'être plus sûr des résultats obtenus. Augmenter la population donne la possibilité d'avoir des données plus représentatives. Le nombre restreint de la population empêche une répartition égale des patients selon les critères d'analyse. Nous ne concluons pas de façon systématique à H1 pour les deux sexes, pour les deux étiologies de surdité et pour toutes les tranches d'âge. Nous ne comptons que cinq hommes sur les vingt-cinq patients de la population étudiée, que trois patients sur les vingt-cinq présentant une surdité congénitale et que cinq patients ayant 65 ans et plus. Ces différences de répartition peuvent conduire à l'hypothèse H0. Cependant, nous ne savons pas si nous arrivons à cette hypothèse car la différence analysée n'est réellement pas significative ou parce que la population restreinte ne permet pas de conclure à H1.

La population d'étude était encore plus limitée pour l'étude du lien entre le codage de la structure fine et la prosodie de la parole. Dix-sept patients seulement nous ont retourné le questionnaire. Il semble que les questions n'étaient pas porteuses de sens pour tous les patients. Par exemple, une patiente nous a expliqué qu'elle identifiait les intonations et les émotions de ses interlocuteurs, visuellement. Elle s'appuie sur ce qu'elle voit pour les identifier. L'audition seule avec son implant cochléaire ne lui permet pas de le faire, ce n'est pas significatif pour elle.

2.1.2. Les voix enregistrées

Les enregistrements audiovisuels utilisés pour évaluer la compréhension du langage oral selon la stratégie de codage, ont été réalisés avec la voix d'un homme et celle d'une femme. Ces deux personnes ne parlent pas de la même façon. Nous avons vu précédemment que l'homme avait un débit moyen plus lent que celui de la femme. Mais cette dernière semble plus articuler ce qui facilite la lecture labiale. Le facteur voix qui est significatif dans notre étude, est peut-être influencé par l'articulation plus précise de la femme, ce qui la rend plus compréhensible pour les personnes utilisant la lecture labiale.

Les patients s'habituent aux voix utilisées. Ils comprennent plus rapidement lors de la deuxième série d'enregistrement. Ils connaissent déjà les voix, ils n'ont plus besoin d'un temps d'adaptation à ces voix qui leur étaient inconnues jusque là.

2.1.3. L'adaptation aux programmes tests

Le temps d'adaptation aux programmes testés n'est pas pris en compte dans notre étude. Les patients portent la stratégie FSP au quotidien. Et lors de la passation de test, nous les évaluons sur leur compréhension avec les deux stratégies de codage. Ils sont habitués à la FSP, alors qu'ils ne sont pas habitués à l'HDCIS, surtout pour ceux dont l'Opus 2 est le premier processeur porté. Prendre en compte ce temps d'adaptation aurait demandé de faire le test en deux fois. Les patients portent pendant un temps une des stratégies que nous testons à la fin du délai imparti. Puis ils changent de stratégie de codage pour la même durée, et nous les testons de la même façon à la fin du temps imparti. Tout en gardant le principe du double aveugle, ce protocole permettrait d'éviter le biais de l'adaptation à chaque programme. Nous n'avons pas pu mettre en place ce protocole faute de temps, la durée de notre étude étant limitée.

2.1.4. L'influence des capacités de mémorisation

La population étudiée lors de notre étude a été choisie très large, cependant les patients choisis n'ont pas tous les mêmes capacités de mémorisation. Cette différence de capacité peut engendrer des différences dans les résultats du test. En général, l'empan endroit moyen d'un adulte est de sept éléments. Un adulte peut redonner correctement une série donnée à l'oral et qui peut compter jusqu'à sept éléments linguistiques verbaux. Le test comprend des phrases

qui peuvent compter jusqu'à treize mots au maximum. Cette longueur de phrase est déjà suffisante pour que certains patients soient plus en difficulté que d'autres. Un patient qui n'a pas de déficit mnésique, peut répéter rapidement ce qu'il a perçu alors qu'un patient en difficulté va chercher les éléments oubliés. Une difficulté de mémorisation peut venir abaisser les scores de ces patients en vitesse de LIM et au taux de présentation car ces outils de mesure prennent en compte le nombre de mots répétés et présentés en fonction le temps écoulé. Ce phénomène de déficit mnésique est difficile à quantifier pour ces patients sourds et implantés. Il est difficile de savoir s'ils ne répètent pas correctement la phrase parce qu'ils ne l'ont pas bien perçue et comprise à cause de leur perte auditive ou parce qu'ils ne s'en souviennent plus à cause d'un problème de mémorisation.

2.1.5. La fatigue et l'anxiété

Pour la passation du test, les patients doivent rester concentrés sur les quatre enregistrements. Le temps du protocole total est de trente minutes ce qui oblige les patients à être attentifs pendant cette durée. Une fatigue peut se révéler au fur et à mesure du test. La fatigue est d'autant plus importante que les patients implantés doivent faire un effort pour entendre et comprendre ce qu'ils perçoivent. Ce facteur propre à certains patients est très difficile à objectiver. Nous ne pouvons pas savoir si les performances de la deuxième série d'enregistrements, sont abaissées à cause de la fatigue qui s'installe peu à peu, ou parce que nous venons de changer de programme de codage et que ce dernier est moins performant.

L'anxiété des patients de devoir passer un nouveau test de compréhension est également une limite à notre étude. Elle apparaît suite aux explications du test : ils vont devoir répéter des phrases qu'ils entendront. La répétition de phrases est un test qui reste difficile pour les personnes sourdes même implantées. Les patients le savent et redoutent ce type de test. Fréquemment, le stress redescend après la première série de films. Ils savent que la deuxième série comprendra les mêmes voix que celles utilisées dans la première et de cette manière, ils savent à quoi s'attendre pour la suite du test. Cette anxiété est difficile à objectiver. Il n'est pas possible de dire si les performances abaissées des patients, sur la première série de films, sont dues au stress ou à une compréhension difficile à cause du programme expérimental utilisé à ce moment-là.

2.2. Les poursuites

La passation du test pourrait être complétée dans l'objectif de préciser un peu plus les résultats. Il est possible d'ajouter d'autres films au test. Ces derniers mettent en scène une personne (un homme puis une femme) qui lit un texte avec une voix complètement monotone. Nous pouvons comparer les performances de patients entre la compréhension d'une voix avec des modulations et une voix monotone. Cette comparaison permet peut-être de mettre en évidence que le codage de la structure fine améliore la compréhension de la mélodie.

Le test peut être passé avec une modalité différente. L'absence de lecture labiale permet de ne tester que le versant auditif de la compréhension. Les personnes devenues sourdes, développent l'accès à la lecture labiale. Pour ces patients, le test était relativement simple car ils sont aidés par la lecture labiale pour répéter les phrases. Enlever la lecture labiale permettrait d'évaluer leur compréhension seulement en se basant sur ce qu'ils perçoivent avec leur implant. Nous pouvons peut-être mettre en avant que le codage de la structure fine permet une meilleure compréhension de la parole fluide, du discours même sans la lecture labiale.

