



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



FACULTÉ
DE PHARMACIE

UNIVERSITE DE LORRAINE
FACULTÉ DE PHARMACIE

**EVALUATION DES BENEFICES DU PROGRAMME « MyMusic » DANS LE
CADRE D'UN USAGE QUOTIDIEN ET POUR L'ECOUTE DE LA MUSIQUE
PAR RAPPORT A UN PROGRAMME « Habituel ».**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste

par

Tristan Heitz

Maître de Mémoire :

Madame Charline Thébault

Année 2023

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie le Professeur C. Parietti-Winkler et le Professeur J. Ducourneau, pour leur enseignement de qualité, leur rigueur, ainsi que pour leur dévouement afin que nous puissions avoir les meilleurs enseignements.

Je remercie Monsieur Ducourneau pour son soutien sans faille dans mes différents choix durant ces trois dernières années, d'avoir toujours su me conseiller et m'aiguiller vers le meilleur. Merci Monsieur Ducourneau pour votre dévouement et votre clairvoyance. J'ai grâce à vous fait de très belles rencontres.

Mes remerciements vont également à mes professeurs Madame Pascale Friant-Michel, Monsieur Adil Faiz, Madame Balbine Maillou, Monsieur Romain Decolin, Madame Bettina Montaut-Verient et tous les intervenants pour la qualité de leurs enseignements et les échanges constructifs que nous avons pu avoir tout au long de cette formation.

Je souhaite remercier Madame Charline Thébault, audioprothésiste D.E. qui m'a accueilli au sein du centre Audilab et de m'avoir permis de mener à bien mes tests pour la réalisation de cette étude avec la patientèle des centres. Mes remerciements vont également à Julianne Boislève, Audioprothésiste D.E. et Léa Favier assistante du centre, pour leur accompagnement et leur bonne humeur tout au long du stage.

Je remercie Madame Julie Bestel audioprothésiste associée responsable du service scientifique chez Audilab et Madame Annie Moulin chargée de recherche au CNRS de Lyon pour m'avoir aiguillé et soutenu dans l'élaboration de l'étude de mon dossier mémoire.

Je tiens à remercier tous mes maîtres de stage. Madame Joëlle Rodach responsable de la consultation et des explorations fonctionnelles (Fondation Rothschild) qui à la suite de mon stage de 1^{ère} année en hôpital a toujours fait preuve de bienveillance et m'a suivi pendant ces trois dernières années en me soutenant dans mes différentes démarches. Merci pour votre confiance sans faille. Merci à l'équipe de GrandAudition et tout particulièrement à mon maître de stage de 2^{ème} année Monsieur Raphaël Malca, audioprothésiste D.E., à Madame Manon Mage, audioprothésiste D.E., à Monsieur Vincent Jung, audioprothésiste D.E., à Monsieur Lyor Sayada, audioprothésiste D.E. et à Monsieur Jude Deslandes, technicien de laboratoire pour m'avoir pris sous leurs ailes lors de mon stage. Merci à mon maître de stage de 1^{ère} année Madame Marine Guth, audioprothésiste D.E. pour cette première expérience au sein des centres Acuitis qui m'a conforté dans mon choix professionnel.

Merci à mon père et à mes grands-parents qui depuis le début ont confiance en moi et sont fiers de mon parcours.

Je tiens à remercier tout particulièrement ma mère qui me soutient depuis toujours. Merci pour tout.

Merci aux personnes qui ont accepté de participer à cette étude.

Toutes ces personnes ont contribué et aidé au succès de mon stage et à la réalisation de ce rapport, grâce au temps consacré et aux conseils prodigués durant toute cette période.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	
SOMMAIRE	
INTRODUCTION	1
1 PARTIE THEORIQUE	2
1.1 Introduction.....	2
1.2 Les sons perçus.....	2
1.2.1 La parole	2
1.2.2 Le bruit.....	5
1.2.3 La musique.....	7
1.2.4 Conclusion	9
1.3 Le programme « MyMusic » d’Oticon.....	10
1.3.1 Présentation	10
1.3.2 Analyse d’Oticon.....	13
1.4 Test et Indices de prédiction	15
1.4.1 Fra-Matrix : Test de compréhension adaptatif dans le bruit	15
1.4.1.1 Introduction.....	15
1.4.1.2 Histoire	15
1.4.1.3 Principe général.....	15
1.4.1.4 Matériel requis	16
1.4.1.5 Matériel vocal.....	17
1.4.1.6 Passation.....	18
1.4.2 Indice de prédiction objective : SII / STI / HAAQI	19
1.4.2.1 Le Speech Intelligibility Index (SII).....	19
1.4.2.2 Le Speech Transmission Index (STI).....	20
1.4.2.3 Le Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI).	21
1.5 Conclusion	21
2 PARTIE EXPERIMENTALE.....	22
2.1 Introduction.....	22
2.2 Objectifs.....	22
2.3 Organisation	22
2.4 Matériels requis.....	23
2.4.1 Tests subjectifs	23
2.4.2 Tests objectifs.....	24

2.5	Le panel de la population étudiée pour les tests subjectifs.....	25
2.5.1	Critères de sélection.....	25
2.5.2	Caractéristiques du panel.....	26
2.6	Protocole expérimental.....	29
2.6.1	Introduction.....	29
2.6.2	Questionnaire « Parole, audition spatiale et qualité d'audition » (15ISSQ)	30
2.6.3	Questionnaire « Loisirs Auditifs et Musicaux » (LAM)	31
2.6.4	Déroulement des sessions.....	32
2.6.4.1	Première session	32
2.6.4.2	Deuxième session.....	34
2.6.4.3	Troisième session	36
2.7	Mesures d'indices psycho-acoustiques effectuées sur la tête artificielle KEMAR.....	37
2.7.1	Protocole	38
2.7.2	Le Speech Intelligibility Index (SII).....	39
2.7.3	Le Speech Transmission Index (STI).....	39
2.7.4	Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI).....	40
2.8	Résultats des tests et questionnaires subjectifs	40
2.8.1	Audiométries, Fra-matrix et échelle visuelle analogique.....	41
2.8.1.1	Audiométrie tonale et tests de gains prothétiques tonals en champ libre.....	41
2.8.1.2	Audiométrie vocale sans aides auditives et gain prothétique vocal en champ libre	42
2.8.1.3	Audiométrie vocale adaptative dans le bruit « Fra-Matrix »	43
2.8.1.4	Statistiques globales score SIB50 Fra-matrix.....	48
2.8.1.5	Echelle visuelle analogique de l'effort fourni (EVA effort).....	50
2.8.1.6	Comparaison Statistique EVA effort (P1) et (P2).....	51
2.8.1.7	Echelle visuelle analogique de la fatigue ressentie (EVA fatigue).....	53
2.8.1.8	Comparaison Statistique EVA fatigue (P1) et (P2).....	55
2.8.1.9	Conclusion :	57
2.8.2	Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (15ISSQ) (avec leurs aides auditives en utilisant uniquement le programme « Habituel »).....	57
2.8.2.1	Speech (Audition de la parole)	59
2.8.2.2	Spatial (Audition spatiale)	59
2.8.2.3	Qualities (qualité d'audition).....	60
2.8.2.4	Conclusion	61
2.8.3	Questionnaire LAM et test d'écoute musicale.....	61
2.8.3.1	LAM « Loisirs Auditifs et Musicaux ».....	61
2.8.3.2	Statistique du questionnaire LAM (Partie 3)	66

2.8.3.3	Tests subjectifs d'écoute musicale	72
2.8.3.4	Conclusion « Questionnaire Lam et test d'écoute musicale »	77
2.8.4	Résultats des mesures d'indices psycho-acoustiques sur le mannequin KEMAR	78
2.8.4.1	Speech Intelligibility Index (SII)	78
2.8.4.2	Le Speech Transmission Index (STI)	80
2.8.4.3	The Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI)	82
2.8.4.4	Conclusion	87
2.9	Discussion	88
2.9.1	Fra-matrix panel élargi 66 patients	88
2.9.2	LAM panel élargi 89 patients.....	91
CONCLUSION		94
BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE		96
LISTE DES FIGURES et DES TABLEAUX		99
ANNEXE 1 : PROTOCOLE MEMOIRES « MUSIQUE ».....		102
ANNEXE 2 : LETTRE EXPLICATIVE REMISE AUX PATIENTS		105
ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE LOISIRS AUDITIFS ET MUSICAUX (LAM)		108
ANNEXE 4 : LIVRE BLANC « MyMusic »		113
ANNEXE 5 : STATISTIQUES du Questionnaire LAM Partie 3 (Questions 2, 7 et 13)		118

INTRODUCTION

La musique est constamment dans notre environnement proche, elle fait partie de notre vie quotidienne. Nous n'avons pas d'effort particulier à fournir pour l'entendre et l'écouter. Nous percevons la musique n'importe où, dans notre véhicule, dans la rue, dans les restaurants et dans les magasins, elle peut être continuellement en bruit de fond.

Cependant, les malentendants sont confrontés à la difficulté de percevoir ou d'écouter la musique avec leurs aides auditives. Car les appareils auditifs ont pour objectif d'optimiser l'intelligibilité de la parole.

En effet, les caractéristiques différentes entre la parole et la musique font qu'il n'est pas optimal d'écouter de la musique avec un programme standard que ce soit dans le bruit ou le silence. Afin de pallier cela, les fabricants d'aides auditives ont développé des programmes dédiés à l'écoute de la musique.

Nous allons dans ce mémoire, à l'aide de questionnaires, de tests audiométriques et de la participation active des patients, étudier le programme « MyMusic » du fabricant Oticon.

La question est la suivante : « Dans le cadre d'un usage quotidien et pour l'écoute de la musique, quels sont les bénéfices apportés par le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » ? »

La première partie de ce travail est théorique. Nous aborderons les notions de la parole, du bruit et de la musique. Dans un second temps, nous expliquerons le programme « MyMusic » et son objectif. Puis, nous présenterons le test Fra-Matrix et les indices de mesure physique réalisés avec le mannequin KEMAR comme le Speech Intelligibility Index (SII), le Speech Transmission Index (STI) et le Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI).

La deuxième partie de ce mémoire sera consacrée à la partie expérimentale, nous introduirons et expliquerons, en premier lieu, le protocole de l'étude clinique mise en place et analyserons les résultats obtenus à chacun des tests audiométriques pratiqués, tels que l'audiométrie tonale, l'audiométrie vocale, le gain prothétique tonal et vocal en champ libre, le Fra-matrix, les échelles visuelles analogiques, le test « d'écoute musicale », le questionnaire « Loisirs auditifs et musicaux » (LAM) et le questionnaire Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). Et enfin, nous allons exploiter et analyser les résultats obtenus.

1 PARTIE THEORIQUE

1.1 Introduction

Pour la lecture et la compréhension de ce mémoire, nous allons introduire différentes notions.

Dans un premier temps, nous reverrons des notions « d'acoustique et de phonétique » pour la parole, le bruit et la musique. Puis dans un second temps, nous présenterons le programme « MyMusic », nous aborderons également les notions d'amélioration de l'intelligibilité grâce à l'écoute musicale.

Pour finir cette partie, nous allons expliquer le test de compréhension adaptatif dans le bruit : le Fra-Matrix, et enfin, nous allons aborder les mesures physiques utilisées sur le mannequin KEMAR comme le Speech Intelligibility Index (SII), le Speech Transmission Index (STI) et le Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI).

1.2 Les sons perçus

1.2.1 La parole

La parole est la faculté propre à l'homme de s'exprimer pour communiquer oralement sa pensée par le biais de l'émission des sons du langage produit par les organes phonateurs.

Elle permet d'entretenir un lien oral entre les personnes. Les sons émis sont ajustés en fonction des situations pour que l'interlocuteur puisse comprendre les paroles exprimées. Pour ceci, le locuteur modifiera le spectre du signal vocal qu'il produira, modification de la structure spectro-temporelle du signal émis. Les sons parviendront à l'oreille de l'interlocuteur qui les reconnaîtra et comprendra le message communiqué.

Pour produire les sons du langage, il faut un flux d'air provenant des poumons (soufflerie sub-glottique), un vibreur qui se trouve être les cordes vocales et des cavités aériennes supra-laryngées. En effet, la phonation est le processus qui permet la production de la voix, le larynx et les cordes vocales sont au centre de ce processus. La phonation produit ainsi les sons ou les phonèmes. Le phonème est une unité sonore et c'est la plus petite unité qui permet de distinguer les mots.

La vibration des cordes vocales est provoquée par le souffle des poumons, et engendre une structure périodique ou complexe qui est en physiologie un flux laryngé et en acoustique la fréquence du fondamental (F_0). [17]

Les sons et les phonèmes sont modulés par les cavités de résonance comme la cavité buccale, labiale, les fosses nasales et les articulateurs sus jacents. [17] et [10]

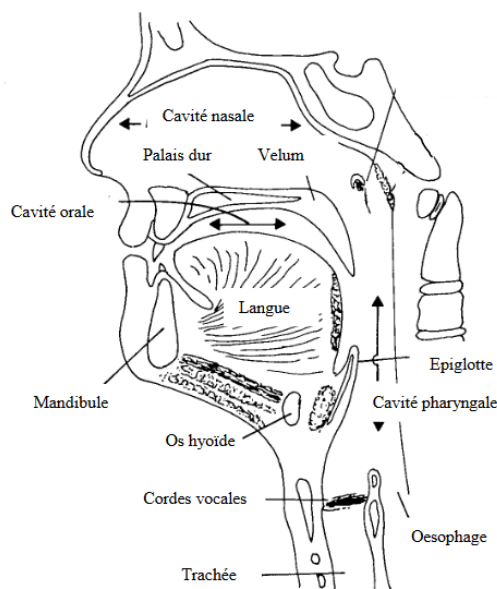


Figure 1 : Coupe sagittale de l'appareil phonatoire d'un homme adulte (adapté de Kent, 1997, p142) [22]

Les sons et les phonèmes produits sont des formants vocaliques, les trois principaux sont les formants f_1 (produit par le pharynx), f_2 (émis par la cavité buccale) et f_3 (attribué à la cavité labiodentale). [17] et [10]

Les formants correspondent à l'émergence des pics de fréquences que l'on observe sur le spectre des voyelles. Les fréquences des formants déterminent le triangle vocalique et représentent le spectre fréquentiel des phonèmes. Il s'agit des pics d'énergie qui permettent de distinguer les voyelles acoustiquement. [20]

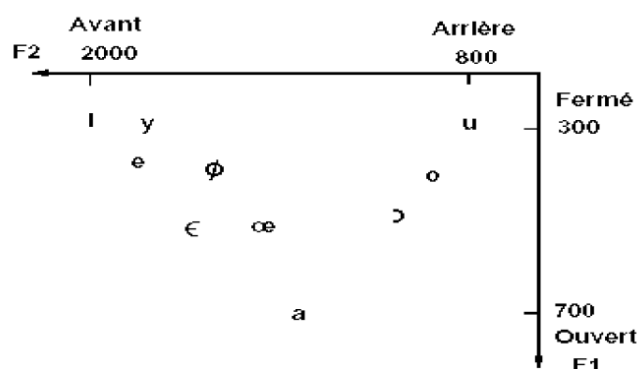


Figure 2 : Triangle vocalique [20]

Les formants sont situés sur une bande passante comprise entre 250 et 3200 Hz, le formant f_1 varie entre 250 et 700 Hz, le formant f_2 varie entre 700 et 2700 Hz. [9]

Les fréquences (F_0) de la voix d'homme se situent entre 80 et 150 Hz, de la voix de femmes se situent entre 150 et 250 Hz et de la voix d'enfant peuvent atteindre 400 Hz.

Le système phonatoire permet donc de produire les sons et la parole grâce aux vibrations, de moduler la fréquence (hauteur du son) exprimé en Hz, l'intensité (amplitude du son) exprimé en dB et le timbre de la parole. [17] et [10]

La parole est une suite continue de sons impulsionnels dont le contenu spectral et l'enveloppe temporelle se modifient continuellement pendant le discours. Le spectre des sons émis par les organes participant à la phonation s'étend de 20 Hz à 20 000 Hz et la bande de fréquences utiles à la compréhension s'étend de 100 Hz à 8000 Hz. [9].

La figure 3 montre la représentation graphique du spectre vocal à long terme.

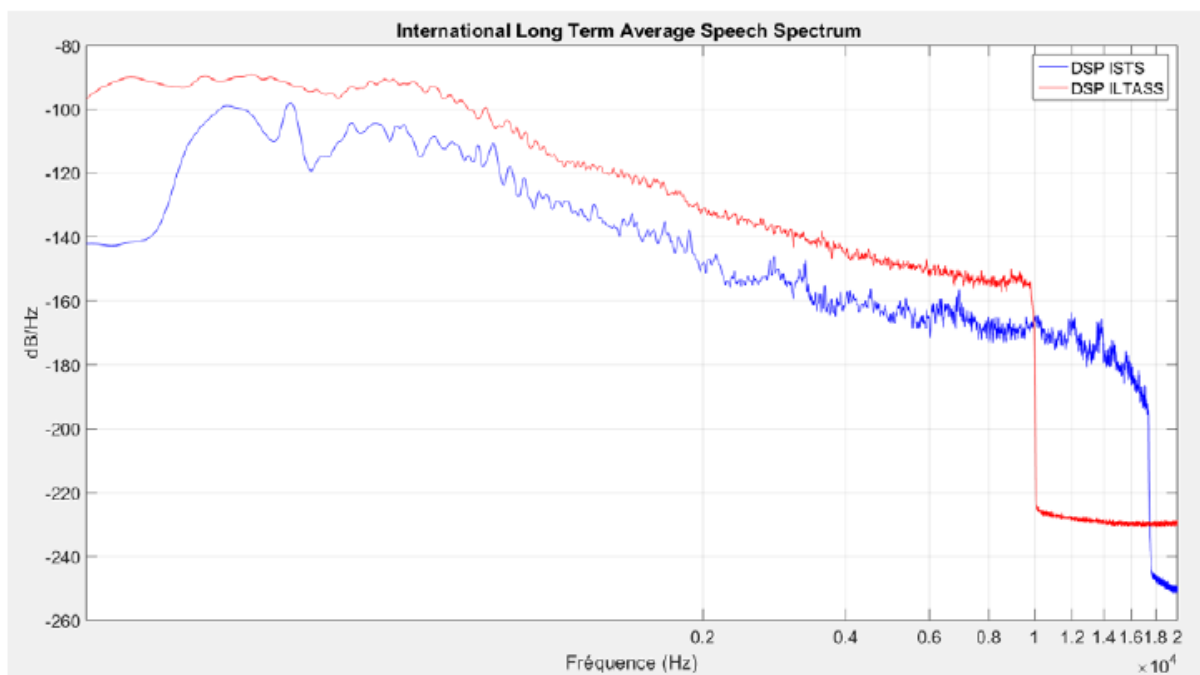


Figure 3 : Bruit de parole : Signal grande bande filtré / Speech Noise : Signal large bande filtré [9]

Nous allons à présent aborder des notions concernant le bruit.