Un test identique au nôtre, mais avec une passation dans un bruit de fond est intéressant. Selon Lorenzi (2006), la structure fine dont la perception est lésée pour les personnes présentant une surdité endocochléaire, aide surtout à mieux comprendre la parole dans le bruit. Ce test permet de mettre en évidence les capacités de compréhension du langage oral des patients avec l'Opus 2, dans le bruit.

En ce qui concerne la compréhension de la prosodie, un test peut être mis au point. Il est intéressant de comparer les performances d'identification des intonations et des émotions. Les patients, après avoir entendu une phrase, doivent dire dans quelle catégorie d'intonation, ils la classent : interrogation, exclamation, ordre, affirmation. La même chose est demandée pour les émotions : joie, colère, tristesse… Un protocole de ce type donne la possibilité de voir de façon plus objective les différences de performances qui peuvent exister entre deux programmes, un qui coderait la structure fine et l'autre qui ne la coderait pas.

3. Les répercutions sur la rééducation orthophonique

Grâce à cette étude, nous savons désormais, que les patients qui bénéficient du processeur vocal Opus 2 avec leur implant cochléaire, ont un meilleur accès à la compréhension du langage oral fluide et de la prosodie.

En ayant connaissance de cette nouvelle capacité que les patients peuvent utiliser, la rééducation orthophonique entreprise par les patients, peut suivre un nouvel axe de travail. En effet, il est maintenant possible de travailler, avec ces patients sur la reconnaissance des phrases, de la prosodie, des paramètres extra-verbaux.

Le travail de la prosodie va s'orienter vers la reconnaissance et l'identification des intonations, des émotions. D'autre part, en travaillant ces domaines, les patients vont pouvoir également travailler leur propre voix. Cette dernière s'est parfois modifiée avec l'apparition de la surdité. En effet, les patients devenus sourds n'ont plus de feed-back auditif, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent plus s'appuyer sur ce qu'ils perçoivent de leur voix pour se corriger. Ce phénomène est rétabli, grâce aux perceptions sonores provenant de l'implant cochléaire. Ainsi, l'accès aux intonations va permettre aux patients de moduler de plus en plus leur voix, en s'appuyant sur leur feed-back auditif de leurs productions orales. Le travail autour de la prosodie est de cette manière, double. Les patients aborderont avec l'orthophoniste ce domaine par les deux versants : compréhension et expression.

Il sera également possible d'aborder avec ces patients la musique. En effet, le processeur Opus 2 a été élaboré entre autre, pour une meilleure perception de la musique, d'où son nom. Avec les adultes présentant une surdité acquise à une période post-linguale, il est possible de s'appuyer sur des chansons, des mélodies connues et populaires qu'ils ont pu déjà entendre et chanter, avant leur perte d'audition. De cette manière, nous allons reprendre ces chants, en travaillant la mélodie, l'accentuation, le rythme, le débit et les pauses. En réalité, nous travaillons de façon plus ludique et anodine, les différents composants de la prosodie. Le travail autour des chansons permet également d'aborder l'articulation.

CONCLUSION

Le nouveau processeur vocal Opus 2 présenté par Med-el, propose une nouvelle stratégie de codage : la stratégie FSP. Elle code à la fois l'enveloppe temporelle et la structure fine de la parole. Nous avons étudié ce double codage afin de connaître ce qu'il apporte aux patients porteurs d'un implant cochléaire, pour la compréhension du langage oral.

Suite à l'analyse statistique réalisée sur les scores des patients obtenus lors du test, il semble que la stratégie FSP ait un effet significatif sur la compréhension du langage oral. Elle permet aux patients d'obtenir de meilleurs scores par rapport à la stratégie HDCIS. Cependant, il semble que cet effet ne soit pas vérifié pour les patients qui portent le processeur Opus 2 depuis moins de trois mois. Tout comme l'équipe de Würzburg, nous pensons qu'un temps d'adaptation de trois mois, à la stratégie FSP, est nécessaire pour que les patients intègrent ce double codage de la parole.

L'analyse statistique nous a également permit de mettre en évidence l'effet significatif du facteur voix sur la compréhension du langage oral. Les patients ont de meilleures performances avec une voix féminine par rapport à une voix masculine. Nous retrouvons également le temps d'adaptation de trois mois. Les scores de ces patients ne nous permettent pas de conclure à un effet significatif de la voix de femme.

Pour la compréhension de la prosodie, la stratégie FSP est préférée par les patients implantés dans un milieu calme comme dans un milieu avec un bruit de fond. Cependant il existe un glissement des réponses des patients dans le bruit. La proportion de patients préférant la stratégie FSP augmente au détriment de la stratégie FSP, même si elle reste plus importante. A ce jour, nous ne pouvons pas expliquer ce glissement des réponses au passage dans le bruit.

Il semble que le double codage de la structure fine et de l'enveloppe temporelle permet une meilleure compréhension de la parole fluide par l'accès à la prosodie. Mais est-ce la seule raison de cette amélioration ?

BIBLIOGRAPHIE

BOCHER E. (2007) « *L'essor du vocabulaire suite à l'implantation cochléaire chez l'enfant* », Mémoire pour l'obtention du diplôme de capacité d'orthophonie, Nantes

BOLINGER D. (1972) "*Intonation"*,
Edition Peguin Book Education, Middlesex, Baltimore, Ringwood

BOOTHROYD A. (1986) "*Speech acoustics and perception"*,
Pro-édition, Austin

BRILL S., MÖLTNER A., HARNISCH W., MÜLLER J., HAGEN R. "*Fine structure processing en cochlear implants: results from a prospective clinical study"*,
Clinique universitaire de Würzburg

BRILL S., MÖLTNER A., HARNISCH W., MÜLLER J., HAGEN R. "*Fine structure processing en cochlear implants: benefit of inexperienced CI-users"*,
Clinique universitaire de Würzburg

BRILL S., MÖLTNER A., HARNISCH W., MÜLLER J., HAGEN R. "*Prosody information and speaker recognition in fine structure processing"*,
Clinique universitaire de Würzburg

BRIN F., COURRIER C., LEDERLE E., MASY V. (2004) « *Dictionnaire d'orthophonie* »,
Ortho édition, Isbergues

BRUNEAU M. (2006) "*Fundamentals of acoustics"*,
Edition ISTE, Londres, New Port Beach

CNRS, Entendre (2007) « *Entendre, c'est bien. Comprendre, c'est mieux… »*,
Dossier de Presse

COLLEAU A. (2000) « *L'implant cochléaire chez l'adolescent : perception auditive et langage* », Mémoire pour l'obtention du diplôme de capacité d'orthophonie, Nantes

DAGRON J. (1995) « *L'implant est-il la solution miracle ? »*,
L'école des parents, mars

DE BOYSSON-BARDES B. (1996) « *Comment la parole vient aux enfants »*,
Edition Odile Jacob, Paris

DE BOYSSON-BARDIES B. (2003) « *Le langage, qu'est-ce que c'est ? »*,
Edition Odile Jacob, Paris

DERIVERY N. (1997) « *La phonétique du français »*,
Edition Seuil, Paris

DULGUEROV P., REMACLE M. (2005) « *Précis d'audiophonologie et de déglutition, Tome 1, l'oreille et les voies de l'audition »*, Edition Solal, Marseille

DUMAS C. (2008) « *Entendre et comprendre dans le silence et dans le bruit »*,
Nouvel obs, 15 février

DUMONT A. (1997) « *Implantation cochléaire : guide pratique d'évaluation et de rééducation »*, Ortho édition, Isbergues

DUMONT A. (1996) « *Implantation cochléaire, surdité et langage »*,
Edition De Boeck université, Paris

DUMONT A. (1988) « *L'orthophoniste et l'enfant sourd »*,
Edition Masson, Paris

E.SPEAKS C. (1999) "*Introduction to sound, acoustics for the hearing and speech sciences"*,
Edition Singular Publishing group, INC, San Diego, Londres

ESTIENNE F. (1998) « *Voix parlée, voix chantée »*,
Edition Masson

FONAGY I. (1991) « *La vive voix, Essais de psycho-phonétique »*,
Edition Payot, Paris

GIOT J., MEURANT L. (2006) « *Ethique et implant cochléaire, que faut-il réparer ? »*
Edition transhumances VII, Namur

GRIBENSKI A. (1969) « *L'audition »*,
Edition presses universitaires de France, Paris

HESSE G. (2002) « *Programmation des seuils liminaires de l'implant cochléaire Med-el Tempo+ »,* Mémoire pout l'obtention du diplôme d'état d'audioprothèse, Fougères

JENSEMA C., MCCANN R., RAMSEY S. (1996) "*Closed-captioned television presentation speed and vocabulary"*, American Annals of the Deaf n°141, pp. 284-292

« Le petit Robert »,
Edition le Robert, Paris 2003

LEON M., LEON P. (1997) « *La prononciation du français »*,
Edition Nathan, Paris

LEON P. (2007) « *Phonétisme et prononciation du français »*,
Edition Armand Colin, Paris

LIENARD P. (2001) « *Petite histoire de l'acoustique »*,
Edition Lavoisier, Paris

LORENZI C., GILBERT G., CARN H., GARNIER S., MOORE B.C.J. (5 déc. 2006) "*Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure"*, Proceeding of the national academy of sciences of the United States of America

PFAUWADELL M-C. (1981) "*Respirer, parler, chanter"*,
Edition Hameau

PLANT G. (2004) "*Speech Tracking"*,
Med-el's newsletter : Listen, Hear

PLOMB R. (2002) "*The intelligent ear: on the nature of sound perception"*,
Edition Lawrence Erlbaum Associates Publishers, LEA, Mahwah, Londres

Professeur LEHNHARDT (1993) « *Implants cochléaires et réhabilitation »*,
Communiquer n°111

ROOSI M. (1999) « *L'intonation et le système du français : description et modélisation »*,
Edition OPHRYS, Paris

TARNEAUD J. (1950) « *La voix et la parole, études cliniques et thérapeutiques »*,
Librairie Maloine, Paris

TARNEAUD J. (1941) « *Traité pratique de phonologie et de phoniatrie : la voix, la parole, le chant »*, Librairie Maloine, Paris

VICQ A. (1998) « *Prosodie et compréhension ou pourquoi « mettre le ton » en racontant des histoires, apports du suprasegmental en fonction du niveau de compréhension verbale »*, Mémoire pour l'obtention du diplôme de capacité d'orthophonie, Nantes

VIROLE B. (2006) « *Psychologie de la surdité »*,
Edition De Boeck université, Bruxelles

SITES INTERNET

http://www.cisic.fr/

http://www.surdite.net/

http://www.implant-cochleaire.com/

http://recorlsa.club.fr/implantcochleaire/index.html

http://www.neurelec.com/

http://www.medel.com/

http://www.earfoundation.org/

http://pagesperso-orange.fr/cochlee.bretagne/

http://cochlear.fr/

http://advencedboinics.com/

ANNEXES

Sommaire des annexes :

- ***Annexe n°1*** : définitions
- ***Annexe n°2*** : classification des surdités par le B.I.A.P.
- ***Annexe n°3*** : textes utilisés pour la passation du test (TesTrax)
- ***Annexe n°4*** : fiches de cotation pour le test
- ***Annexe n°5*** : tableau récapitulatif de la population étudiée
- ***Annexe n°6*** : questionnaire
- ***Annexe n°7*** : tableau récapitulatif des scores
- ***Annexe n°8*** : table de STUDENT
- ***Annexe n°9*** : tableaux récapitulatifs des réponses aux questionnaires

Annexe n°1 : DEFINITIONS

B.I.A.P. (Bureau International d'Audio-Phonologie) : société scientifique qui réunit des personnes spécialistes en audiophonologie et dans les différentes disciplines qui s'y rattachent (orthophonie, psychologie, audioprothèse, médecine, pédagogie, linguistique, phonétique, acoustique…). Elle diffuse des recommandations servant de références sur tout ce qui concerne la surdité, dont la classification audiométrique des pertes auditives.

CIS : Continuous Interleaved Sampling, traitement simultané de plusieurs fréquences. Et de cette manière le processeur Opus 1 stimule simultanément plusieurs endroits de la cochlée.

Déficit mnésique : perte associée à la mémoire.

Dynamique : écart existant entre les seuils T, maximums sans susciter de réaction, et les seuils C, de confort qui ne doivent pas susciter de gêne due à l'intensité. Il existe une dynamique pour chaque électrode d'un implant cochléaire.

Empan : mesure de la capacité de rétention en mémoire à court terme d'un élément linguistique verbal ou qui peut être verbalisé.

Feed-back : phénomène permettant un retour des informations de la parole par le sens auditif ou kinesthésique. Dans cette étude, il s'agit du feed-back auditif.

FSP : fine structure processing, traitement de la structure fine de la parole par le processeur Opus 2.

HDCIS : High definition Continuous Interleaved Sampling, traitement simultané de plusieurs fréquences. Et de cette manière le processeur vocal stimule simultanément plusieurs endroits de la cochlée.

Intelligibilité : caractère de ce qui peut facilement être compris dans sa forme et dans son contenu.

Lecture labiale : perception visuelle du langage oral grâce à la reconnaissance des mouvements articulatoires.

Organe de Corti : partie sensorielle de la cochlée qui contient les cellules ciliées. Ces dernières sont les récepteurs sensoriels qui transforment les ondes de pression en impulsions électriques pour les transmettre au cerveau par le nerf auditif (VII).