1.2.2 Le bruit

Le bruit est ressenti et perçu comme étant incommodant, perturbant et désagréable.[27] Nous atteignons un seuil de douleur pour un normo-entendant, à partir de 120 dB. [9] Il est complexe et peut-être défini de différentes manières en fonction du domaine dans lequel il est étudié.

Selon l'AFNOR (Association française de normalisation) « le bruit est une vibration erratique, intermittente ou statistiquement aléatoire ». [18]

Le bruit est un son qui est omniprésent dans notre environnement (ville, campagne, maison). Il est le témoin des activités sociales et professionnelles qui nous entourent. En effet, il se propage dans n'importe quel milieu, qu'il soit solide, liquide ou gazeux.

Il existe une multitude de bruits qui se caractérisent selon leurs fréquences, leurs intensités et leurs caractéristiques temporelles.

En acoustique, le bruit est un son aléatoire, il est représenté par un spectre continu. Le son du bruit peut être décomposé en une infinité de fréquences distribuées de manière continue. [9]

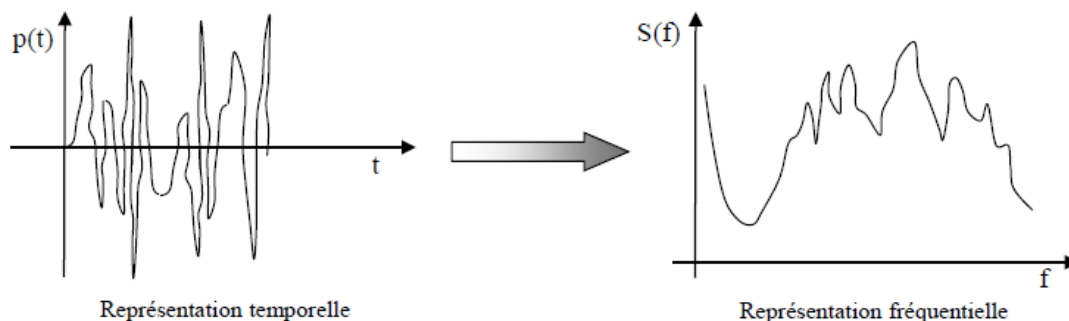


Figure 4 : Représentation temporelle et fréquentielle [9]

L'audioprothésiste, utilisera le bruit sous différentes formes pour réaliser ces tests audiométriques dans le bruit. L'objectif est de créer, autour du patient, un environnement bruyant qui se rapproche au maximum d'un espace sonore de la vie quotidienne.

Il aura recours par conséquent à différents bruits comme le bruit blanc, le bruit rose ou encore le bruit « Cocktail party ». Les bruits blancs et les bruits roses, sont des bruits typiques qui ont été définis par les acousticiens. [18]

Le bruit blanc est un son aléatoire qui est composé de l'ensemble des fréquences audibles. Sa bande passante est infinie. Il a un spectre continu et sa densité spectrale est constante en dB/Hz. [9] Son énergie est distribuée sur tout le spectre c'est pourquoi on l'appelle bruit blanc en comparaison à la lumière blanche. [18]

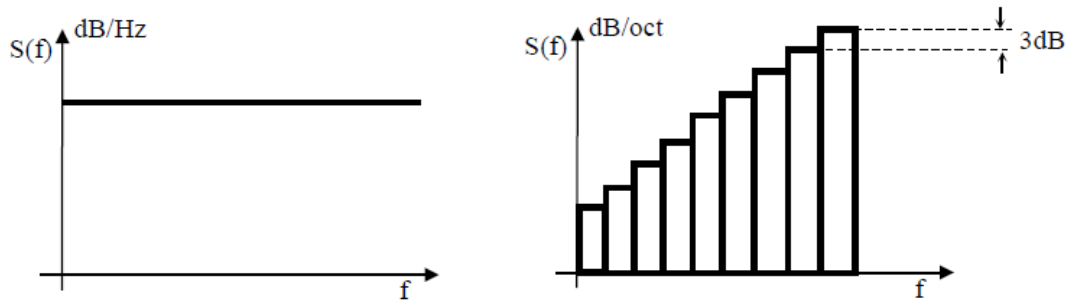


Figure 5 : Densité spectrale d'un bruit blanc [9]

Le bruit rose est identique au bruit blanc, sauf au niveau de sa densité spectrale d'intensité qui est inversement proportionnelle à la fréquence. Sa densité spectrale diminue de 3 dB par octave en bandes fines par rapport à la densité du bruit blanc. Elle a une énergie constante par bande d'octave. La sensation auditive est proche de celle obtenue par un bruit blanc mais est plus grave. [9] En effet, l'énergie sera plutôt dans les fréquences moyennes et graves. [18]

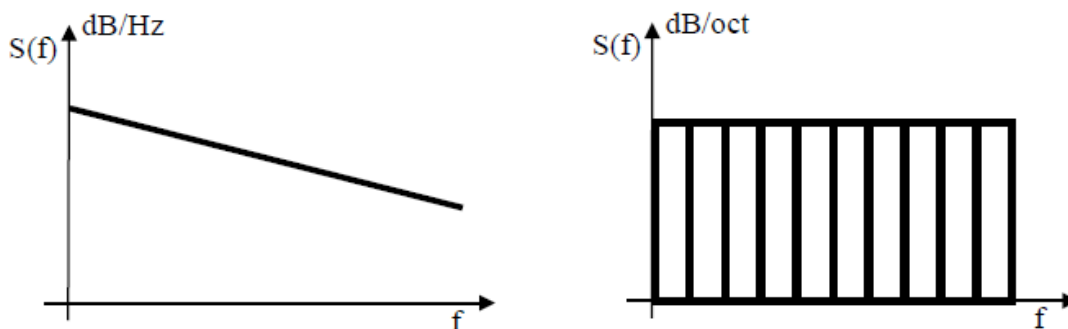


Figure 6 : Densité spectrale d'un bruit rose [9]

Nous allons également aborder le bruit « Cocktail Party », qui est utilisé lors de certains tests audioprothétiques.

Le bruit « Cocktail Party » se base sur « l'effet cocktail party ». Le cognitiviste Colin Cherry a réalisé en 1953 une expérience dans son laboratoire en diffusant simultanément deux informations sonores différentes par le biais d'un casque. Il a baptisé ce test « l'effet cocktail

party ». Le but étant de demander à une personne de se focaliser sur un flux sonore et de pouvoir comprendre l'information principale.

Le bruit « Cocktail Party » est créé en mixant ensemble la voix de plusieurs intervenants et en intégrant des stimuli de la vie quotidienne. Ce bruit a pour but de perturber l'espace sonore des patients lors des tests audiométriques de compréhension dans le bruit. Sa densité spectrale sera en large bande. [26]

1.2.3 La musique

La musique est « un art qui permet à l'homme de s'exprimer par l'intermédiaire des sons » (Larousse) et de « combiner des sons d'après des règles » (Le Robert).

Depuis tout temps, la musique apporte bien être, joie et plaisir que cela soit grâce à des instruments de musique ou des interprétations d'œuvres musicales. On considère, que la musique est un excellent moyen de transmission de sensations émotionnelles, pour celui qui écoute ou qui joue de la musique. La musique fait partie de la vie, on joue un instrument de musique, on chante, on danse sur de la musique, on écoute de la musique : la musique fait partie de notre mémoire de vie.

Des études montrent que la pratique et l'écoute de la musique permettent de stimuler le cerveau. Cette stimulation améliore le fonctionnement de ces activités cognitives comme la mémoire et la concentration, les perceptions auditives et spatiales, la motricité et le réseau émotionnel. La musique a un effet sur la plasticité cérébrale et a des vertus thérapeutiques (musicothérapie). [34] [35]

La pratique de la musique peut faciliter la remédiation des troubles auditifs (Adbi, Khalessi, Khorsandi, & Gholmi, 2001), selon ces médecins, la stimulation de la musique au niveau des sens peut permettre l'entraînement auditif des enfants malentendants. [34] [36]

Nous allons, nous intéresser aux sons qu'émet la musique et avoir une approche acoustique. En effet, on sait que les sons musicaux correspondent à des ondes acoustiques périodiques et que le spectre du son de la musique est complexe.

D'après le théorème de Joseph Fourier le signal d'un son périodique est décomposé en une somme de sons sinusoïdaux. Les sons sinusoïdaux sont également appelés harmoniques. Ainsi, un son musical est une superposition de plusieurs vibrations fondamentales de fréquence f_1 , sur laquelle s'ajoutent des vibrations harmoniques. Les fréquences sont des multiples de la première. [9]

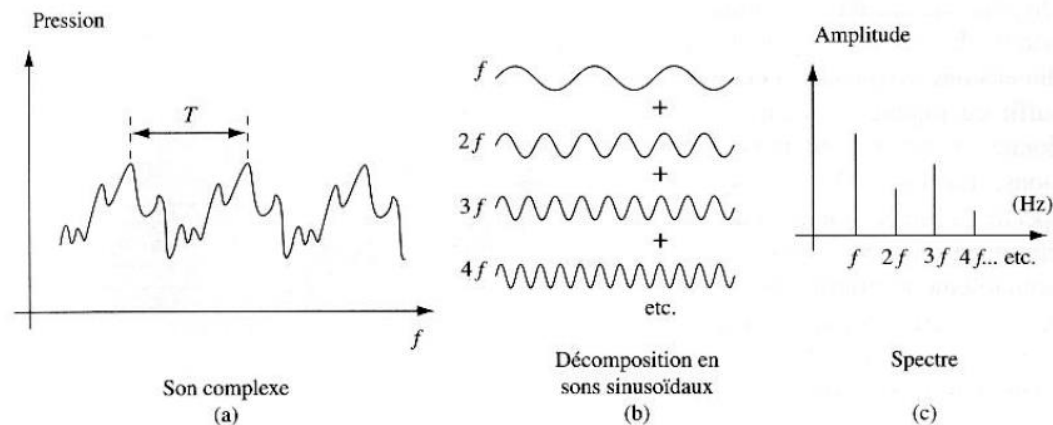


Figure 7 : Sons sinusoïdaux (harmoniques + fondamentale) [9]

L'ensemble des sons sinusoïdaux (harmoniques + fondamentales) formeront l'ensemble des sons qui sont émis par l'instrument de musique. Ce sont les harmoniques qui déterminent le timbre du son joué par l'instrument. Le timbre du son, nous permettra de différencier les instruments de musique alors qu'ils jouent la même note de musique. [30]

Nous avons ainsi pu comprendre la richesse acoustique des sons émis par la musique, sons qui ont un impact sur la plasticité de notre cerveau. Cela permet donc de nous prémunir, de repousser certaines pathologies ou de remédier à certains troubles tels que la motricité, le langage et la mémoire. [34][35]

Nous trouverons ci-dessous le spectre d'un extrait de « La Badinerie de J.S. Bach », on l'on voit l'émergence d'harmoniques :

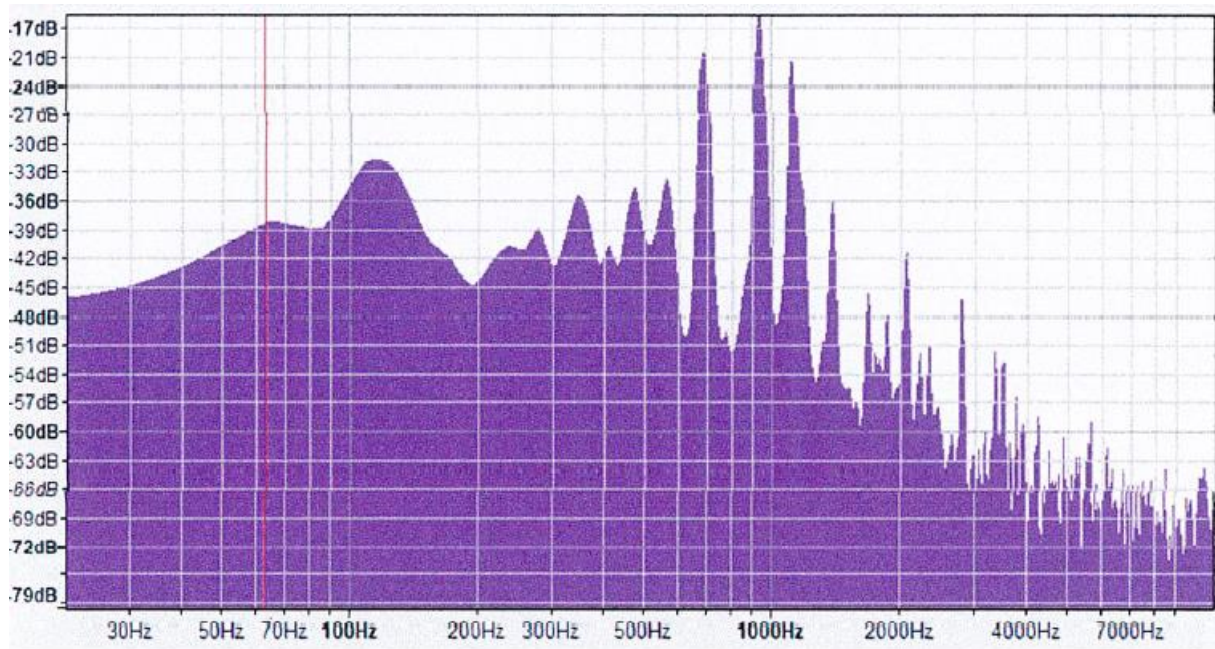


Figure 8 : Spectre d'un extrait de la Badinerie de J.S. Bach (Audacity).

1.2.4 Conclusion

Comme nous avons pu le voir, le signal de la parole et le signal de la musique n'ont pas les mêmes caractéristiques acoustiques. En effet, selon Chasin et Russo (2004), la parole a un spectre défini (le spectre vocal à long terme), en revanche, le spectre de la musique provient de nombreuses sources, plusieurs instruments de musiques et varie aussi en fonction du musicien. La musique peut être proche du spectre du bruit et parfois de la parole car certains instruments ont à moyenne fréquence des sons sinusoïdaux avec des harmoniques réguliers comme le hautbois, le saxophone, la guitare et les violons. Il n'a donc pas un spectre défini. [29] Par conséquent, les traitements acoustiques de la parole ne sont pas adaptés aux traitements acoustiques de la musique. C'est pourquoi, les appareils auditifs peuvent rendre l'écoute de la musique problématique en diminuant la qualité de celle-ci.

Pour finir, il est important de rester en contact avec la musique (pratique ou écoute) pour le bien-être d'une personne, mais aussi pour des approches plus scientifiques avec l'impact de celle-ci sur la plasticité cérébrale. Il est donc essentiel pour l'audioprothésiste de proposer des solutions qui peuvent répondre à la fois à la perte d'audition et aussi au besoin de recréer ou de créer un lien avec les activités musicales.

Afin de palier à cela, des programmes spécifiques sont proposés pour améliorer l'écoute et la perception de la musique comme le programme « MyMusic » d'Oticon.

1.3 Le programme « MyMusic » d'Oticon

1.3.1 Présentation

Comme déjà évoqué, le programme « MyMusic » est un programme développé par le fabricant Oticon (Voir annexe 4). Il a été élaboré principalement pour améliorer la qualité de l'écoute de la musique dans tous les environnements quel que soit la provenance de la source de la musique :

- en streaming (les aides auditives faisant office de casque audio)
- ou en live (télévision, haut-parleur, radio, concert, etc.). [14]

« La réflexion d'Oticon est basée sur une opposition entre la technique qui maximise la compréhension de la parole et celle qui permet d'écouter la musique de manière optimale ». [32]

MyMusic se base sur un principe simple qui est de différencier la musique et la parole par : la dynamique, les plages fréquentielles et les variations. On sait que la musique est imprévisible tandis que la parole est prévisible. Grâce à la figure 9 nous pouvons visualiser la gamme audible humaine dont les zones de parole et de musique ainsi que la représentation du seuil de douleur.

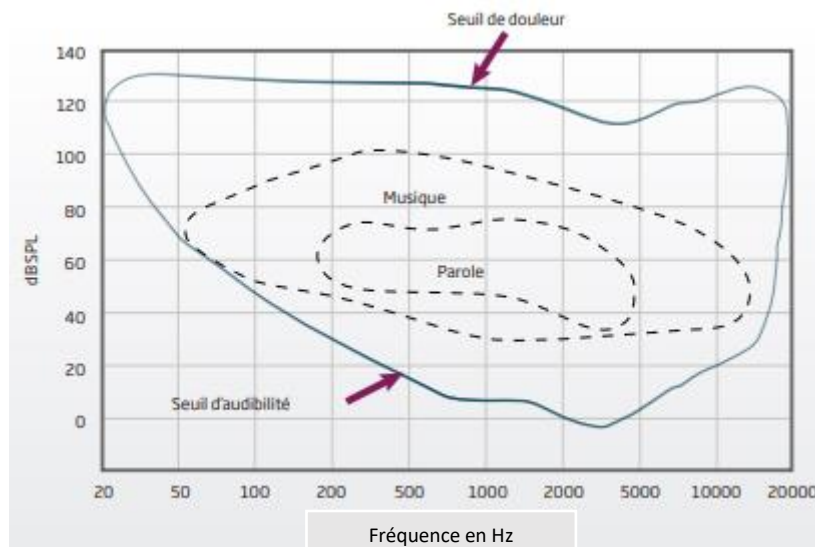


Figure 9 : « Visualisation de la fréquence et de l'intensité de la gamme audible humaine avec des graphiques pour les zones de parole et de musique. Image adaptée de Limb (2010) ». (Livre Blanc Oticon « Décryptage du concept Oticon MyMusic ») [14]

Sachant qu'Oticon différencie le signal de la parole à celui de la musique, la méthodologie utilisée est unique et spécifique pour le programme « MyMusic » et elle se base sur 8 principes. Cette méthodologie est différente des méthodologies actuelles (NAL-NL1, NAL-NL2, DSL et méthodologie fabriquant).

De plus, le programme « MyMusic » a été élaboré en fonction des courbes de références Harman.

La courbe de référence Harman a été élaborée, à l'origine, pour tous les systèmes audios commercialisés par cette marque (Casques, barres de son, enceintes).

Sean E. Olive est le responsable des recherches en acoustique de chez Harman, leur but était de chercher la courbe cible optimale pour une qualité optimale sonore en prenant en compte les préférences des auditeurs en utilisant des mesures objectives.