Personne normo-entendante : personne qui a une audition non détériorée. Nous considérons que jusqu'à -20dB, l'audition est normale.

Rocher : partie osseuse la plus interne de l'os temporal. Elle contient les cavités osseuses de l'oreille interne (la cochlée et le labyrinthe : organe de l'équilibre).

Surdité acquise : surdité qui apparaît après la naissance. Une personne présentant cette surdité a entendu à un moment de sa vie. Elle a déjà un passé auditif.

Surdité congénitale : surdité présente dès la naissance. Une personne ayant ce type de surdité n'a jamais entendu de sa vie avec une audition dite normale. Elle n'a pas de passé auditif.

Surdité de perception : surdité due à une altération de l'oreille interne. Ce type de surdité regroupe les surdités endocochléaires et rétrocochléaires. L'une est une atteinte de la cochlée, l'autre est une atteinte du nerf auditif.

Surdité endocochléaire : c'est une surdité de perception due à une altération de la cochlée, en opposition aux surdités rétrocochléaires qui sont causées par une atteinte du nerf auditif. Dans le cadre de l'implantation cochléaire, le nerf auditif doit être fonctionnel pour que la stimulation électrique soit efficace. Cette détérioration peut être de différents degrés de la surdité légère (de 21 à 40 dB de perte) jusqu'à la cophose (à partir de 120 dB de perte).

Surdité post-linguale : surdité apparaissant après la mise en place du langage oral, chez l'enfant. La période pré-linguale peut se finir à dix-huit mois ou se prolonger au-delà de deux ans et demi. Cette surdité intervient donc après deux ans et demi.

Surdité profonde : selon la classification audiométrique du BIAP, c'est un déficit auditif compris entre 91 et 119 dB. Les restes auditifs ne permettent pas de percevoir la parole, parfois même malgré l'aide d'une prothèse auditive dont le rendement peut être inférieur à 20 dB. L'accès au langage est donc compromis et son appropriation comme mode unique de communication n'est pas envisageable.

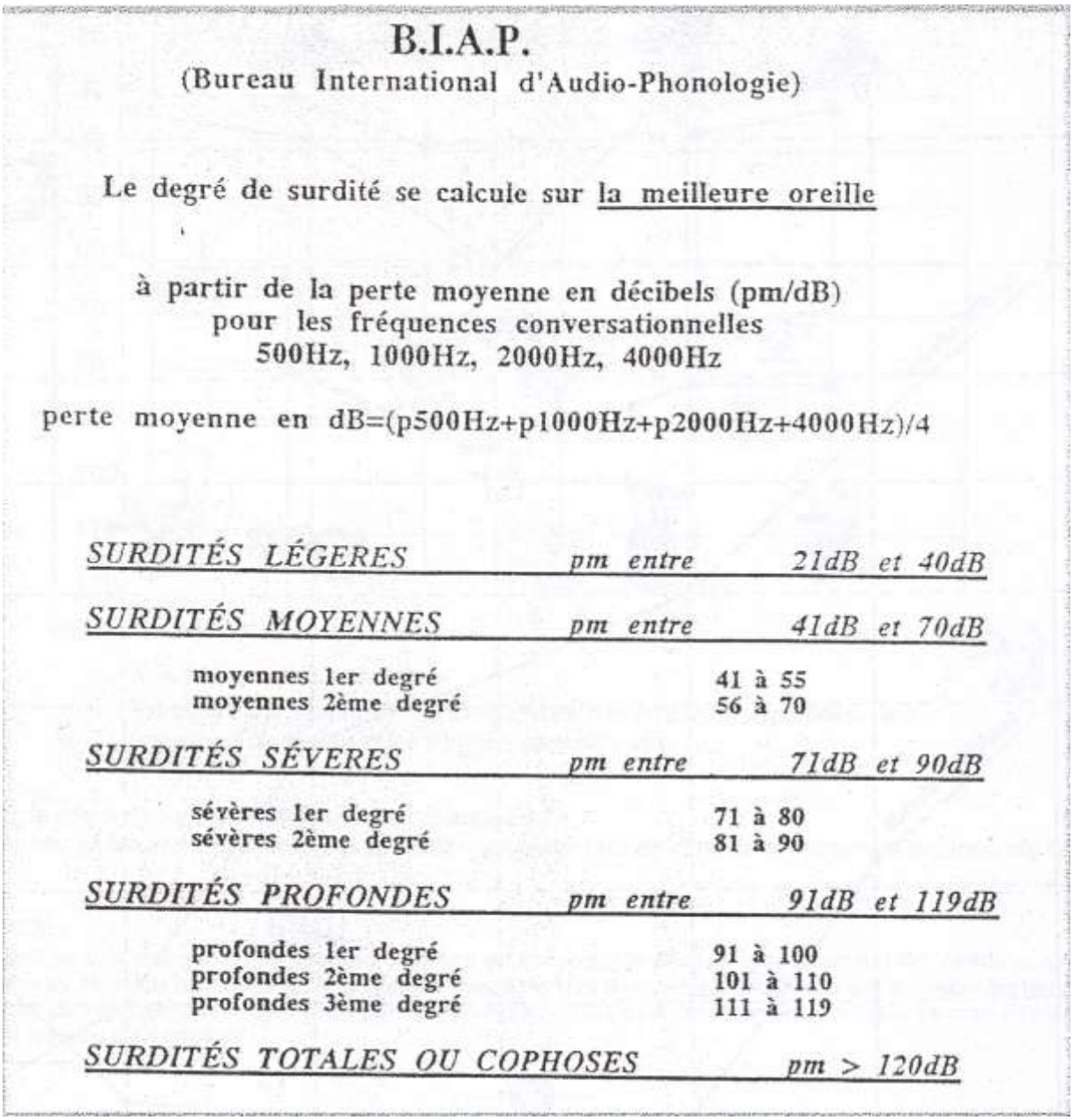
Surdité sévère : selon la classification audiométrique du BIAP, il s'agit d'un déficit auditif compris entre 71dB et 90dB. Il existe deux degrés de surdité sévère, le premier degré est compris entre une perte de 71dB et 80dB. Le second degré est compris entre 81 dB et 90dB de perte auditive. Les bruits forts sont encore perçus tout comme la voix forte proche de l'oreille. Il existe des conséquences qui restent majeures sur le langage oral.

Tonotopie : à chaque point de la cochlée correspond une fréquence précise.

Toxoplasmose : maladie due à un petit parasite en forme de croissant. L'homme se contamine dans la forme acquise, par de la viande mal cuite et par la salive des chats. Il s'agit d'une maladie souvent bénigne, mais qui dans sa forme plus grave rare, peut entraîner une perte d'audition seulement pour les fœtus.

Voix monotone : voix non modulée qui ne présente pas d'accentuation, d'intonation, et de variation de rythme.

Annexe n°2 : CLASSIFICATION DES SURDITE PAR LE B.I.A.P.



B.I.A.P.
(Bureau International d'Audio-Phonologie)

Le degré de surdité se calcule sur la meilleure oreille

à partir de la perte moyenne en décibels (pm/dB)
pour les fréquences conversationnelles
500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz

perte moyenne en dB=(p500Hz+p1000Hz+p2000Hz+4000Hz)/4

SURDITÉS LÉGERES	*pm entre*	*21dB et 40dB*
SURDITÉS MOYENNES	*pm entre*	*41dB et 70dB*
moyennes 1er degré		41 à 55
moyennes 2ème degré		56 à 70
SURDITÉS SÉVERES	*pm entre*	*71dB et 90dB*
sévères 1er degré		71 à 80
sévères 2ème degré		81 à 90
SURDITÉS PROFONDES	*pm entre*	*91dB et 119dB*
profondes 1er degré		91 à 100
profondes 2ème degré		101 à 110
profondes 3ème degré		111 à 119
SURDITÉS TOTALES OU COPHOSES		*pm > 120dB*

Source : Bureau International d'Audi-Phonologie

Annexe n°3 : TEXYES UTILISES POUR LA PASSATION DU TEST

Les dangers de la vie à la ferme

Il y a quelques semaines,
Jean et moi étions dans sa chambre
nous jouions à un nouveau jeu informatique.
Je gagnais et on s'amusait bien,
lorsque Maman est entrée dans la chambre.
"Je viens de parler à votre Tante Marie
au téléphone," dit-elle.
"Et elle veut savoir
si vous aimeriez passer le weekend prochain chez elle."
"Je ne veux pas y aller," a dit Jean.
"J'aime bien Tante Marie, mais c'est trop ennuyeux de rester chez elle.
Elle n'a ni télé ni ordinateur
il n'y a rien à faire."
"Je vais y aller," ai-je dit. "ce n'est pas trop mal.
Elle n'a ni télé ni ordinateur,
mais elle a des chevaux, des vaches, des moutons et des poulets.
Pourquoi est-ce que tu ne viens pas aussi, Jean ?"
"Non, c'est trop ennuyeux,
et en plus elle me taquine toujours
à cause du mouton," a-t-il répondu.
"Voyons !" dit Maman.
"Si c'était arrivé à quelqu'un d'autre,
tu aurais trouvé ça drôle.
Il faut que tu apprennes à rire de toi."
L'"incident" avec le mouton
est arrivé quand Jean avait quatre ou cinq ans.
Il était chez Tante Marie,
et elle était en train de s'occuper de ses moutons
dans l'enclos.
Jean essayait de l'aider,
et il agitait des bras et criait
pour diriger les moutons dans la bonne direction.
Soudain, l'un des moutons s'est retourné,
et a regardé Jean.
Il se demandait probablement comment un si petit garçon
pouvait faire tant de bruit !
Jean a arrêté de crier et d'agiter les mains,
et s'est mis à pleurer.
Quand Tante Marie lui a demandé ce qui n'allait pas,
il a dit que l'un des moutons le regardait fixement !
Chaque fois que Tante Marie raconte cette histoire,
Jean rougit.

Maintenant il n'a peur d'aucun animal,
bien que quelquefois je voudrais qu'il en ait peur,
mais quand il avait quatre ou cinq ans,
un mouton l'avait vraiment effrayé !
"Allons, Jean !" a répété Maman.
"Ne fais pas l'enfant.
Tu sais bien que tu adores la ferme,
et un jour tu ne pourras plus y aller."

La coupe de cheveux

"Tu as besoin de te faire couper les cheveux, Jean,"
a dit Maman, un matin.
"Non," a dit Jean.
"J'aime bien mes cheveux comme ça."
"Si," a répondu Maman.
"Je vais te donner de l'argent
et tu iras te faire couper les cheveux après l'école.
Nous allons tous au restaurant la semaine prochaine,
je veux que tes cheveux soient bien coupés."
"D'accord," a dit Jean.
"Je vais me faire couper les cheveux en revenant de l'école."
Maman lui a donné de l'argent,
et nous sommes partis pour l'école.
Je ne l'ai pas vu à midi,
l'école terminée,
Je suis rentré à pied avec des copains.
En arrivant à la maison,
J'ai décidé de faire mes devoirs.
Je venais de terminer
quand j'ai entendu le téléphone sonner.
J'ai décroché, c'était Jean qui m'appelait,
il avait l'air très inquiet.
"Il faut que tu m'aides," a-t-il dit.
"J'ai un gros problème et j'ai besoin d'argent."
"Qu'est ce qui se passe" ai-je demandé,
"Où es-tu ?"
"Je suis chez mon copain Gaël," a-t-il répondu.
"Peux-tu venir ici maintenant et apporter l'argent ?"
"De combien as-tu besoin ?" ai-je demandé.
"Assez pour une coupe de cheveux," a dit Jean.
"Mais Maman t'a déjà donné de l'argent," ai-je dit.
"Je sais," a-t-il répondu,
"Mais je ne l'ai plus.
S'il te plait, apporte-moi assez d'argent pour une coupe de cheveux,
et apporte-le chez Gaël."

J’ai mis un moment à réunir la somme nécessaire,
mais une fois obtenue,
Je suis allé chez Gaël.
J’ai frappé à la porte,
et Gaël a ouvert.
“Entre,” a-t-il dit. “Jean est dans la pièce de derrière.”
Nous avons traversé la maison,
et quand j’ai vu Jean,
J’ai su que quelque chose n’allait pas.
Il était assis sur une chaise,
et ne m’a pas regardé quand je suis entré.
“Qu’est ce qui s’est passé ?” ai-je demandé.
“Pourquoi est-ce que tes cheveux sont comme ça ? ”
“Je lui ai coupé les cheveux,” a dit Gaël.
“Maman vient d’acheter une trousse de coiffure,
et je croyais savoir m’en servir.
Mais en fait, pas vraiment !”

Les chiens ne font pas des chats

Papa rentrait du travail l’autre soir,
et nous a appelés en entrant.
“Les garçons, venez ici !
Je voudrais vous parler.”
Nous sommes allés dans le salon
et nous avons vu Papa assis dans un fauteuil.
“Asseyez-vous,” a-t-il dit.
“J’ai besoin de vous parler de quelque chose.”
Nous nous sommes assis,
et Papa a dit,
“Je viens de parler à votre principal, Guy Canuet.
Vous savez que nous sommes allés à l’école ensemble.
Il m’a dit que tous les deux
vous aviez grimpé au lierre, l’autre jour.”
J’ai regardé Jean,
et j’ai vu qu’il était aussi surpris que moi.
Nous avions oublié
que Papa et M. Canuet avaient été amis à l’école,
et que quelque fois ils jouaient ensemble au golf.
“Je l’ai rencontré au supermarché,” a dit Papa.
“Il m’a tout raconté.
Il m’a dit qu’il avait eu beaucoup de mal
à ne pas rire quand il s’est rendu compte
que c’était vous les coupables.
Il a dit qu’il aurait dû deviner qui était responsable !”