Les mesures objectives ont été effectuées à l'aide d'une tête artificielle en champ libre avec une réverbération normale et en champ libre diffus avec une réverbération forte. (Sean Olive, Omid Khonsaripour & Todd Welti, 2018) [14]

Cependant, les résultats n'étaient pas optimaux, ils ont donc réorienté leur recherche en effectuant les tests en champ libre avec une réverbération normale prenant en compte un environnement similaire à la vie quotidienne ou dans un environnement dans lequel on écoute de la musique. (Voir figure 10) [31]

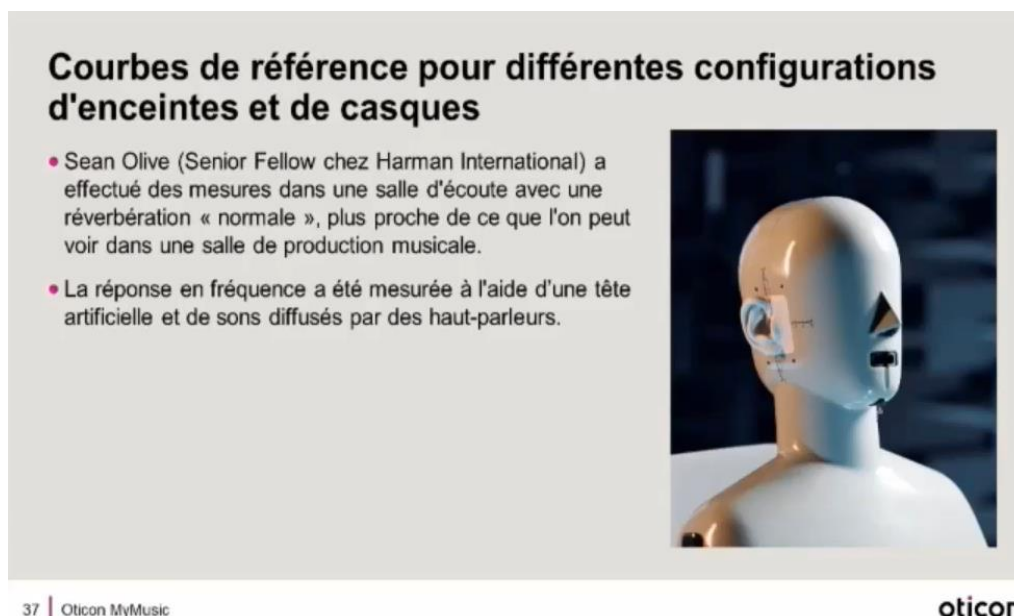


Figure 10 : « Courbes de référence pour différentes configurations d'enceintes et de casques » (Oticon MyMusic : une innovation musicale) [31]

La courbe Harman a été testée sur un panel d'utilisateur, c'est la courbe préférée des auditeurs (64 %) avec un panel ayant un large éventail d'âges, de genres et d'expériences d'écoute musicale. Elle est devenue la courbe de référence dans le domaine de l'industrie du casque toutes marques confondues. [31]

Pour l'élaboration du programme « MyMusic », les chercheurs ont remaniés le matériel et le logiciel existant. Pour ceci, ils ont travaillé avec les « conseils d'adaptation » et de « recommandations pour la prescription de gains (Crook, Greasley, & Beeston, 2018 ; Crook, Beeston, & Greasley, 2018) » et en prenant en compte les cibles de Harman, figure 11. [14]

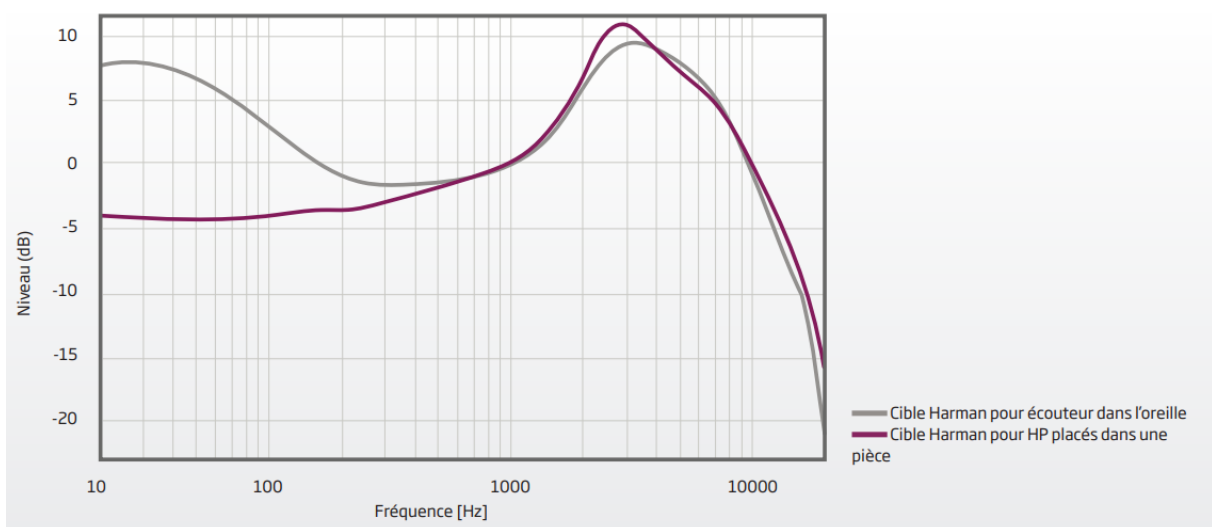


Figure 11 : « Cible Harman pour écouteur dans l'oreille et pour haut-parleurs placés dans une pièce » (Livre Blanc Oticon « Décryptage du concept Oticon MyMusic ») [14]

Comme évoqué, les chercheurs d'Oticon ont élaboré une liste de 8 principes [14] qui sont :

1. La compensation des basses fréquences en streaming et en champ libre. Les réglages des aides auditives doivent apporter un gain prothétique nécessaire pour compenser la perte d'audition,
2. L'organisation fréquentielle des points d'enclenchement de compression : il s'agit des Threshold Kneepoint (lorsque le TK est atteint, la compression se déclenche), il y en a 7 par canal chez Oticon. Cette réorganisation se fait par rapport aux caractéristiques du signal de la musique avec une répartition homogène sur l'ensemble des dynamiques. En effet, comme préconisé : « Les niveaux utilisés sont situés entre 40 dB SPL pour le plus faible et 105 dB SPL pour le plus fort. Les niveaux intermédiaires seront de 65 dB SPL pour le niveau modéré et 90 dB SPL pour le niveau fort »,
3. Le taux de compression doit rester faible et stable à travers la fréquence,

4. Pas de compression entre les niveaux modérés et forts. Le schéma de compression est l'élément spécifique au programme « MyMusic »,
5. D'approcher au maximum les courbes prescrites aux courbes cibles Harman,
6. De Régler l'intensité du programme « MyMusic » sur la base du programme « Habituel », l'intensité du programme « MyMusic » doit apporter un confort d'écoute et être audible. (Niveau d'entrée d'écoute confortable 70 dB SPL),
7. Les réglages des autres fonctionnalités :
 -  MoreSound Intelligence,
 -  Wind Noise Management,
 -  MoreSound Optimizer,
 -  Transient Noise Management,
 -  Speech Rescue,
 -  Réglages des « Commandes du son »,
 -  MoreSound Amplifier,
8. L'écoute de la musique en direct, par les microphones des aides auditives et en streaming, n'a pas le même traitement. Les réglages seront donc appliqués en fonction des deux courbes cibles Harman. [14] (Voir annexe 3)

1.3.2 Analyse d'Oticon

Selon le document technique de 2021 - Décryptage du concept Oticon « MyMusic », l'objectif est d'assurer une qualité sonore perçue par les malentendants. [14]

Les chercheurs de ce programme ont comparé le programme « MyMusic » par rapport au programme musical existant (ancien programme Musique d'Oticon). La figure 12, montre un gain plus important dans les basses fréquences, une diminution du gain de 1 kHz à 5 kHz sur les fréquences moyennes et une augmentation du gain sur les hautes fréquences supérieures à 5 kHz. [14]

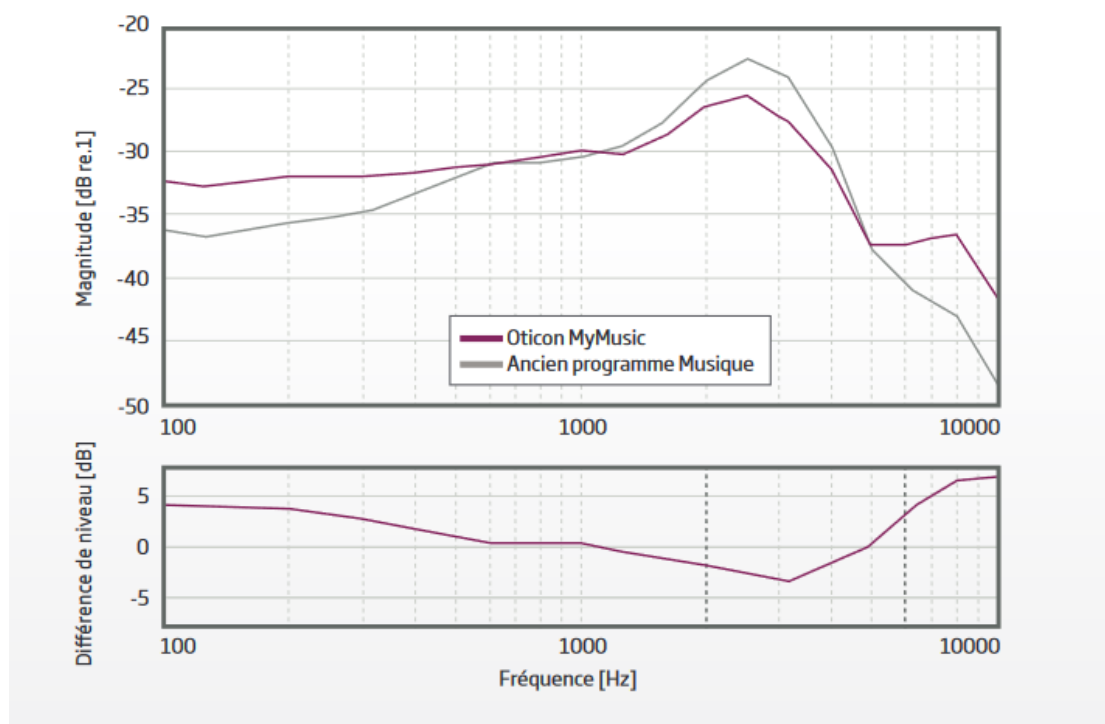


Figure 12 : « Graphique tiré du document technique de 2021 « Decryptage du concept Oticon MyMusic » :

Graphique du haut : Sortie de l'aide auditive pour MyMusic d'Oticon et l'ancien programme Musique. Le signal d'entrée est un bruit en forme de musique (IEC 60268-1) présenté à 70 dB SPL. La mesure est effectuée avec une perte auditive plate de 30 dB HL.

Graphique du bas : différence de niveau pour les deux mesures » [14]

Selon le livre blanc, Oticon affirme que les utilisateurs des deux programmes ont une préférence pour le programme « MyMusic » (72 % des utilisateurs). [14]

Pour conclure, le programme « MyMusic » a été conçu spécifiquement pour l'écoute de la musique avec l'attribution d'une technologie inédite.

La problématique de ce mémoire est la suivante, évaluer les bénéfices du programme « MyMusic » dans le cadre d'un usage quotidien et pour l'écoute de la musique par rapport à un programme « Habituel ».

Nous allons, à présent, expliquer plus particulièrement le test « Fra-Matrix » que nous allons pratiquer sur notre panel de patients et allons, aussi, aborder les différents indices de prédiction le SII, STI et HAAQI que nous allons utiliser sur la tête artificielle (KEMAR).

1.4 Test et Indices de prédiction

1.4.1 Fra-Matrix : Test de compréhension adaptatif dans le bruit

1.4.1.1 Introduction

Le test Fra-Matrix a pour objectif d'évaluer la capacité de compréhension de la parole dans le bruit et cela dans des conditions qui se rapprochent le plus à la vie réelle. Ce qui est indéniablement primordial pour échanger et donc, d'avoir une vie sociale qui n'est pas limitée.

1.4.1.2 Histoire

En 1970, Carhar et Tilman, ont déjà émis l'hypothèse de mesurer les pertes auditives en étant dans une situation plus proche de la vie quotidienne et ne pas uniquement utiliser les audiométries vocales dans le silence. Les premiers tests dans le bruit sont apparus à partir de 1979 et sont basés sur la perception de la parole dans le bruit.

Différents tests d'audiométrie en français dans le bruit ont été retenus : le Digit triplet, le Triplet antiphasique, FIST, HINT, SUN, VRB et le Fra-Matrix (le French Matrix Test).

C'est une équipe de chercheurs allemand du Professeur Birger Kollmeier qui a développé le Fra-Matrix.

Il existe également une version destinée aux personnes rencontrant des difficultés d'attention en proposant le FRASIMAT. Cette version est constituée de phrases courtes qui permet donc une meilleure passation de l'information.

1.4.1.3 Principe général

Contrairement, à l'audiométrie vocale dans le silence, nous devons prendre en considération deux paramètres différents la voix et le bruit.

Tous les tests d'audiométrie vocale évaluent l'intelligibilité en fonction du rapport signal sur bruit (RSB) en dB dans le bruit. Le RSB c'est la différence entre le niveau nominal de la parole et le niveau de bruit de fond ou bruit masquant, plus le rapport est élevé plus le signal utile (parole) est émergeant.

$$RSB \text{ (en dB)} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_S}{P_B} \right)$$

P_S : intensité du signal de parole

P_B : intensité du bruit

On recherche ainsi le seuil d'intelligibilité vocale dans le bruit en modifiant le niveau du bruit ou de la parole. Cette modification se fera en fonction des réponses données par le patient.

La norme ISO 8253-3 recommande de fixer la voix à 65 dB SPL et d'utiliser un pas de 5 dB entre les listes écoutées. [11] [4]

1.4.1.4 Matériel requis

Pour mesurer l'audiométrie vocale dans le bruit en champ libre, nous devons avoir de bonnes conditions de passation et de reproductibilité. La cabine doit être insonorisée et sans réverbération, avec des parois absorbantes.

Configuration 1 haut-parleur :

La norme établie est que le signal de parole et le signal de bruit est émis du même haut-parleur qui est situé à une distance d'un mètre en face du sujet (voir figure 8).

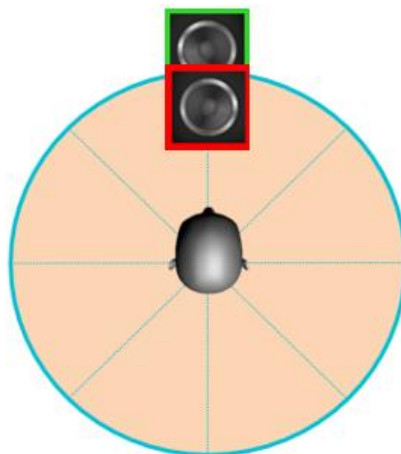


Figure 13 : Configuration 1 haut-parleur – Fra-Matrix

Configuration 5 haut-parleurs :

Le sujet est installé au centre des 5 haut-parleurs à une distance de 1 mètre de chaque haut-parleur. Le signal de parole est émis à partir d'un seul haut-parleur en face du sujet et le signal de bruit est diffusé simultanément par chacun des 4 autres haut-parleurs (disposé à 45°, 135°, 225° et 315°) créant un bruit diffus. Les stimuli sont diffusés à partir d'un audiomètre connecté aux 5 haut-parleurs. [11] (voir figure 9)

L'audiomètre diffuse par le biais de deux canaux le signal de parole ainsi que le signal de bruit qui seront dirigés respectivement vers les 5 haut-parleurs. Un mélangeur audio permettra de contrôler les niveaux de sortie du bruit envoyé aux 4 haut-parleurs.

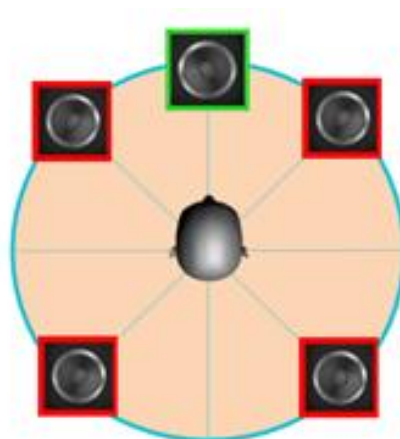


Figure 14 : Configuration 5 haut-parleurs – Fra-Matrix

1.4.1.5 Matériel vocal

Le matériel vocal est équilibré phonétiquement et il est constitué de 28 listes de 10 phrases de 5 mots. Il s'agit d'une phrase à structure syntaxique fixe (un nom, un verbe, un nombre, un objet et une couleur). Ces mots sont générés aléatoirement à partir d'une liste de 50 mots composés de 10 noms, 10 verbes, 10 nombres, 10 objets et 10 couleurs. Pour chaque groupe « types de mots » (nom, verbe, nombre, objet et couleur), il existe une liste fermée de 10 choix, cela permet de limiter la suppléance mentale et les effets d'apprentissage. [11] [4]

Ce matériel phonétique permet de réaliser les tests d'audiométrie vocale en champ libre. Il consiste à proposer au patient des modèles acoustiques de parole à des intensités d'émission différentes. Le patient va répéter le modèle de phrases et nous allons évaluer le nombre d'erreurs. [4]

	Nom	Verbe	Chiffre	Objet	Couleur
1	Agnès	achète	deux	anneaux	blancs
2	Charlotte	attrape	trois	ballons	bleus
3	Emile	demande	cinq	classeurs	bruns
4	Etienne	déplace	six	crayons	gris
5	Eugène	dessine	sept	jetons	jaunes
6	Félix	propose	huit	livres	mauves
7	Jean-Luc	ramasse	neuf	pions	noirs
8	Julien	ramène	onze	piquets	roses
9	Michel	reprend	douze	rubans	rouges
10	Sophie	voudrait	quinze	vélos	verts

Figure 15 : Liste des mots Fra-matrix [11]

1.4.1.6 Passation

Le sujet doit être préalablement entraîné afin qu'il ne soit pas surpris par la méthode. Pour ceci, on peut utiliser jusqu'à 2 listes de 20 phrases de 5 mots. Le test avec la liste de 20 phrases dure environ 4 minutes.

Le niveau du signal de bruit est fixé à 65 dB SPL, et le signal vocal est réglé à 65 dB SPL avec un RSB de 0 dB.

Nous lançons la passation des phrases de 5 mots, mots qui doivent être répétés par le sujet. La première phrase sera diffusée avec un RSB de 0 dB.

Après chaque passage, le RSB est ajusté en fonction du nombre de mots correctement répétés ou d'inversions. A la fin d'une liste de mots, le logiciel calculera le SIB50 (seuil d'intelligibilité dans le bruit à 50 %) en dB RSB. Le SIB50 retenu sera le dernier SIB50 produit par le logiciel.

Les résultats obtenus sont représentés sous la forme d'une courbe. Elle est tracée en fonction des réponses données par le patient. Si sur les 5 items annoncés, le patient n'en répète que 2 ou moins, la courbe viendra tendre vers des valeurs positives et inversement, si le patient répète 3 ou plus de 3 items alors la courbe viendra tendre vers des valeurs négatives.

Comme, nous parlons ici d'un rapport Signal/Bruit, si la valeur obtenue est positive, cela signifie que le signal perçu par le patient doit être d'une intensité supérieure à celle du bruit pour qu'il puisse comprendre 50% de l'information. A l'inverse, si le résultat obtenu est négatif, cela signifie que l'intensité du bruit peut-être plus importante que celle du signal, il arrivera tout de même à comprendre 50% de l'information.

En revanche, si le résultat obtenu est équivalent à 0 dB, le patient pourra comprendre 50% du signal si l'intensité du bruit est au maximum égal à l'intensité du signal.

Nous allons à présent aborder les différents indices de mesure que l'on a utilisé pour les tests réalisés avec le mannequin KEMAR.

1.4.2 Indice de prédiction objective : SII / STI / HAAQI

1.4.2.1 Le Speech Intelligibility Index (SII)

Le SII découle de l'indice d'articulation (AI), c'est en 1987, que Pavlovic a fait évoluer cette mesure, en y intégrant de nouveaux indices prenant en compte l'importance des fréquences. [1]

Nous allons, tout d'abord, comprendre le mode de fonctionnement de l'AI. L'AI a été développé en 1929 par Fletcher et Steinberg. Le principe est qu'une personne écoute via un système de transmission les sons émis par un locuteur et il devra écrire les sons qu'il reconnaîtra.

Les phonèmes correctement identifiés seront notés 1 et si au contraire, il y a une erreur, la note sera de 0. L'intelligibilité de la parole sera obtenue avec le rapport entre le nombre de syllabes correctement transcrites et le nombre de syllabes énoncées. L'AI est une des premières mesures développées pour évaluer l'intelligibilité de la parole, en raison des développements des systèmes de téléphonie dans les années 30. Elle fait l'objet de la norme de l'American National Standards ANSI datant de 1969 (S.3.5) et est défini par le calcul suivant [2] [3] :

$$A_i = \frac{(\text{Spectre voix-seuil ou bruit}) + 15}{30}$$

Les valeurs obtenues seront comprises de 0 à 1. Si la valeur est égale à 0, l'émergence de la parole est nulle et si la valeur est égale à 1, l'émergence maximale sera de 30 dB sur 30 dB. [3]

Cependant, l'AI est avant tout destiné à chiffrer l'effet de masquage par des bruits parasites et n'est donc pas adapté pour mesurer l'intelligibilité dans des espaces réverbérants.

Avec les modifications apportées, le SII est une mesure de l'indice de l'intelligibilité de la parole, qui est calculée à partir de mesures du seuil auditif de la parole et de la quantité d'informations sonores sur différentes fréquences.

En effet, les fréquences comprises dans le calcul du SII sont la « fonction d'importance » de fréquences (Frequency Importance Functions – FIFs), le calcul de l'indice du SII privilégie certaines fréquences par rapport à d'autres car toutes les fréquences ne contribuent pas à la compréhension de la parole. (Hornsby 2004) [2].

La formule de calcul du SII est définie par la norme de l'American National Standards Institute (ANSI S3.5-1997) [3] :

$$SII = \sum_{i=1}^n L_i A_i$$

n : le nombre de bandes critiques, d'égales contributions, de tiers d'octave ou d'octave. [3]

L_i : l'indice d'importance (le poids en %) de chaque bande fréquentielle i , dépendant du matériel vocal utilisé. [3]

Les canaux de fréquence émis sont divisés en :

- Bandes d'octaves,
- Bandes de tiers d'octaves,
- Bandes critiques.

Dans ce calcul, sont introduits des nouveaux paramètres tels que le masquage, la réverbération, l'écrtage, la compression [3].

Les scores d'intelligibilité sont compris entre 0 (0 % d'intelligibilité) et 1 (100% d'intelligibilité) comme l'indice d'Articulation.

Après une mesure In Vivo, toutes les stations de mesures indiquent l'indice SII. Il s'agit d'une mesure non-intrusive. [5] [2] [3]

1.4.2.2 Le Speech Transmission Index (STI)

Le STI a été développé par J.M. Steeneken et T. Houtgast en 2002, afin de créer un test objectif sans passer par des tests subjectifs [1] et [16].

Cette méthode de mesure permet d'évaluer la qualité de transmission de la parole dans un espace. Il prend en compte tous les facteurs pouvant altérer l'intelligibilité de la parole comme les facteurs de l'environnement.

En effet, le facteur de l'environnement a un impact direct sur l'intelligibilité de la parole comme la distorsion d'un système audio, le bruit ambiant et la réverbération.

Ce calcul prend ainsi en compte les composantes des enveloppes spectrales du signal de la parole et du bruit. Il prendra aussi en compte les effets de masquages et le seuil d'audition affecté par le port des aides auditives.

L'échelle des scores est comprise entre 0 (qualité médiocre) et 1 (bonne qualité).

1.4.2.3 Le Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI).

Le HAAQI est un indice de qualité du signal en sortie d'aides auditives.

Cet indice compare le signal dégradé à un signal de référence basé sur un modèle de la périphérie auditive incluant les effets de la perte auditive. Plus précisément, cet indicateur compare le signal émis par le haut-parleur et reçu sur les oreilles considérées comme saines du mannequin KEMAR avec celui reçu sur ces mêmes oreilles en sortie d'aides auditives. La mesure est considérée comme intrusive (J.M. Kates, K.H. Arehart). [28]

L'échelle des scores est comprise entre 0 pour une forte détérioration du signal et 1 pour une restitution quasi identique. [21]

1.5 Conclusion

Dans cette première partie, nous avons revu les notions concernant la parole, le bruit et la musique. Ces notions sont importantes pour analyser les différences entre le programme « MyMusic » et le programme « Habituel ». En effet, nous allons dans la partie expérimentale étudier ces deux programmes pour pouvoir répondre à notre problématique : dans le cadre d'un usage quotidien et pour l'écoute de la musique quels sont les bénéfices apportés par le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » ?

Pour ceci, dans la deuxième partie de cette étude, nous allons tout d'abord expliquer notre organisation, le matériel utilisé, le panel de patients étudiés, décrire le protocole expérimental appliqué. Dans un second temps, nous allons mettre en pratique les différents tests que nous avons décrit dans la première partie ainsi que les questionnaires et finir sur un temps de discussion.

2 PARTIE EXPERIMENTALE

2.1 Introduction

Ce travail a pour but d'étudier à l'aide de tests audiométriques et de deux questionnaires (LAM et 15ISSQ) le bénéfice ressenti vis-à-vis de l'appareillage auditif et tout particulièrement vis-à-vis de l'écoute de musique, de chansons ou d'émissions de variétés. L'expérimentation ne prendra pas en considération l'écoute en streaming.

Les patients concernés ne sont pas forcément des musiciens ou des mélomanes. Ils souhaitent ainsi retrouver le plaisir d'écouter de la musique.

Cette recherche est une collaboration entre le Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Dr Annie Moulin, chercheure au CNRS) et Madame Julie Bestel (audioprothésiste associée responsable du service scientifique chez Audilab).

Dans une phase préliminaire, 4 étudiants (dont moi-même) sélectionneront un panel de participants pour appliquer le protocole de tests et de questionnaires.

2.2 Objectifs

Les objectifs de ce mémoire sont d'évaluer les bénéfices du programme « MyMusic » d'Oticon que ce soit lors d'un usage quotidien ou pour l'écoute de la musique. Et de comparer les résultats obtenus avec ceux du programme « Habituel » recueilli en appliquant le même protocole.

Le programme « Habituel » est considéré comme étant le réglage standard réalisé par l'audioprothésiste dans le cadre d'une adaptation classique. Les réglages sont différents selon chaque patient, ils dépendent principalement de la perte d'audition mesurée.

2.3 Organisation

Les résultats des mesures récoltées ont été communiqués aux étudiants qui ont participé à cette étude. Cela a permis, d'augmenter la population étudiée et de comparer les résultats obtenus.

Nous avons ainsi réalisé des mesures avec **des tests « subjectifs »** tels que :

- Les audiométries tonales et vocales,
- L'audiométrie vocale adaptative dans le bruit « Fra-Matrix »,
- Les tests de gain prothétique tonal et de gain prothétique vocal,
- Les échelles visuelles analogiques de l'effort fourni et de la fatigue ressentie.
- Les questionnaires :
 - Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale,
 - LAM « Loisirs Auditifs et Musicaux ».
- Les tests subjectifs d'écoute musicale.

Puis, nous avons réalisé **des test « objectifs »** à l'aide de la tête artificielle KEMAR pour évaluer :

- Le Speech Intelligibility Index (SII),
- Le Speech Transission Index (STI),
- The Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI).

2.4 Matériels requis

2.4.1 Tests subjectifs

Pour les tests subjectifs réalisés avec les patients, nous avons utilisé les cabines des centres d'Audilab. Dans ces cabines insonorisées, il est possible de réaliser des audiométries tonales et vocales au casque ou aux inserts, des tests de gain prothétique tonal et vocal avec et sans appareils en champ libre. Nous avons également effectué des mesures In Vivo grâce au module « Afinity », ainsi que l'audiométrie vocale adaptative dans le bruit en champ libre (ici le Fra-Matrix).

Nous avons utilisé :

- Otoscope, spéculum,
- Inserts,
- Matériel de propreté et d'hygiène,
- Appareils Oticon More 1,2 et 3,
- Utilisation du logiciel Génie 2 de chez Oticon,
- Ordinateur équipé du module Noah avec les différents logiciels de réglages et du logiciel Cosium.

2.4.2 Tests objectifs

Nous avons réalisé nos tests sur le mannequin KEMAR (Knowles Electronic Manikin for Acoustical Research), c'est un mannequin (tête et buste) artificiel qui prend en compte les diffractions de la tête et du buste, il est utilisé pour effectuer des simulations auditives. [6]

La tête artificielle utilisée se situe dans le laboratoire de la Faculté de Pharmacie de Nancy, dans une salle dont les murs sont traités acoustiquement par un matériau absorbant, nous permettant d'obtenir des conditions quasi de champ libre. Le mannequin est au centre de 5 cinq haut-parleurs qui sont disposés autour de la tête artificielle à une distance de 1,10 mètre. [6] (voir figures 16 et 17)

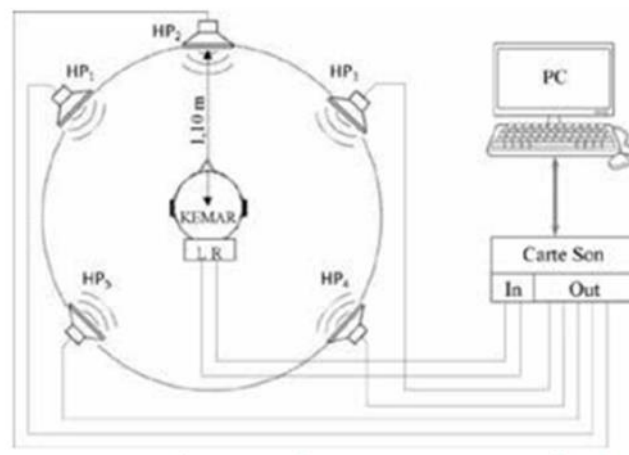


Figure 16 : Emplacement du KEMAR au centre des 5 haut-parleurs / plateforme de simulation de la faculté de pharmacie de Nancy [6]



Figure 17 : Mannequin de dos au centre des haut-parleurs - Plateforme de simulation auditive à la faculté de pharmacie de Nancy

Pour réaliser les mesures nous permettant d'obtenir les indices acoustiques HAAQI, SII, STI, nous avons utilisé un programme écrit sous Matlab. Ce programme, nous permet de piloter la carte son et ainsi générer les signaux sonores à l'aide des haut-parleurs qui reconstituent des environnements sonores réalistes et d'acquérir les signaux captés sur les deux oreilles du mannequin KEMAR. On obtiendra ainsi une captation binaurale réaliste d'un patient appareillé. [6]

Nous utilisons lors de nos mesures, une paire d'appareil Oticon More 3 adaptée, avec des embouts fermés et fond de conque en silicone.

2.5 Le panel de la population étudiée pour les tests subjectifs.

Les participants de cette étude ont été sélectionnés selon des critères définis dans le cadre de notre groupe de travail.

2.5.1 Critères de sélection

Critère d'inclusion :

- Adultes appareillés depuis plus de 3 mois,
- Type et degré de surdité : tout-venant,
- Appareillage bilatéral en aérien.

Critère d'exclusion :

- Surdités unilatérales,
- Sujets appareillés en Bi-CROS ou BAHA,
- Acouphènes invalidants,
- Troubles cognitifs (non mesuré, à l'appréciation de l'audioprothésiste),
- Sujets non francophones.

2.5.2 Caractéristiques du panel

Genre et âge :

La figure 18 correspond à la population étudiée qui est au nombre de 23, dont 10 femmes et 13 hommes. Soit respectivement 43,48% de femmes pour 56,52% d'hommes.

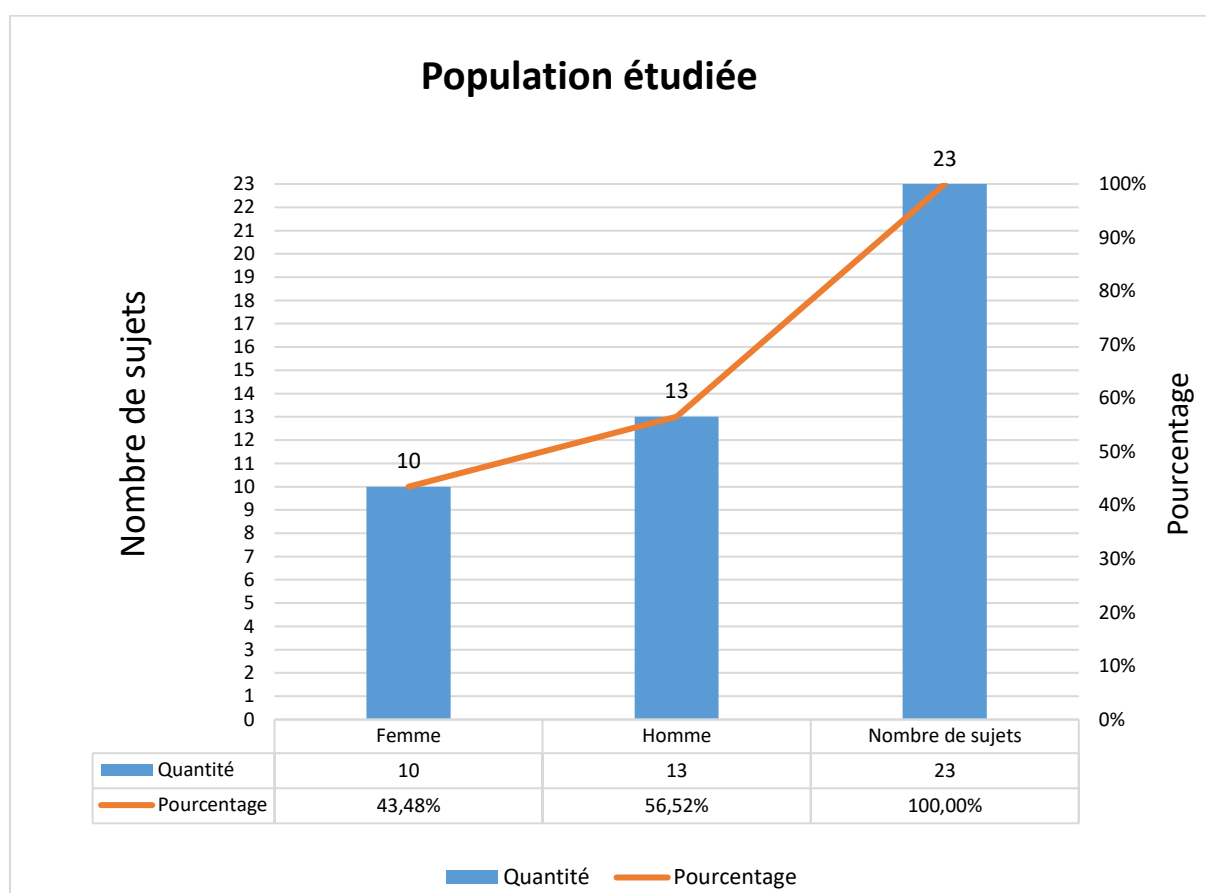


Figure 18 : Représentation de la Population étudiée (Homme / Femme)

La figure 19 représente l'histogramme de l'âge de chaque sujet participant à l'étude. La moyenne du panel (23 sujets) est de 67,3 ans, le patient le plus jeune a 34 ans et le plus âgé 92 ans.