Nous étions surpris tous les deux
que Papa ne soit pas en colère contre nous,
et qu'il ait l'air de penser que c'était drôle.
"Papa," ai-je dit.
"Pourquoi est-ce que tu penses que c'est si drôle ?
Nous savons bien que nous avons fait quelque chose de stupide
mais tu as l'air de penser que c'est drôle.
Qu'est-ce qui se passe ?"
"Eh bien," a dit Papa.
"Vous savez que M. Canuet et moi
sommes allés à la même école.
Je le connais depuis l'âge de douze ans,
et nous avons toujours été amis.
Quelque fois, quand nous jouons au golf ensemble,
nous parlons de ce qui nous est arrivé à l'école,
et nous avons souvent parlé du jour
où nous avons cassé le lierre dans notre vieille école."
"Vous avez cassé le lierre dans votre école ?" a demandé Jean.
"Toi et M. Canuet ?
Non, ce n'est pas possible."
"Si," a dit Papa.
"Et le plus drôle est que vous deux
avez fait presque exactement la même chose."
"Raconte-nous ce qui c'est passé," ai-je dit.
"oui," a dit Jean.
"Raconte-nous toute l'histoire."
"D'accord," a dit Papa.

Roméo et Juliette

Je me reposais au lit un matin
quand j'ai entendu frapper à la porte.
"Entrez," ai-je dit,
mon frère Jean a ouvert la porte et est entré.
"Je peux emprunter ton T-shirt neuf ?" m'a t-il demandé.
J'étais un peu surpris.
"Pourquoi est-ce que tu veux emprunter celui-ci ?" ai-je demandé.
Tu m'as dit que tu ne l'aimais pas quand je l'ai acheté."
"J'ai changé d'avis," a-t-il répondu
Je pense qu'il est cool.
Je peux l'emprunter, s'il te plait ?"
"Bien sûr," ai-je dit.
"Pourquoi est-ce que tu veux l'emprunter ?"
"Rien de spécial," a-t-il dit.
J'ai juste envie de porter quelque chose de différent aujourd'hui."

Il a quitté ma chambre et je l'ai entendu demander
"Maman, est-ce que j'ai un pantalon propre à mettre aujourd'hui ?"
"Oui," a répondu Maman. "Il est dans la lingerie."
J'ai décidé qu'il était temps de me lever.
Je suis sorti du lit,
j'ai pris une douche.
Puis je suis descendu dans la cuisine.
Jean était assis à table,
il était en train de manger du pain grillé.
Il portait mon nouveau T-shirt.
"Tu es en retard ce matin," a dit Maman.
"Même Jean était arrivé avant toi pour le déjeuner."
"Je suis à la même heure que d'habitude," ai-je dit.
"C'est Jean qui est de bonne heure ce matin."
Maman a regardé la pendule et a dit,
"Tu as raison, tu déjeunes toujours à cette heure-ci.
Pourquoi es-tu de si bonne heure, Jean ?"
"Il faut que j'aille à l'école," a-t-il répondu.
"Mais c'est samedi," a-t-elle dit.
"Il n'y a pas d'école aujourd'hui.
Tu penses que c'est vendredi ?"
"Non," a-t-il répondu.
"Il faut que j'aille à l'école
pour auditionner pour la nouvelle pièce de théâtre."
"Mais tu avais dit
que tu ne voulais pas être dans la pièce, cette année,"
ai-je dit.
"que tu avais trop de choses à faire.
Maintenant que tu étais dans l'équipe de foot,
que tu n'as pas le temps d'aller aux répétitions."
"J'ai changé d'avis," a-t-il dit.
"Si j'ai un rôle,
je laisse tomber l'équipe de foot."
J'étais surpris d'entendre cela,
et Maman aussi.
"Es-tu sûr que cela soit une bonne idée ?" a-t-elle demandé.
"L'entraîneur m'a dit

Source : TesTrax de Med-el

Annexe n°4 : FICHES DE COTATION POUR LES TEST

Les chiens ne font pas des chats

5		9		9	
7		5		6	
7		10		8	
6		2		9	
7		4		5	
8		7		8	
4		8		5	
4		6		6	
9		4		4	
9		9		8	
12		5		8	
6		9		7	
6		5		9	
11		10		4	
6		10		8	
12		8		3	
9		2		7	
4		6		3	
7		9		7	
7		8		5	
3		5		7	
6		5			
5		4			
9		8			
4		9			
		4			
		3			
173		174 (347)		136 (483)	

La coupe de cheveux

10		3		7	
5		9		5	
4		8		6	
6		7		8	
4		9		7	
6		9		8	
10		5		10	
8		5		5	
8		12		6	
4		5		7	
11		9		5	
6		4		7	
6		5		2	
7		5		6	
2		4		7	
8		11		7	
5		5		4	
6		5		6	
4		7		5	
6		6		3	
6		9		9	
5		6		6	
8		8		7	
8		9		6	
6		7		8	
		6		5	
		5		4	
159		183 (342)		166 (508)	

6		6		11	
6		9		5	
4		9		6	
4		3		3	
6		9		5	
9		11		9	
5		9		8	
8		4		7	
4		5		9	
4		7		10	
9		6		3	
9		8		3	
7		6		5	
7		8		5	
3		10		5	
9		7		8	
3		10		3	
10		11		7	
9		4		8	
8		5		10	
4		4			
9		8			
9		7			
5		8			
10		4			
		4			
		4			
167		186 (353)		130 (483)	

7		9		7	
7		9		8	
3		10		10	
10		9		6	
9		8		4	
4		10		8	
10		8		4	
12		9		5	
6		6		7	
5		6		5	
6		5		5	
4		4		10	
6		6		8	
6		8		4	
10		4		9	
10		11		4	
10		2		7	
9		8		6	
8		8		6	
5		9		8	
4		6		6	
7		4		12	
5		6			
9		4			
5		3			
		12			
		3			
177		187 (364)		149 (513)	