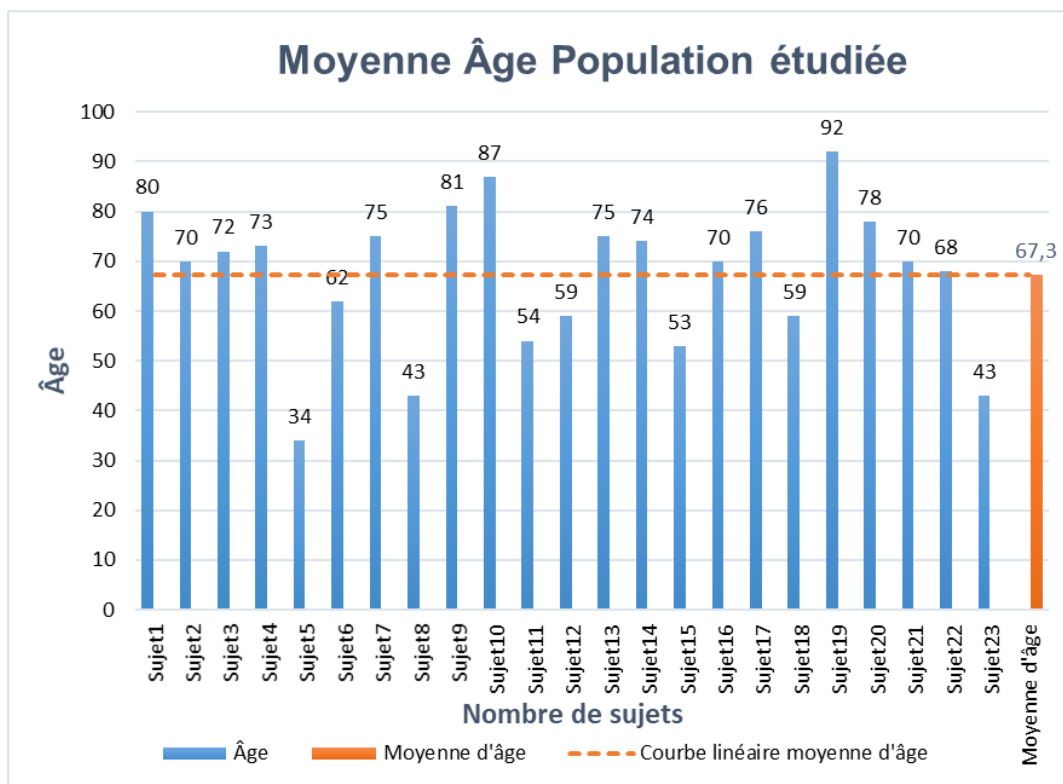


Figure 19 : Représentation de la Moyenne d'Âge de la Population étudiée

La figure 20 est une représentation graphique de la moyenne des résultats des audiométries tonales du panel réalisées aux inserts oreilles séparées :

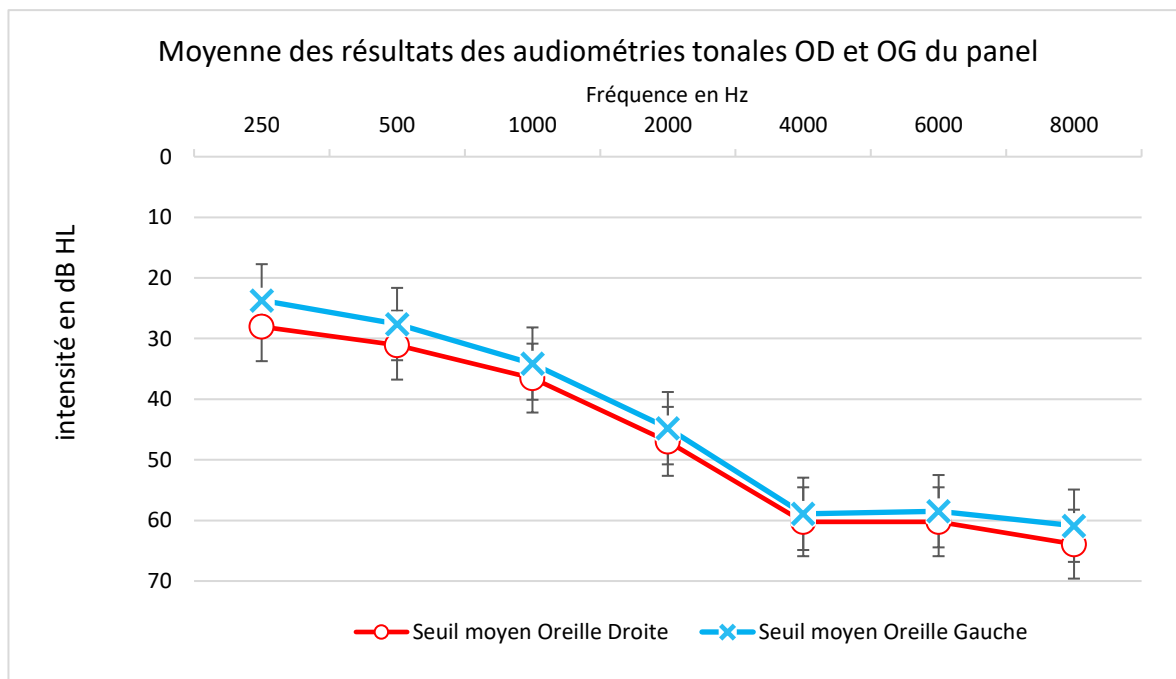


Figure 20 : Représentation de la moyenne des résultats des tests d'audiométries tonales oreilles séparées pour le panel de 23 sujets

Nous sommes en présence d'une surdité perceptionnelle bilatérale symétrique. L'oreille droite présente une surdité moyenne premier degré avec une perte tonale moyenne de 43,7 dB HL et l'oreille gauche présente une surdité moyenne premier degré avec une perte tonale moyenne de 41,4 dB HL. Nous constatons pour l'oreille droite et gauche, une prédominance dans les fréquences aiguës.

Concernant les résultats d'intelligibilité du panel, nous obtenons le graphique de la figure 21. On y retrouve le maximum d'intelligibilité, le seuil d'intelligibilité et le minimum d'intelligibilité. Chaque mesure d'intelligibilité a été réalisée oreilles séparées et aux inserts.

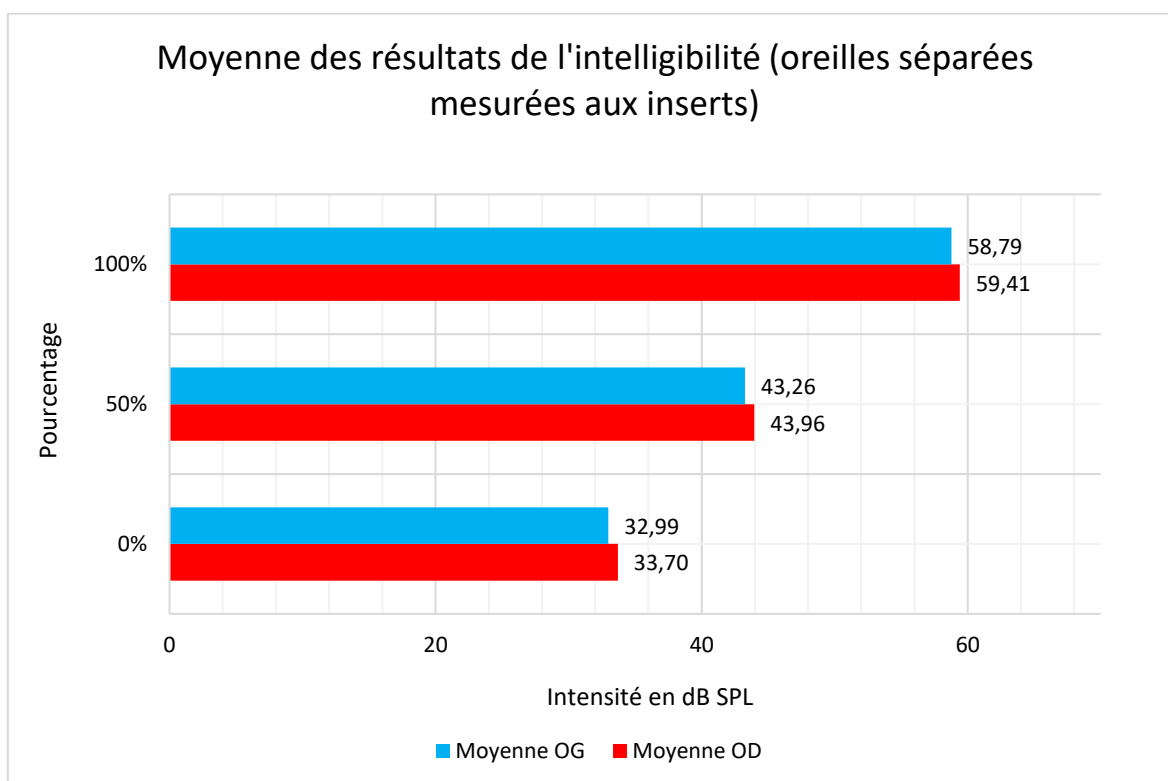


Figure 21 : Représentation de la moyenne de l'intelligibilité oreilles séparées du panel de 23 sujets.

L'intensité nécessaire pour que le panel puisse comprendre 50 % de l'information d'une phrase doit être pour l'oreille droite de 43,96 dB SPL et pour l'oreille gauche de 43,26 dB SPL.

Gammes d'appareils :

Les patients ont tous un appareil RITE provenant du fabricant Oticon, de classe II. Sur les 23 patients, 9 ont des appareils de la gamme « More 1 », 5 de la gamme « More 2 » et 9 de la gamme « More 3 » (voir figure 22).

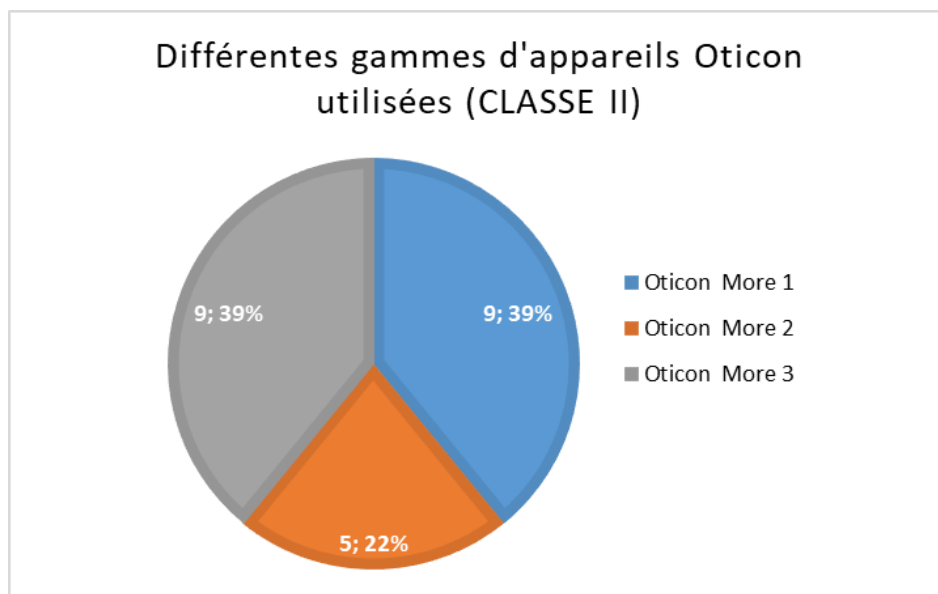


Figure 22 : Représentation des différentes gammes d'appareils « More » du fabricant d'Oticon utilisés par le panel de 23 sujets.

2.6 Protocole expérimental

2.6.1 Introduction

L'étude comprend 3 sessions en présentielles contrairement au protocole initial qui était de deux sessions en présentielles (voir annexe 1).

Durant ces différentes sessions, nous avons réalisé plusieurs tests avec le patient, comme :

Des tests d'audibilité, des tests d'intelligibilité dans un milieu calme ainsi que dans un milieu bruyant, des tests de gain prothétique tonal et de gain prothétique vocal ainsi qu'un test d'écoute musicale.

L'étude sera réalisée sur une période de 3 semaines durant laquelle, les patients auront pour mission d'utiliser au maximum leur nouveau programme « MyMusic » et devront remplir 2 questionnaires :

- Le questionnaire d'habiletés auditives « Parole, audition spatiale et qualité d'audition » (15ISSQ) avec leurs aides auditives et en utilisant le programme « Habituel », [9]
- Le questionnaire de « Loisirs Auditifs et Musicaux » (LAM) avec leurs aides auditives en utilisant le programme « MyMusic » et le programme « Habituel ».

2.6.2 Questionnaire « Parole, audition spatiale et qualité d'audition » (15ISSQ)

Le questionnaire SSQ (Speech, Spatial and Qualities of hearing) est un questionnaire d'habilités auditives créé par Gatehouse and Noble en 2004. [8]

Il est à l'origine composé de 49 items, la version utilisée dans ce mémoire est une version courte de 15 items sous la forme du « 15ISSQ ». [9]

Les questions répondent aux diverses situations auditives du monde réel, pour lesquelles le patient évalue ses capacités auditives sur une échelle visuelle analogique allant de 0 à 10 (10 correspond à la situation où le sujet est tout à fait à l'aise dans la situation sonore évoquée).

2. Vous êtes assis autour d'une table avec un groupe de cinq personnes environ, dans un restaurant animé. Vous pouvez voir toutes les personnes du groupe. Pouvez-vous suivre la conversation ?	<i>Non, pas du tout</i>											<i>Oui, parfaitement</i>										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	☐ <i>Non applicable</i>										

Figure 23 : Echelle visuelle analogique utilisée pour l'Item 2 de la première sous-échelle « Speech » [8]

Dans l'exemple, figure 23, la question 2 se rapporte à sa capacité de comprendre une conversation lorsque le patient se trouve dans un environnement animé (autour d'une table avec 5 personnes, dans un restaurant animé). Si le patient est tout à fait capable de comprendre, alors il place une croix sur l'extrémité droite de l'échelle, sur le nombre 10. Si le patient est capable de suivre la moitié de la conversation dans cette situation, alors il place la marque vers le milieu de l'échelle soit le 5. Il devra ainsi évaluer sur l'échelle sa capacité de compréhension. Si le patient n'arrive pas à suivre une conversation, il doit placer la croix sur 0 à gauche de l'échelle.

Le « SSQ 15 » est une forme qui au départ est allemande (Kießling et al., 2011). Cette forme a été créée pour la validation d'une traduction en Allemand du SSQ sur une population de 256 patients appareillés. Elle est composée de 5 items par sous-échelle, permettant une forme courte en 15 items, qui peut être complétée de 2 items pour conserver l'intérêt clinique pour donner une forme à 17 items.

Afin de dissocier le « SSQ15 » (allemand), le « 15ISSQ » est fondé sur un protocole basé sur le SSQ internationale créé par Gatehouse and Noble en conservant les trois sous-échelles, Speech (Audition de la parole), Spatial (Audition spatiale) et Qualities (qualité d'audition). (Voir figure 24)

S P E E C H	Vous discutez avec une autre personne dans une pièce dans laquelle un téléviseur est allumé. Pouvez-vous suivre les propos de votre interlocuteur sans baisser le son du téléviseur ?	1
	Vous êtes assis autour d'une table avec un groupe de cinq personnes environ, dans un restaurant animé. Vous pouvez voir toutes les personnes du groupe. Pouvez-vous suivre la conversation ?	2
	Vous discutez avec une autre personne. Il y a un bruit de fond continu (ventilateur ou eau qui coule par exemple). Pouvez-vous suivre ce que dit l'autre personne ?	3
	Vous êtes assis autour d'une table avec un groupe de cinq personnes environ, dans un restaurant animé. Vous NE pouvez PAS voir toutes les personnes du groupe. Pouvez-vous suivre la conversation ?	4
	Vous discutez avec quelqu'un dans une pièce dans laquelle beaucoup d'autres personnes parlent. Pouvez-vous suivre ce que vous dit votre interlocuteur ?	5
S P A T I A L	Vous êtes assis autour d'une table ou participez à une réunion avec plusieurs personnes. Vous ne pouvez pas voir toutes les personnes. Pouvez-vous dire où est chaque personne dès qu'elle prend la parole ?	6
	Vous êtes à l'extérieur. Un chien aboie bruyamment. Pouvez-vous indiquer immédiatement où il se trouve, sans regarder ?	7
	Vous êtes sur le trottoir d'une rue animée. Pouvez-vous entendre immédiatement de quelle direction un bus ou un camion arrive avant de l'avoir vu ?	8
	Pouvez-vous indiquer dans quelle direction une personne se déplace, uniquement au son de sa voix ou de ses pas, par exemple de votre gauche à votre droite ou inversement ?	9
	Pouvez-vous évaluer correctement l'endroit d'où les sons proviennent ?	10
Q U A L I T É S	Pouvez-vous reconnaître facilement les différentes personnes que vous connaissez, au son de leur voix ?	11
	Pouvez-vous reconnaître facilement les différents morceaux de musique que vous connaissez ?	12
	Pouvez-vous différencier certains bruits, par exemple une voiture par rapport à un bus ou de l'eau qui bout par rapport à la nourriture qui frit dans une poêle ?	13
	Lorsque vous écoutez de la musique, est-ce qu'elle vous semble claire et naturelle ?	14
	Les bruits quotidiens que vous entendez facilement, vous semblent-ils clairs et distincts (non brouillés, non mélangés) ?	15

Figure 24 : Questionnaire « 15ISSQ » utilisé pour l'étude [8]

2.6.3 Questionnaire « Loisirs Auditifs et Musicaux » (LAM)

Le questionnaire « LAM » a été réalisé par Madame Annie Moulin et il sera soumis aux patients. Ce questionnaire « concerne les expériences musicales au sens large. ». Il est dédié aux personnes malentendantes qui ont toujours eu un attrait pour la musique dans leur vie quotidienne, il ne s'agit pas de mélomane. Ces patients aiment écouter la musique à la radio, à la télévision, à un concert, aiment danser, chanter.

Le questionnaire est divisé en trois parties :

- Partie 1 : Aptitudes, formation et exposition musicales (8 questions),
- Partie 2 : La musique et les chansons dans ma vie quotidienne (18 questions),
- Partie 3 : Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils (13 questions). Elle est divisée en deux parties : la première partie, l'écoute avec mon programme « Habituel » et la deuxième partie avec mon programme « MyMusic ».

Les réponses sont notées sur une échelle visuelle analogique allant de 0 à 10. Si le patient n'est pas dans la possibilité de répondre à une question, elle est notée NA (non applicable).

2.6.4 Déroulement des sessions

2.6.4.1 Première session

La première session de l'étude est déterminante avec la mise en place du protocole. En effet, c'est durant cette session que toutes les informations et indications seront énoncées au patient. Nous devons nous assurer de sa bonne compréhension ainsi que de la bonne réalisation des gestes demandés.

Dans un premier temps, nous remettons au patient une lettre d'information concernant le déroulement et les objectifs de l'étude. (Voir annexe 2)

Puis, nous réalisons une otoscopie, cela nous permet d'examiner l'état du conduit auditif externe, d'appréhender sa forme et son orientation. On vérifiera également l'état du tympan. Cela, nous permet de nous assurer qu'il n'y a aucune contre-indication à la réalisation des tests.

Dans un second temps, nous allons procéder à la réalisation de différents tests :

- **L'audiométrie tonale aux inserts** qui nous permettra de confirmer les seuils déjà existants ou de déterminer de nouveaux seuils d'audition,
- **L'audiométrie vocale aux inserts.** Ce test, nous donnera une indication concernant la compréhension du sujet testé. Il nous permettra de déterminer le seuil d'intelligibilité ainsi que le maximum d'intelligibilité. Le matériel vocal utilisé sont les listes cochléaires de Lafon, scorées en nombre de phonèmes corrects,
- **L'audiométrie tonale en champ libre sans les appareils auditifs,**
- **L'audiométrie vocale en champ libre sans les appareils auditifs,**
- **L'audiométrie vocale adaptative dans le bruit également appelé Fra-Matrix sans les appareils auditifs.** Pour rappel, ce test a pour objectif de déterminer le seuil d'intelligibilité vocale dans un milieu bruyant. Il peut être paramétré de différentes façons. Voici, ci-dessous, les paramètres sélectionnés dans le cadre de notre étude :
 - ✚ Test à effectuer en champ libre avec la présence de bruits,
 - ✚ En bruit direct : voix et bruit sur le même haut-parleur frontal,
 - ✚ Bruit stationnaire en continu,
 - ✚ Niveau de voix fixe, à 65 dB,
 - ✚ Démarrage à +10 dB du RSB (Rapport Signal sur Bruit).

Réglages

Bloc 1 Bloc 2

Informations générales

Profil: Mesure en champ libre

Commande de niveau: Seuil 50%

Bruit: Bruit du test de matrice français, continu

Émission

Signal vocal: ☐ Canal 2 (à droite) ☒ Canal 1 (à gauche)

Bruit: ☐ Canal 2 (à droite) ☒ Canal 1 (à gauche)

Niveau vocal: dB

Rapport Signal/Bruit (S/N): dB

Liste de tests

Nom:

Autres réglages (toutes les listes de tests)

☒ Demande de démarrage avant chaque liste de tests

☐ Exécuter comme test fermé

Avancé «

☒ Bruit

Nom:

Mode: ☐ standard ☒ continu

Avance: s

☒ Commande de niveau

Nom:

Mode: ☐ Niveau de bruit fixe ☒ Niveau vocal fixe

☐ Convolution

Signal vocal:

Bruit:

Figure 25 : Les paramètres du test Fra-Matrix.

Le déroulement de ce test est le suivant, il se présente sous forme de 2 listes de 20 phrases chacune.

Nous utilisons la configuration 5 haut-parleurs comme expliqué dans la partie théorique. Pour ceci, nous installons le patient au centre de cette configuration à 1 mètre de distance des haut-parleurs, le patient sera ainsi situé en face du haut-parleur émettant le signal vocal à un niveau d'intensité fixe à 65 dB et les 4 autres haut-parleurs émettront le même bruit de type « cocktail party » afin de gêner sa compréhension comme dans une situation réelle de la vie courante.

L'intensité du bruit émis par les 4 haut-parleurs variera en fonction des réponses données par le patient.

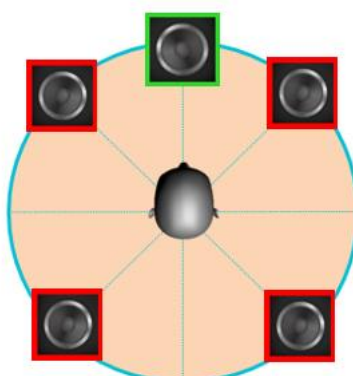


Figure 26 : Configuration 5 haut-parleurs – Fra-Matrix

Sur les 5 items énoncés, si le patient répond correctement à 3 d'entre eux ou plus, alors l'intensité du bruit augmentera et à l'inverse s'il y a strictement moins de 3 réponses correctes, alors l'intensité du bruit diminuera favorisant ainsi la compréhension du patient.

Entre chaque phase de test réalisée, nous avons donné au patient une échelle visuelle analogique (EVA effort) concernant l'effort qu'il a dû fournir pendant l'exercice et également une échelle visuelle analogique (EVA fatigue) concernant la fatigue ressentie après chaque session de test.

L'intégralité des tests effectués durant la première session sont réalisés sans le port d'aides auditives. Les résultats obtenus vont permettre d'établir un bilan sur l'audition du patient.

À la suite de la réalisation des tests, nous allons installer le programme « MyMusic » sur les aides auditives du patient. Aucun ajustement n'est apporté au programme, le patient l'utilise tel qu'il a été généré par le logiciel Génie 2 de chez Oticon.

Nous donnons, ensuite, au patient toutes les explications concernant l'utilisation, la mise en fonctionnement et l'intérêt du programme et nous nous assurons de sa bonne compréhension.

Nous présentons au patient 2 questionnaires qu'il aura à compléter. Il s'agit du questionnaire d'habiletés auditives « Parole, audition spatiale et qualité d'audition » (15ISSQ) et du questionnaire de « Loisirs Auditifs et Musicaux » (LAM).

Nous demandons également au patient d'écouter régulièrement de la musique en essayant les deux programmes et d'attendre au moins 2 semaines pour répondre aux questionnaires, qui doivent être rapportés à la session suivante.

2.6.4.2 Deuxième session

Cette 2ème session est une session intermédiaire, nous permettant de contrôler le bon usage du programme « MyMusic » ainsi que de répondre à toutes questions concernant l'étude.

Elle nous permet également de débiter les tests afin de ne pas tous les effectuer lors du dernier rendez-vous et ainsi réduire le biais de fatigue induite par ces tests.

Durant cette session, le patient devra nous remettre le questionnaire 15iSSQ ainsi que les 2 premières parties du questionnaire LAM.

On vérifie que toutes les questions ont été traitées. Si le patient a rencontré des difficultés par rapport à certaines questions, nous l'accompagnons en lui donnant des explications complémentaires.

Une fois les questionnaires récupérés et vérifiés, nous passons à la phase de test.

Nous réalisons une otoscopie (comme indiqué lors de la première session).

Nous vérifions, grâce au logiciel Genie 2 du fabricant Oticon, le temps de port moyen des appareils et plus précisément le temps d'utilisation du programme « MyMusic » (P2). Si celui-ci est supérieur au temps d'utilisation du programme « Habituel » (P1), nous réalisons les tests avec le programme « MyMusic » (P2). A l'inverse, si le programme « MyMusic » (P2) n'a pas été suffisamment sollicité durant cette période d'essai, alors, nous effectuerons les tests en utilisant le programme « Habituel » (P1).

Les tests à réaliser pendant cette session sont :

- Un gain prothétique tonal en champ libre avec les aides auditives,
- Un gain prothétique vocal en champ libre avec les aides auditives,
- Un « test d'écoute musicale ». Toutes les personnes ayant participé à l'étude ne sont pas éligibles pour la réalisation de ce test. En effet, nous appliquons deux critères de sélection :
 - ✚ Critère 1 : obtention d'une moyenne de 3 ou plus pour les questions allant de 1 à 5 de la partie 1 du questionnaire LAM,
 - ✚ Critère 2 : obtention d'une note de 3 ou plus sur l'une des questions 6, 7 ou 8 de la partie 1 du questionnaire LAM.

Le « test d'écoute musicale » a pour but de connaître le bénéfice du programme « MyMusic » en écoutant spécifiquement de la musique.

Pour ce test, le patient est positionné au centre de 5 haut-parleurs qui délivrent simultanément des extraits musicaux d'une durée de 30 secondes.

Ces extraits musicaux ont été sélectionnés au préalable et sont orientés chacun vers un style musical bien spécifique. Dans cette étude, les extraits musicaux choisis sont les suivants pour :

- Le jazz : King Porter Stomp, Benny Goodman and His Orchestra,
- La musique classique : Symphony No. 40 in G Minor, K. 550 : I. Molto allegro, Wolfgang Amadeus Mozart – Leonard Bernstein & New York Philharmonic,
- La variété française : La bohème, Charles Aznavour,
- Le rock : Hygiaphone de Téléphone,
- L'électro : Love Don't Let Me Go (Original Edit), David Guetta.

Le patient doit donc écouter chaque extrait de musique 2 fois, une première fois avec son programme « Habituel » (P1) et une seconde fois avec le programme « MyMusic » (P2). Après chaque écoute, deux échelles visuelles analogiques lui ont été remises.

Une première échelle a pour objectif de noter la qualité sonore de l'extrait musical perçu par le patient, cette échelle est graduée de 0 à 10 avec 0 signifiant « médiocre » et 10 signifiant « excellente ».

La seconde échelle a pour objectif d'évaluer l'effort demandé au patient durant l'écoute de l'extrait musical, elle est également graduée de 0 à 10 avec 0 signifiant « aucun effort » et 10 signifiant « effort conséquent ».

Une fois les tests réalisés, nous répondons aux questions du patient. Après que nous nous soyons assurés de la bonne compréhension des consignes, nous programmons avec le patient une 3ème et dernière session.

2.6.4.3 Troisième session

Cette session clôture l'étude, le patient remet la 3ème partie du questionnaire LAM qui est intitulée « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils ». Il s'agit d'une partie spécifique qui a pour but de comparer, dans certaines situations, le programme « Habituel » (P1) du patient au programme « MyMusic » (P2).

La partie 3 du questionnaire est rendue uniquement au dernier rendez-vous. En effet, cela permet au patient de bénéficier de plus de temps pour expérimenter chaque situation et appréhender chaque question en utilisant les 2 programmes (P1) et (P2).

Lors de la session, nous allons vérifier si le questionnaire a été correctement complété.

Comme pour la deuxième session, nous allons réaliser une otoscopie et différents tests. Nous allons réaliser les tests sur le programme qui n'a pas été effectué lors de la 2ème session, soit sur « P1 » soit sur « P2 ». Les tests sont :

- Un gain prothétique tonal en champ libre avec les aides auditives,
- Un gain prothétique vocal en champ libre avec les aides auditives,
- Une audiométrie vocale adaptative dans le bruit le Fra-Matrix avec les aides auditives.

Le Fra-Matrix

Lors de la 1ère session, le Fra-matrix a déjà été effectué sous la forme de 2 sessions de 20 phrases sans l'utilisation d'aides auditives et avec les paramètres spécifiques à l'étude.

Pour cette 3^{ème} session, nous allons appliquer les mêmes paramètres que pour la 1^{ère} session. Les consignes données et le déroulement du test restent identiques, seules les conditions des tests sont différentes : mesure avec (P1) et (P2).

Nous allons appliquer, 3 listes de 20 phrases chacune, chacune de ces sessions va se dérouler avec le port des aides auditives. La première liste est une liste d'entraînement. Lors de cet entraînement, le test se déroule aléatoirement soit avec le programme « Habituel » (P1) soit avec le programme « MyMusic » (P2).

Une fois l'entraînement réalisé, nous allons débiter les tests avec 2 listes de 20 phrases en utilisant respectivement le programme (P1) et le programme (P2).

Après chaque liste, deux échelles visuelles analogiques sont présentées au patient. Une échelle visuelle analogique, EVA effort, pour évaluer l'effort qu'il a dû fournir pendant l'exercice et une échelle visuelle analogique, EVA fatigue, pour estimer la fatigue induite par le test.

La 3^{ème} session marque la fin de l'étude pour le patient qui peut conserver, s'il le souhaite, le programme « MyMusic » (P2) comme programme complémentaire.

2.7 Mesures d'indices psycho-acoustiques effectuées sur la tête artificielle KEMAR

L'utilisation du mannequin KEMAR va nous permettre d'évaluer de manière objective la qualité du son en sortie d'aides auditives. Pour faire cette évaluation, nous allons utiliser 3 indices de qualité sonore différents qui sont :

- Le Speech Intelligibility Index (SII),
- Le Speech Transmission Index (STI),
- Le Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI).



Figure 27 : Tête artificielle KEMAR de la Faculté de Pharmacie de Nancy (Photo 1 et 2)

2.7.1 Protocole

Réglage des appareils auditifs :

Les appareils sélectionnés sont des « Oticon More 3 ».

Pour régler les aides auditives, nous nous connectons au logiciel fabricant GENIE 2 et installons le programme « MyMusic ». Nous allons enregistrer une perte auditive préalablement simulée afin de l'intégrer dans la base de données des aides auditives utilisées.

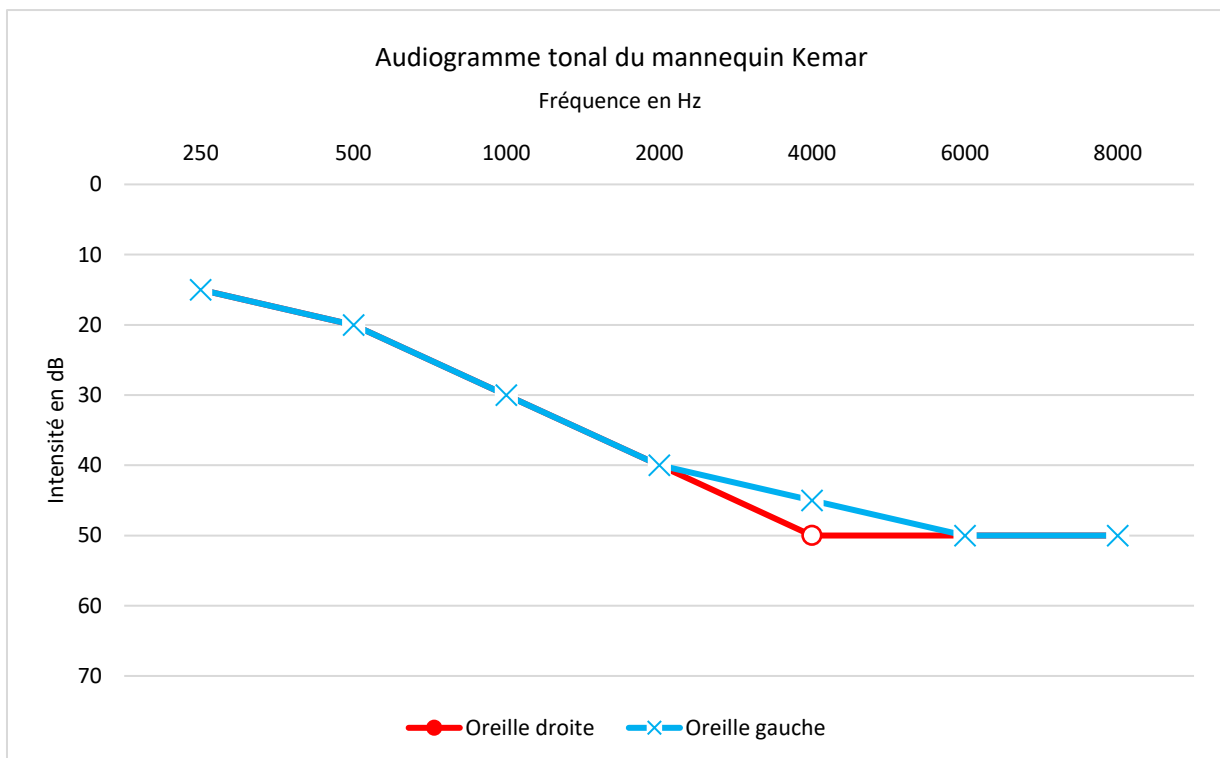


Figure 28 : Représentation de l'audiogramme tonal implémenté dans les appareils auditifs Oticon

Cette perte auditive a été choisie car elle est représentative des surdités légères les plus répandues [23]. Outre l'option de traitement « MyMusic » ou « Habituel » activée, seul l'anti-larsen a été désenclenché. En effet, la détermination du RSB en sortie d'aides auditives repose sur la méthode dite d'opposition de phase (méthode de Hagermann et Olofson [24]) qui peut être impactée par l'activation de l'anti-larsen.

Une fois les ajustements effectués sur les appareils auditifs, nous avons mis en place des embouts fermés, caractéristiques du modèle d'un embout sur mesure de fond de conque, nous permettant ainsi de limiter les fuites de son et d'assurer une bonne étanchéité.

Les appareils sont ensuite placés sur les oreilles de la tête artificielle. La position sur la plateforme et la distance avec les haut-parleurs de la tête artificielle KEMAR sera vérifiée avant

la réalisation des mesures. Le mannequin doit être positionné au centre des 5 haut-parleurs à 1,1 mètre de distance. Une fois que les vérifications sont faites, nous pouvons lancer les mesures.

Tous les paramètres qui ont été fixés pour ces tests, sont en lien avec les paramètres choisis pour la réalisation du Fra-Matrix.

Nous testerons chaque indice avec le programme « Habituel » et le programme « MyMusic ».

Les résultats obtenus sont relevés sous la forme d'un tableau et sont analysés et expliqués dans la partie « 2.8.4 Résultats ».

2.7.2 Le Speech Intelligibility Index (SII)

Pour ce test, nous allons émettre du haut-parleur central un signal de type ISTS, c'est un signal très spécifique qui s'apparente à un signal vocal, il est constitué d'une association de 21 voix de femmes différentes lisant un texte dans six différentes langues. Ce signal vocal est fixe à 65 dB.

Les quatre autres haut-parleurs émettront un signal de type cocktail party. Le signal de bruit varie sur quatre différents niveaux d'intensité, cette variation se fait entre chaque prise de mesure.

La première mesure s'effectue avec un Rapport Signal sur Bruit de -5 dB, la deuxième avec un Rapport Signal sur Bruit de 0 dB, la troisième avec un Rapport Signal sur Bruit de 5 dB et enfin la quatrième avec un Rapport Signal sur Bruit de 10 dB.

2.7.3 Le Speech Transmission Index (STI)

Les paramètres utilisés pour le STI sont identiques à ceux utilisés pour le SII :

- Le haut-parleur central émet un signal de type ISTS. Le niveau d'intensité du signal vocal fixe est de 65 dB,
- Les quatre autres haut-parleurs émettent un signal de type cocktail party qui varie sur quatre niveaux d'intensité,
- Variation du niveau d'intensité du signal de bruit entre chaque prise de mesure, passant par un Rapport Signal sur Bruit de -5 dB, 0 dB, 5 dB et 10 dB.

2.7.4 Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI)

Pour la réalisation de cette mesure, nous n'utiliserons pas un signal de type ISTS comme pour les mesures SII et STI, mais différents extraits musicaux.

Il s'agit des mêmes extraits musicaux employés lors du test subjectif d'écoute musicale. Pour rappel, ces extraits sont :

- Le jazz : King Porter Stomp, Benny Goodman and His Orchestra,
- La musique classique : Symphony No. 40 in G Minor, K. 550: I. Molto allegro, Wolfgang Amadeus Mozart – Leonard Bernstein & New York Philharmonic,
- La variété française : La bohème, Charles Aznavour,
- Le rock : Hygiaphone de Téléphone,
- L'électro : Love Don't Let Me Go (Original Edit), David Guetta.

Nous allons étudier séparément chacun de ces extraits, avec un niveau d'intensité fixe de 65 dB pour le signal vocal (ici les extraits musicaux) et toujours avec un niveau d'intensité variable pour le bruit.

Lors de la réalisation de ces mesures, nous allons programmer un Rapport Signal sur Bruit de 0 dB RSB (présence de bruit) et de 10 dB RSB (pas de bruit).

Ce signal vocal est émis du haut-parleur central et les quatre autres haut-parleurs vont émettre un signal de bruit de type cocktail party.

2.8 Résultats des tests et questionnaires subjectifs

Les tests et questionnaires que nous allons présenter, vont permettre, en premier lieu, d'exprimer les résultats obtenus dans les conditions de la vie quotidienne et en second lieu, d'exprimer les résultats obtenus avec l'écoute de la musique.