Annexe n°5 : TABLEAU RECAPITULATIF DE LA POPULATION ETUDIEE

âge	sexe	type de surdité	Opus2	autre processeur	passation le
54	F	acquise	(+)3mois	tempo+	03-avril
53	F	acquise	(-)3mois	tempo+	17-avril
60	M	acquise héréditaire	(+)1an	tempo+	28-février
45	F	acquise héréditaire	(+)3mois	[redacted]	19-mars
60	F	acquise cancer	(+)3mois	tempo+	28-février
68	F	acquise	(+)3mois	tempo+	16-avril
60	F	acquise	3mois	tempo+	17-avril
37	M	acquise	(-)3mois	tempo+	20-mars
65	F	acquise	(+)3mois	tempo+	09-avril
51	F	acquise héréditaire	(+)3mois	tempo+	19-mars
39	M	congénitale	(+)3mois	tempo+	17-avril
65	F	acquise	(+)3mois	[redacted]	02-avril
53	F	acquise	(+)3mois	tempo+	16-avril
48	F	acquise	(+)3mois	tempo+	14-février
56	M	acquise	(+)1an	tempo+	03-avril
60	F	congénitale	(+)3mois	[redacted]	27-mars
34	F	acquise	(+)1an	tempo+	19-mars
48	F	acquise	3mois	tempo+	14-février
35	F	acquise méningite	(+)3mois	tempo+	12-mars
39	F	acquise	(+)1an	[redacted]	06-février
67	M	acquise fracture Rocher	(+)3mois	[redacted]	25-février
43	M	acquise toxoplasmose	(+)1an	[redacted]	13-mars
56	M	acquise	(+)3mois	[redacted]	16-avril
45	F	acquise héréditaire	(+)3mois	tempo+	07-février
46	F	acquise	(+)3mois	[redacted]	02-avril
68	F	acquise	(+)3mois	tempo+	17-avril
46	F	acquise AVP	(+)1an	tempo+	14-février
22	F	congénitale	(+)3mois	tempo+	14-février

Annexe n°6 : QUESTIONNAIRE

Questionnaire

Indiquez votre nom : _____

CONSIGNES : Pour chacune des questions posées, vous avez plusieurs possibilités de réponse. Cochez celle qui vous semble la plus appropriée, après avoir utilisé chacun des deux programmes P2 et P3 pendant cette situation.
Si vous n'avez pas connu la situation décrite, essayez de penser à une situation similaire pour répondre à la question.

QUESTIONS :

A. Compréhension en milieu calme :

1) Vous comprenez plus facilement les phrases interrogatives (une question : « *Tu manges ?* ») avec

- ☐ *a- le programme 2*
- ☐ *b- le programme 3*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

2) Vous comprenez plus facilement les ordres (une obligation : « *Tu manges.* ») avec

- ☐ *a- le programme 2*
- ☐ *b- le programme 3*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

3) Vous comprenez plus facilement les phrases exclamatives (une surprise : « *Tu manges !* ») avec

- ☐ *a- le programme 2*
- ☐ *b- le programme 3*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

4) Vous comprenez plus facilement les phrases affirmatives (un constat : « *Tu manges.* ») avec

- ☐ *a- le programme 2 qu'avec le 3*
- ☐ *b- le programme 3 qu'avec le 2*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

B. Compréhension avec un bruit de fond :

1) Vous comprenez plus facilement les phrases interrogatives (une question : « *Tu manges ?* ») avec

- ☐ *a- le programme 2*
- ☐ *b- le programme 3*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

2) Vous comprenez plus facilement les ordres (une obligation : « *Tu manges.* ») avec

- ☐ *a- le programme 2*
- ☐ *b- le programme 3*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

3) Vous comprenez plus facilement les phrases exclamatives (une surprise : « *Tu manges !* ») avec

- ☐ *a- le programme 2*
- ☐ *b- le programme 3*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

4) Vous comprenez plus facilement les phrases affirmatives (un constat : « *Tu manges.* ») avec

- ☐ *a- le programme 2*
- ☐ *b- le programme 3*
- ☐ *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

C. Compréhension des émotions :

1) Avec le programme 2, vous comprenez facilement (plusieurs réponses possibles)

- ☐ *a- la joie*
- ☐ *b- la tendresse*

- *c- la tristesse*
- *d- la colère*
- *e- la douleur*

2) Avec le programme 3, vous comprenez facilement (plusieurs réponses possibles)

- *a- la joie*
- *b- la tendresse*
- *c- la tristesse*
- *d- la colère*
- *e- la douleur*

3) Avec le programme 2, vous comprenez les émotions

- *0- jamais*
- *1- presque jamais*
- *2- parfois*
- *3- presque toujours*
- *4- toujours*

4) Avec le programme 3, vous comprenez les émotions

- *0- jamais*
- *1- presque jamais*
- *2- parfois*
- *3- presque toujours*
- *4- toujours*

5) Pour identifier les émotions de votre interlocuteur, vous pensez que

- *a- le programme 2 est meilleur que le programme 3*
- *b- le programme 3 est meilleur que le programme 2*
- *c- les deux programmes vous donnent une sensation identique*

D. Comparaison avec votre programme habituel :

En général, vous pensez que

- *a- le programme 2 est meilleur que votre programme 1 habituel*
- *b- le programme 3 est meilleur que votre programme 1 habituel*
- *c- le programme 2 est moins bon que votre programme 1 habituel*
- *d- le programme 3 est moins bon que votre programme 1 habituel*
- *e- les programmes 2 et 1 vous donnent une sensation identique*
- *f- les programmes 3 et 1 vous donnent une sensation identique*

E. Remarques : _____

_____

_____

_____

_____

Merci pour le temps que vous avez pris pour répondre à ce questionnaire.
Merci de bien vouloir le renvoyer dans les 15 jours qui suivent à l'aide de l'enveloppe ci-jointe.

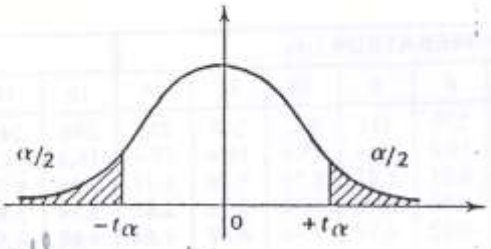
Annexe n°7 : TABLEAU RECAPITULATIF DES SCORES