2.8.1 Audiométries, Fra-matrix et échelle visuelle analogique

2.8.1.1 Audiométrie tonale et tests de gains prothétiques tonals en champ libre

La figure 29 représente l'audiométrie tonale moyenne en champ libre sans appareils ainsi que les gains prothétiques tonals avec le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2) pour l'ensemble de la population étudiée (23 sujets). On distingue 3 courbes, nous indiquant la localisation des seuils auditifs moyens du panel en fonction du port ou non de l'appareil mais également en fonction de l'utilisation ou non du programme « MyMusic » :

- La courbe C1 représente les seuils auditifs moyens du panel sans les aides auditives,
- La courbe C2 représente les seuils de gains prothétiques moyens du panel avec les aides auditives avec le programme « Habituel » (P1),
- La courbe C3 représente les seuils de gains prothétiques moyens du panel avec les aides auditives en utilisant le programme « MyMusic » (P2).

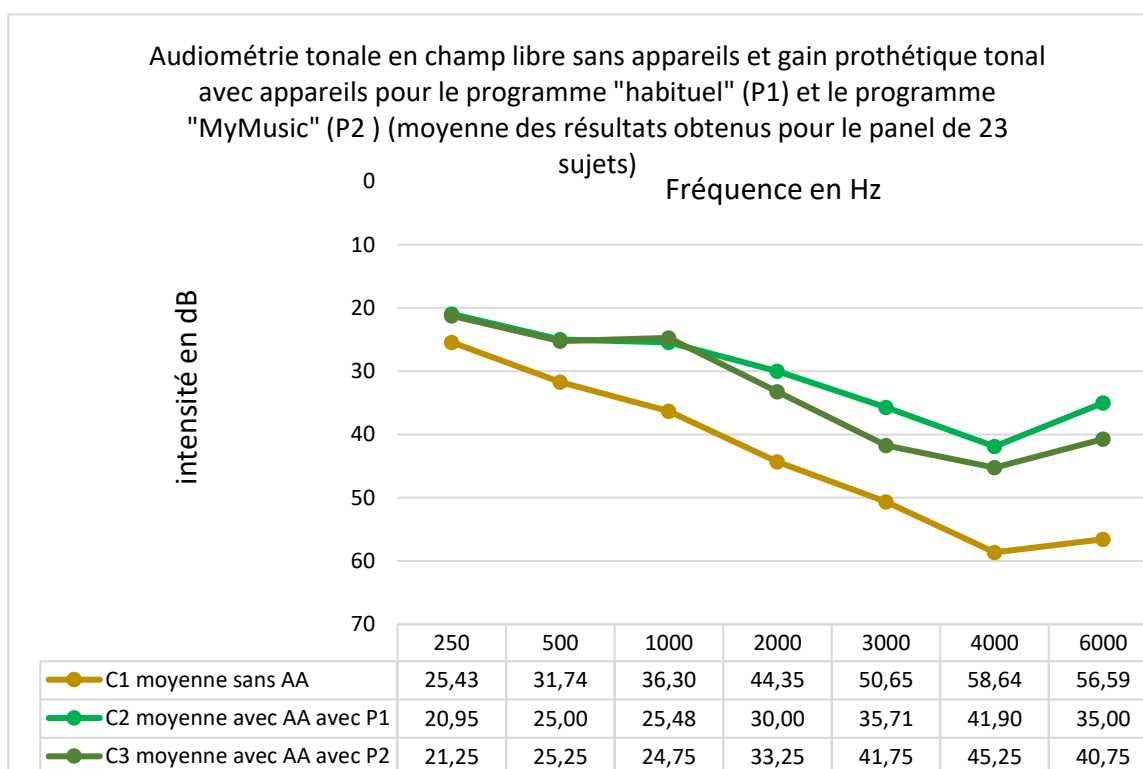


Figure 29 : Représentation de l'Audiométrie tonale en champ libre sans les AA et gain prothétique avec les AA pour le programme (P1) et (P2)

Comparaison des résultats de la courbe C3 par rapport à la courbe C2 :

Pour les fréquences de 250 Hz, on obtient une différence de gain prothétique de + 0,3 dB, pour les fréquences de 500 Hz, on obtient une différence de gain de + 0,25 dB et pour les fréquences de 1000 Hz, on obtient une différence de gain de - 0,73 dB.

Ces gains sont faibles, en effet, les courbes C3 et C2 sont quasiment confondues.

A partir de la fréquence de 2000 Hz, les différences entre les seuils de gains prothétiques tonals sont respectivement de + 3,25 dB pour 2000 Hz, + 6,04 dB pour 3000 Hz, + 3,35 dB pour 4000 Hz et + 5,75 dB pour 6000 Hz. On constate que les différences de seuils sont plus importantes pour le programme « MyMusic », cela se vérifie également sur la figure 29.

Pour conclure, le programme « MyMusic », par rapport au programme « Habituel », obtient des résultats quasiment similaires.

Nous constatons également que la courbe C1 est nettement au-dessus des courbes C2 et C3 en intensité. Ce qui signifie que peu importe le programme utilisé, le gain prothétique est significatif.

Nous pouvons donc conclure que l'utilisation, par le patient, du programme « MyMusic » n'améliore pas de manière significative son audibilité, par rapport au programme « Habituel », mais ne la détériore pas non plus.

2.8.1.2 Audiométrie vocale sans aides auditives et gain prothétique vocal en champ libre

L'audiométrie vocale en champ libre a été réalisée sans les appareils auditifs afin d'évaluer la compréhension du patient dans un environnement calme.

Pour la réalisation de ce test, des listes cochléaires de J.C Lafon de 16 mots à 3 phonèmes ont été diffusées via un haut-parleur situé en face du patient et ont été répétées par le patient.

Chaque phonème mal répété a été comptabilisé comme faux et intervient dans le calcul du seuil d'intelligibilité. Le seuil d'intelligibilité c'est l'intensité de départ à partir de laquelle 50 % des mots sont compris. La figure 30 indique le maximum d'intelligibilité (100%), le seuil d'intelligibilité (50%) et le minimum d'intelligibilité (0%).

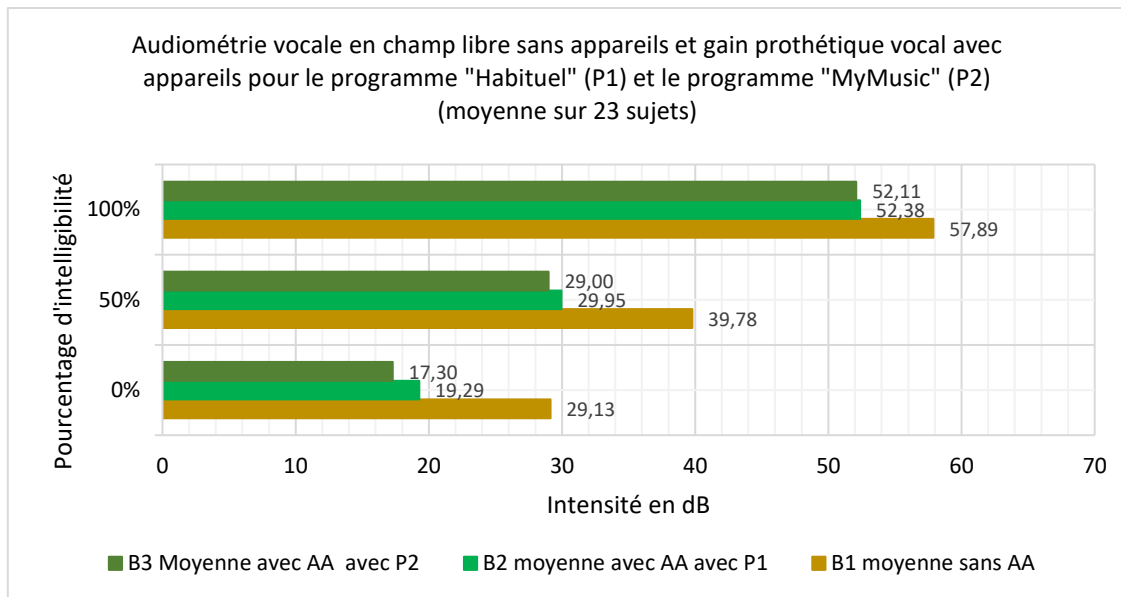


Figure 30 : Représentation des moyennes obtenues d'audiométrie vocale en champ libre sans appareils et gain prothétique vocal avec appareils pour (P1) et (P2) pour un panel de 23 sujets

Soit respectivement :

- B1 correspond à l'intelligibilité obtenue en champ libre sans les aides auditives,
- B2 correspond à l'intelligibilité obtenue en champ libre avec les aides auditives en utilisant le programme « Habituel » (P1),
- B3 correspond à l'intelligibilité obtenue en champ libre avec les aides auditives en utilisant le programme « MyMusic » (P2).

Les valeurs qui nous intéressent sur ce graphique sont les valeurs obtenues pour le seuil d'intelligibilité (50%).

On constate que la différence obtenue entre les résultats du programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » est de - 0,95 dB. Cette faible différence, nous indique que le programme « MyMusic » n'apporte aucune plus-value. Cependant, les résultats respectifs des programmes P1 et P2 montrent un gain prothétique vocal très satisfaisant pour les patients puisqu'ils gagnent en moyenne environ 10 dB par rapport au seuil d'intelligibilité obtenu sans les appareils auditifs.

2.8.1.3 Audiométrie vocale adaptative dans le bruit « Fra-Matrix »

Pour rappel, ce test a pour objectif de déterminer le seuil d'intelligibilité vocal dans un milieu bruyant.

Nous allons, tout d'abord, comparer la moyenne des scores SIB50 obtenus pour le panel des 23 patients et ensuite, analyser les résultats des tests Fra-matrix de chaque patient. Tous les tests Fra-matrix ont été réalisés dans les conditions suivantes :

- sans les aides auditives,
- avec les aides auditives utilisant le programme « Habituel » (P1),
- avec les aides auditives utilisant le programme « MyMusic » (P2).

2.8.1.3.1 Comparaison globale des scores SIB50

Après avoir réalisé les tests, la figure 31 met en évidence les moyennes des scores de SIB50 suivants :

- ✚ 5,9 dB RSB lorsque le patient n'est pas équipé de ses aides auditives,
- ✚ 0 dB RSB lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec le programme « Habituel » (P1),
- ✚ - 0,5 dB RSB lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec le programme « MyMusic » (P2).

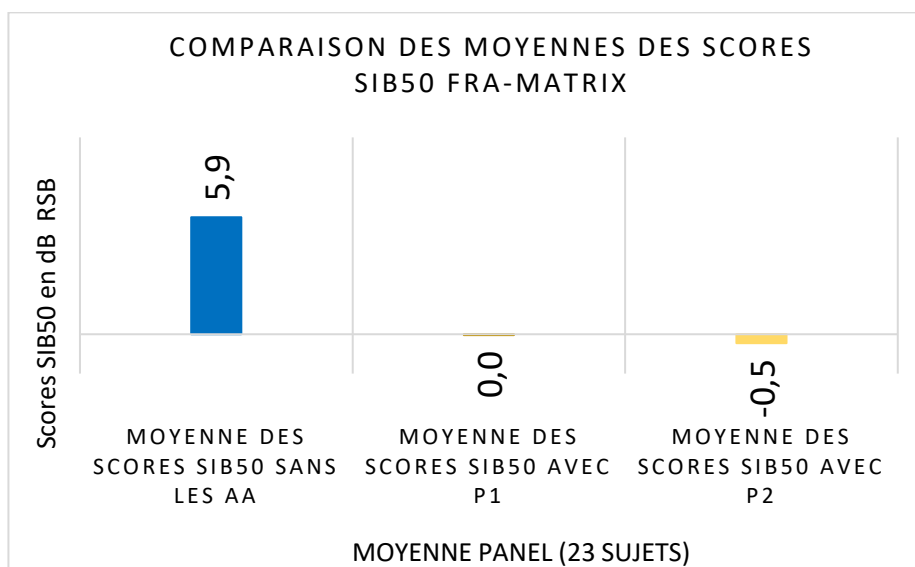


Figure 31 : Représentation de la comparaison des moyennes des scores SIB50 – Fra-matrix

Nous constatons une différence de 5,9 dB RSB entre la moyenne sans les appareils et la moyenne avec leur programme « Habituel » (P1) et de 6,4 dB RSB entre la moyenne sans appareils et le programme « MyMusic » (P2). Cela nous montre à nouveau le gain prothétique apporté par les appareils auditifs que ce soit avec le programme (P1) ou (P2).

On sait que si le score est de 0 dB RSB, alors le patient comprend 50 % de l'information lorsque l'intensité du bruit est égale à l'intensité du signal vocal et que si le score de SIB50 est

négatif, alors cela nous indique que même si l'intensité du bruit est supérieure à celle du signal vocal, le patient arrivera à comprendre 50 % de l'information.

Cependant, la différence de 0,5 dB entre le programme P1 et le programme P2 est peu significative. Cela nous permet de constater que le programme « MyMusic » (P2) est aussi performant que le programme « Habituel » (P1) dans des environnements bruyants.

De plus, par rapport au résultat du score SIB50 sans appareils auditifs, les deux programmes (P1) et (P2) apportent un réel bénéfice d'environ - 6 dB RSB.

Nous allons à présent étudier les résultats des tests Fra-matrix de manière individuelle.

2.8.1.3.2 Scores SIB50 sans les appareils auditifs

A la lecture de l'histogramme de la figure 32, nous constatons que 13 sujets sur 23 ont un score de SIB50 supérieur à 0 dB RSB, 9 sujets ont un score de SIB50 inférieur à 0 dB RSB et 1 sujet présente un score de SIB50 égal à 0 dB RSB.

Sachant que plus le score de SIB50 tend vers 0 ou est négatif alors meilleure est la compréhension. Par conséquent, 9 sujets ont une bonne compréhension dans le bruit sans le port des appareils auditifs soit 39 % du panel.

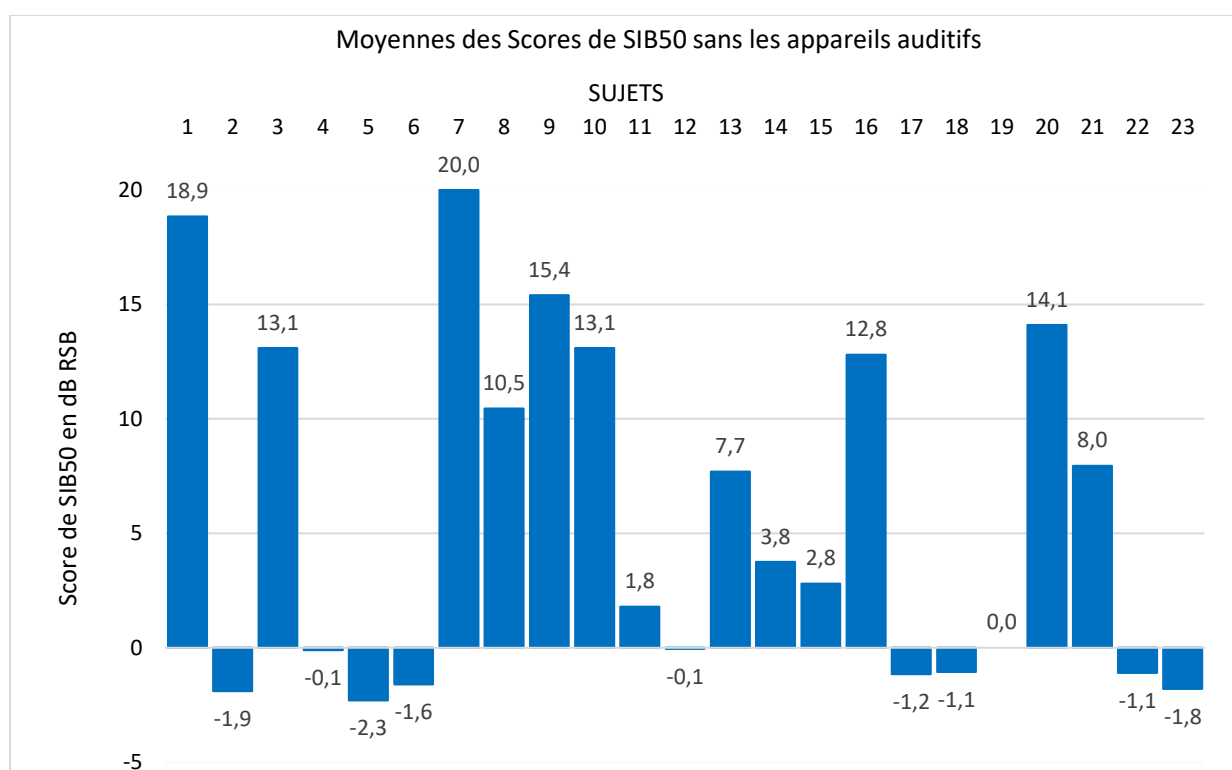


Figure 32 : Représentation de la moyenne des scores SIB50 sans les appareils

Nous allons à présent analyser les scores de SIB50 obtenus avec le programme « Habituel ».

2.8.1.3.3 Scores SIB50 avec le programme « Habituel » (P1) (avec les appareils auditifs)

A l'aide de la figure 33, nous remarquons que 7 sujets sur 23 ont un score de SIB50 supérieur à 0 dB, que 3 sujets sur 23 ont un score de SIB50 égale à 0 dB et que 13 sujets ont un score de SIB50 inférieur à 0 dB. En conclusion, 16 sujets ont une bonne compréhension dans le bruit avec le port des appareils auditifs et leur programme « Habituel » soit 69,6 % du panel.