POURCENTAGE D'IDENTIFICATION (%)											
HOMME				FEMME				Femme-Homme (FSP)	Femme-Homme (CIS)		
FSP	CIS	di	di^2	FSP	CIS	di	di^2	di	di	di^2	di^2
71	83.55	(-12.55)	157.5025	90.18	89.24	0.94	0.8836	19.18	367.8724	5.69	32.3761
97	97.82	(-0.82)	0.6724	100	100	0	0	3	9	2.18	4.7524
93.4	89.22	4.18	17.4724	98.7	94.15	4.55	20.7025	5.3	28.09	4.93	24.3049
94.56	93.46	1.1	1.21	97.88	99.28	(-1.4)	1.96	3.32	11.0224	5.82	33.8724
93.75	91.2	2.55	6.5025	94.69	96.58	(-1.89)	3.5721	0.94	0.8836	5.38	28.9444
89.71	89.44	0.27	0.0729	97.03	99.62	(-2.59)	6.7081	7.32	53.5824	10.18	103.6324
85.03	81.12	3.91	15.2881	97.84	91.71	6.13	37.5769	12.81	164.0961	10.59	112.1481
88.44	81.86	6.58	43.2964	96.12	93.01	3.11	9.6721	7.68	58.9824	11.15	124.3225
89.34	80.89	8.45	71.4025	96.41	91.7	4.71	22.1841	7.07	49.9849	10.81	116.8561
98.81	96.01	(-6.2)	38.44	100	100	0	0	1.19	1.4161	3.99	15.9201
87.42	97.96	(-10.54)	111.0916	95.32	98.23	(-2.91)	8.4681	7.9	62.41	0.27	0.0729
81.5	71	10.5	110.25	85.04	93.33	(-8.3)	68.89	3.54	12.5316	22.33	498.6289
82.91	83.17	(-0.26)	0.0676	96.38	90.94	5.44	29.5936	13.47	181.4409	7.77	60.3729
83.43	68.18	15.25	232.5625	91.27	94.11	(-2.84)	8.0656	7.84	61.4656	25.93	672.3649
93.1	94.39	(-1.29)	1.6641	100	98.85	1.15	1.3225	6.9	47.61	4.46	19.8916
93.6	95.32	(-1.72)	2.9584	98.28	97.74	0.54	0.2916	4.68	21.9024	2.42	4.8562
56.25	47.69	8.56	72.2736	67.32	48.59	18.73	350.8129	11.07	122.5449	0.9	0.81
14.85	33.98	(-19.13)	365.9569	80.3	52.38	27.92	779.5264	65.45	4283.7025	18.4	338.56
70.55	82.63	(-12.08)	145.9264	93.62	94.14	(-1)	1	23.07	532.2249	11.51	132.4801
91.42	93.92	(-2.5)	6.25	95.18	95.58	(-0.4)	0.16	3.76	14.1376	1.66	2.7556
92.21	87.24	4.97	24.7009	97.99	99.52	(-1.53)	2.3409	5.78	33.4084	12.28	150.7984
98.74	95.47	3.27	10.6929	97.31	98.75	(-1.44)	2.0736	(-1.43)	2.0449	3.28	10.7584
68.65	18.18	50.47	2547.2209	84.61	81.48	3.13	9.7969	15.96	254.7216	63.3	4006.89
82.89	59.37	23.52	553.1904	86.44	89.74	(-3.3)	10.89	3.55	12.6025	30.37	922.3369
89	80.21	8.79	77.2641	97.5	98.36	(-0.86)	0.7396	8.5	72.25	18.15	329.4225

Annexe n°8 : TABLE DE STUDENT

TABLE DE STUDENT

BILATERALE



ddl = ν

ν \ α	0,10	0,05	0,02	0,01
1	6,314	12,706	31,821	63,657
2	2,920	4,303	6,965	9,925
3	2,353	3,182	4,541	5,841
4	2,132	2,776	3,747	4,604
5	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,697	2,042	2,457	2,750
∞	1,645	1,960	2,326	2,576

Annexe n°9 : TABLEAUX RECAPITULATIFS DES REPONSES AU QUESTIONNAIRE

A. au calme				B. bruit de fond				Emotion	Général
1	2	3	4	1	2	3	4	5	
EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	FSP
EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	HDCIS	HDCIS	HDCIS	HDCIS	HDCIS	HDCIS
HDCIS	HDCIS	EGAL	EGAL	HDCIS	HDCIS	HDCIS	EGAL	EGAL	HDCIS
HDCIS	HDCIS	HDCIS	HDCIS	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	Ø	HDCIS
FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	EGAL	FSP
FSP	EGAL	FSP	FSP	HDCIS	HDCIS	EGAL	FSP	FSP	FSP
EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	HDCIS
FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP
EGAL	EGAL	EGAL	FSP	HDCIS	EGAL	EGAL	EGAL	FSP	FSP
Ø	Ø	Ø	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL
EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	Ø	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	Ø
EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	Ø
FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP	FSP
EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	FSP
FSP	FSP	FSP	FSP	EGAL	FSP	EGAL	FSP	EGAL	EGAL
EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL	EGAL
FSP	EGAL	FSP	HDCIS	FSP	FSP	FSP	EGAL	EGAL	FSP

Compréhension en milieu calme

	A. au calme				
	1. question	2. ordre	3. exclamation	4. affirmation	En moyenne
FSP	35.29 %	23.53%	35.29 %	35.29 %	32.35 %
HDCIS	11.76%	11.76 %	5.88 %	11.76%	10.29 %
EGAL	47.06 %	58.82 %	52.94 %	52.94 %	52.94 %
FSP + EGAL	82.35 %	82.35%	88.23 %	88.23 %	85.29 %
pas de réponse	5.88 %	5.88 %	5.88 %	0%	4.41 %

Compréhension avec un bruit de fond

	A. bruit de fond				
	1. question	2. ordre	3. exclamation	4. affirmation	En moyenne
FSP	23.53 %	29.41 %	23.53 %	29.41 %	26.47 %
HDCIS	23.53 %	17.65 %	11.76 %	5.88 %	14.7 %
EGAL	47.06 %	52.94 %	64.7 %	64.7 %	57.35 %
FSP + EGAL	70.59 %	82.35 %	88.23 %	94.12 %	83.82 %
pas de réponse	5.88 %	0%	0%	0%	1.47 %

Compréhension générale des émotions

	C. compréhension des émotions en général (5)
FSP	23.53 %
HDCIS	5.88 %
EGAL	64.7 %
FSP + EGAL	88.23 %
pas de réponse	5.88 %

Préférence globale pour le compréhension de la prosodie

	D. préférence globale
FSP	47.06 %
HDCIS	23.53 %
EGAL	17.65 %
FSP + EGAL	64.7 %
pas de réponse	11.76 %

RESUME

L'implant cochléaire est une aide auditive proposée aux personnes sourdes lorsque les prothèses auditives ne sont plus suffisantes pour pallier le degré de surdité. Le fabricant autrichien d'implant cochléaire, appelé Med-el, présente aujourd'hui un nouveau processeur vocal : Opus 2. Ce dernier comporte une nouvelle technologie lui permettant de coder à la fois l'enveloppe temporelle, et la structure fine de la parole. Cette stratégie de double codage est nouvelle, elle ne comprenait auparavant, que le codage de l'enveloppe temporelle. Avec ce nouveau processeur, les patients expriment une amélioration de leur compréhension du langage oral. Suite à ces remarques, nous avons mis en place un protocole dans le but d'objectiver les apports réels de ce double codage. Ce protocole comporte un test et un questionnaire. Nous avons comparé la compréhension du langage oral des personnes implantées avec le codage de la structure fine et sans ce codage. Nous nous sommes également intéressés, à l'aide du questionnaire, au lien qui peut exister entre la structure fine et la prosodie de la parole. Nous avons ainsi mis en évidence que le codage supplémentaire de la structure fine permet une meilleure compréhension du langage oral et de la prosodie de la parole.

MOTS CLES

Implant cochléaire – compréhension – langage oral – prosodie – enveloppe temporelle – structure fine.