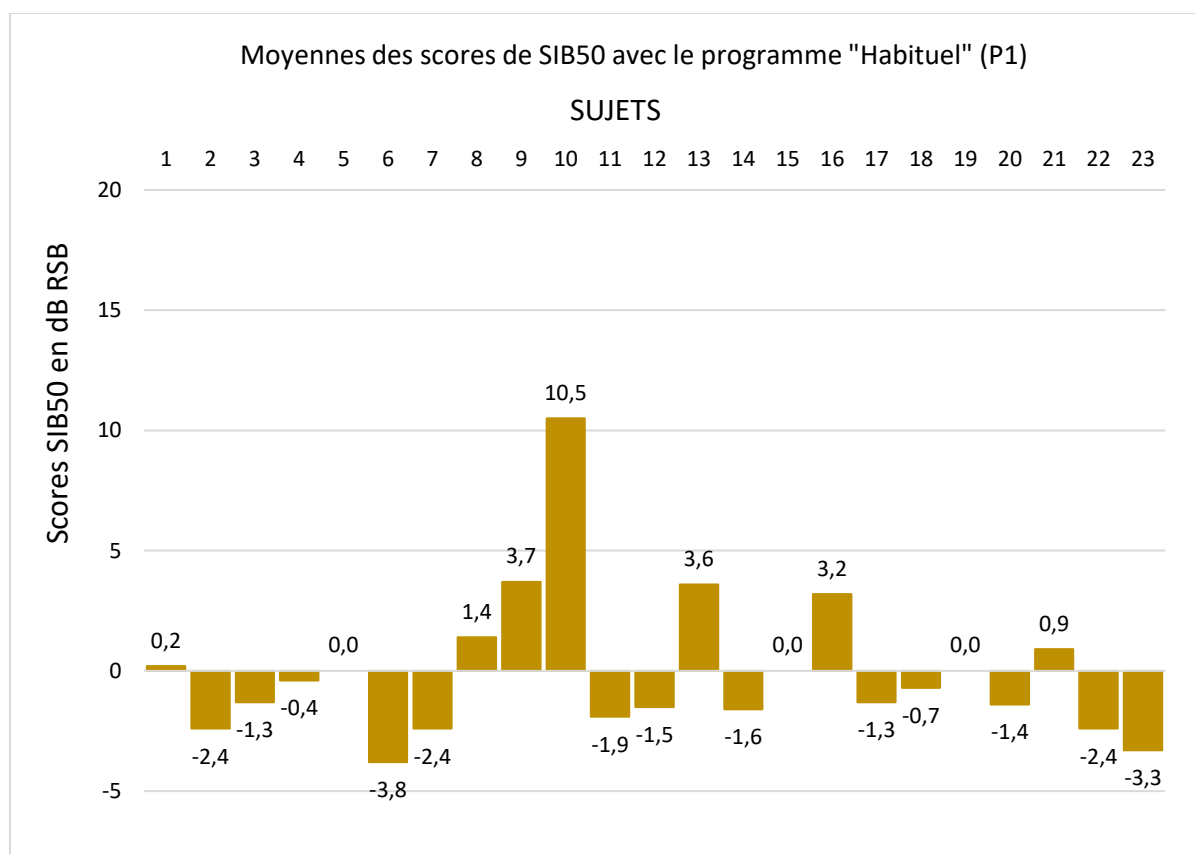


Figure 33 : Représentation de la moyenne des scores de SIB50 avec le programme « Habituel » (P1)

Nous allons à présent analyser le dernier test Fra-Matrix avec le programme « MyMusic ».

2.8.1.3.4 Scores SIB50 avec le programme « MyMusic » (P2) (avec les appareils auditifs)

Grâce à la figure 34, nous observons que le programme « MyMusic » obtient les mêmes résultats qu'avec le programme « Habituel ». En effet, le même nombre de sujets ont un score de SIB50 supérieur à 0 dB, un score de SIB50 égale à 0 dB et un score de SIB50 inférieur à

0 dB. Comme pour le programme « Habituel », 69,6 % du panel a une bonne compréhension dans le bruit.

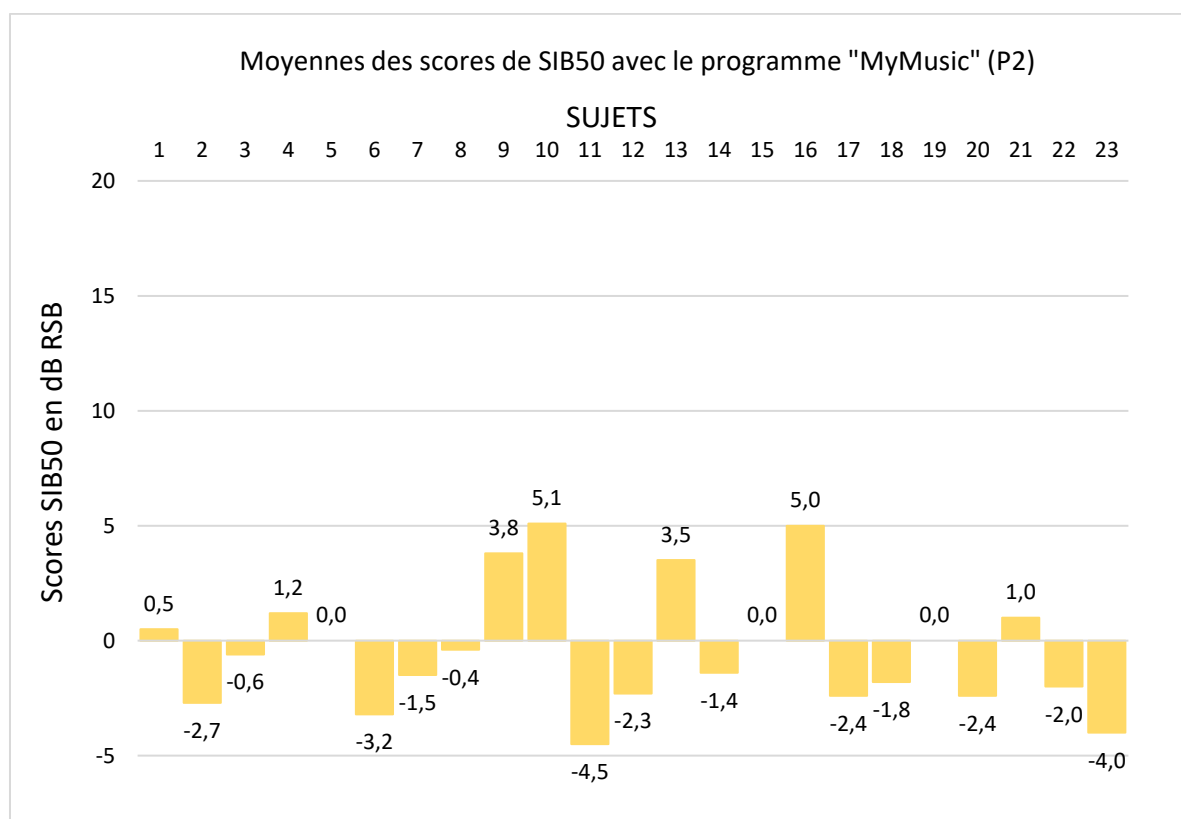


Figure 34 : Représentation de la moyenne des scores de SIB50 avec le programme « MyMusic » (P2)

2.8.1.3.5 Conclusion tests Fra-Matrix

Le programme « Habituel » (P1) et « MyMusic » (P2) avec les appareils auditifs ont une différence de scores de SIB50 de 0,5 dB RSB, différence minime. Les résultats par sujets indiquent également la même tendance.

69.6 % du panel ont une bonne compréhension dans le bruit pour les deux programmes. Par conséquent, le programme « MyMusic » n'apporte pas de plus-value pour la compréhension dans des situations bruyantes en comparaison avec le programme « Habituel ».

En revanche, les programmes (P1) et (P2) apportent tout de même un gain significatif de la compréhension dans un environnement bruyant par rapport aux scores de SIB50 sans les appareils auditifs.

2.8.1.4 Statistiques globales score SIB50 Fra-matrix

Tous les tests statistiques de ce mémoire ont été réalisés avec le logiciel JASP.

Nous allons tout d'abord appliquer le test de normalité qui nous permettra de vérifier la normalité des données. Si on met en évidence une déviation de la normalité alors nous appliquerons un Test de Wilcoxon, s'il n'y a pas de déviation de la normalité alors nous appliquerons un Test de Student.

Vérification de la normalité [12] [13]

Il s'agit de vérifier la normalité des données.

Si la valeur p obtenue lors de ce test est supérieure à 0,05 alors nous pouvons conclure à la normalité.

Test de Normalité (Shapiro-Wilk)

			W	p
FramP1	-	FramP2	0.875	0.014

Note. Des résultats significatifs suggèrent une déviation de la normalité.

Tableau 1 : Test statistique de normalité (Shapiro-Wilk) – scores SIB50 Fra-matrix

On ne peut pas conclure à la normalité car $p < 0,05$ (voir tableau 1).

Graphique de la distribution

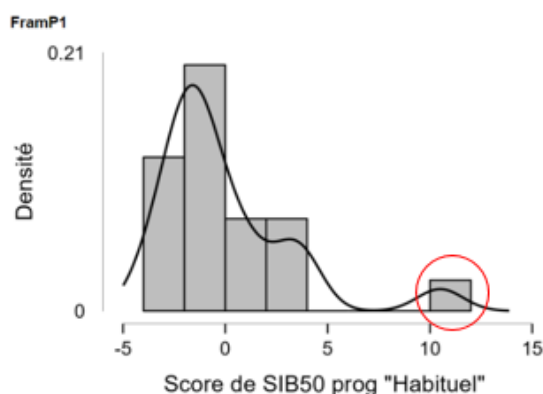


Figure 35 : Graphique de distribution – Scores de SIB50 avec (P1)

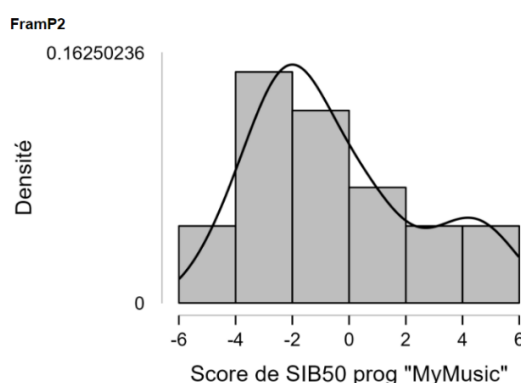


Figure 36 : Graphique de distribution - Scores de SIB50 avec (P2)

Les figures 35 et 36 sont des représentations graphiques qui nous informent de la dispersion des données. On voit une dispersion homogène pour les scores de SIB50 obtenus avec le programme « MyMusic » (P2) tandis que pour les scores de SIB50 obtenus avec le programme « Habituel » (P1) cette dispersion est concentrée entre -5 dB RSB et 5 dB RSB et avec la présence d'une valeur aberrante ayant un score de SIB50 supérieur à 10 dB RSB.

Tests de rangs signés de Wilcoxon [12] [13]

Puisque nous ne pouvons pas conclure à la normalité, nous allons appliquer un test de Wilcoxon afin de comparer les ordres de valeurs de la variable SIB50 mesurées deux fois dans des conditions différentes, avec (P1) et (P2) pour le même panel de sujet.

Si p est inférieur à 0,05, on peut dire que la différence est statistiquement significative des moyennes des rangs entre les deux conditions.

Test t à deux échantillons appariés

Measure 1		Measure 2	W	z	dl	p
FramP1	-	FramP2	128.500	0.877		0.390

Note. Test de rangs signés de Wilcoxon.

Tableau 2 : Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – scores SIB50 Fra-matrix

$p > 0,05$ la différence n'est donc pas statistiquement significative (voir tableau 2).

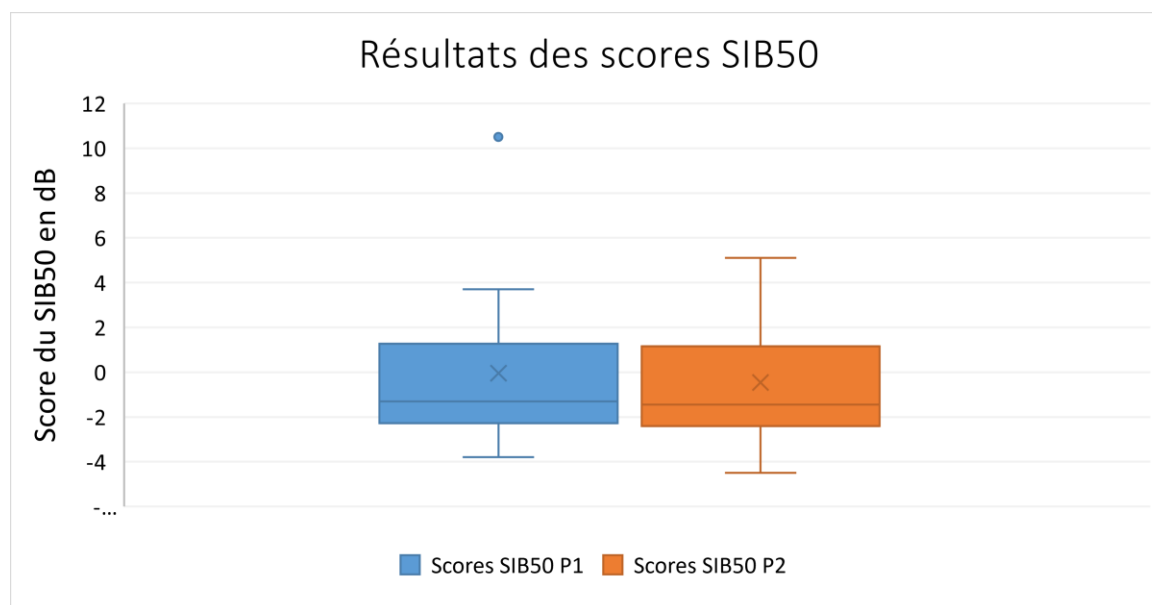


Figure 37 : Boîtes à moustache représentant les scores de SIB50 obtenus avec le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2)

2.8.1.5 Echelle visuelle analogique de l'effort fourni (EVA effort)

Entre chaque session de Fra-Matrix, nous avons fourni une échelle visuelle analogique (EVA Effort) nous permettant d'évaluer l'effort que le patient a dû fournir pour comprendre les informations énoncées lors du test.

L'échelle visuelle analogique a une notation comprise entre 0 (pour « effort minimum fourni ») et 10 (pour « effort maximum fourni »).

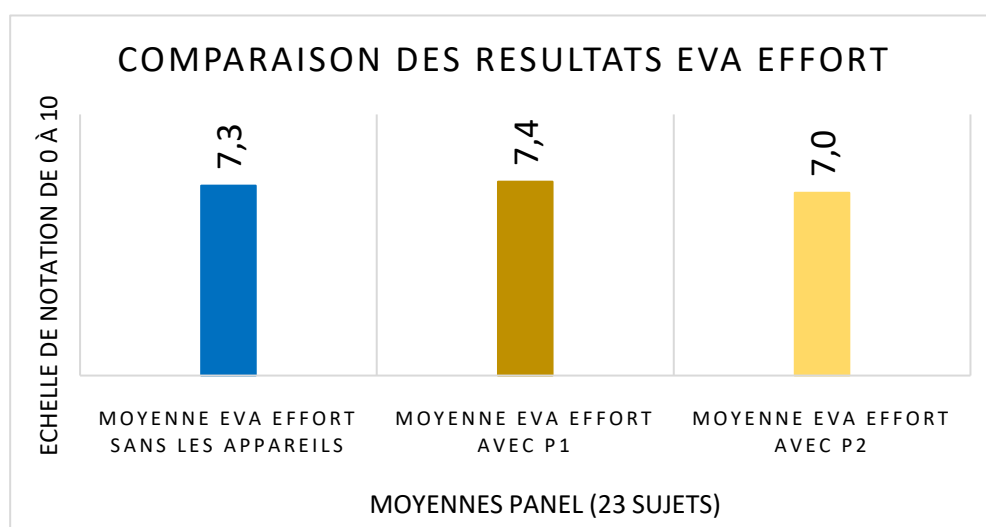


Figure 38 : Représentation et comparaison des résultats EVA effort sur le panel de 23 sujets

La figure 38, indique les scores d'effort fourni suivants :

- 7,3 lorsque le patient n'est pas équipé de ses aides auditives,
- 7,4 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec le programme « Habituel » (P1),
- 7,0 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec le programme « MyMusic » (P2).

Nous constatons une certaine homogénéité dans les résultats obtenus.

En effet, entre le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2) la différence est de 0,4. Cette différence est peu significative. Et entre les résultats « MyMusic » (P2) et sans les appareils, nous avons une différence de 0,3.

Cependant nous pouvons nous interroger sur le fait que l'effort demandé sans les appareils auditifs est inférieur de 0,1 par rapport au programme « Habituel » (P1) et est supérieur de 0,3

avec le programme « MyMusic » (P2). On aurait pu s'attendre à un effort beaucoup plus important lorsque le patient ne porte pas d'appareils auditifs. Trois patients ont même indiqué avoir produit de façon significative moins d'effort sans les aides auditives qu'avec le port des aides auditives, différence allant de 3 à 4. (Voir tableau 3)

Sujets	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Moyenne EVA effort sans les appareils	8,0	5,0	7,5	8,0	9,5	10,0	7,0	10,0	5,5	5,0	7,0	7,5	5,5	10,0	8,0	8,0	7,0	7,0	-	5,0	7,0	7,0	5,5
Moyenne EVA effort avec mon programme "habituel" (P1)	7,0	8,0	8,0	9,0	-	8,0	5,0	9,0	7,0	8,0	9,0	9,0	4,0	10,0	-	10,0	5,0	7,0	-	5,0	6,0	5,0	9,5
Moyenne EVA effort avec "MyMusic" (P2)	8,0	8,0	6,0	10,0	-	8,0	3,0	7,0	7,0	9,0	4,0	7,5	5,0	10,0	-	10,0	5,0	7,0	-	5,0	6,0	5,0	9,5

Tableau 3 : Résultats des moyennes EVA « effort » sans les appareils, avec (P1) et (P2) par sujets

On peut en conclure que le programme « MyMusic » demande au patient de fournir légèrement moins d'effort pour comprendre une conversation dans un milieu bruyant.

Nous allons à présent vérifier et analyser par le biais des statistiques les résultats obtenus.

2.8.1.6 Comparaison Statistique EVA effort (P1) et (P2)

Vérification de la normalité [12] [13]

Il s'agit de vérifier la normalité des données.

Si la valeur p obtenue lors de ce test est supérieure à 0,05 alors nous pouvons conclure à la normalité.

Test de Normalité (Shapiro-Wilk)

				W	p
EVAeffoP1_157	-	EVAeffoP2_160		0.749	< .001

Note. Des résultats significatifs suggèrent une déviation de la normalité.

Tableau 4 : Test de normalité (Shapiro-Wilk) – EVA « effort » (P1) et (P2)

On ne peut pas conclure à la normalité car $p < 0,05$ (voir tableau 4).

Graphique de la distribution

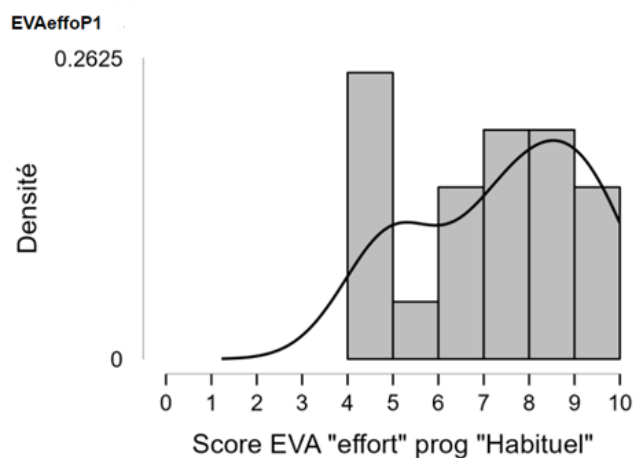


Figure 39 : Graphique de la distribution -
Scores EVA « effort » avec (P1)

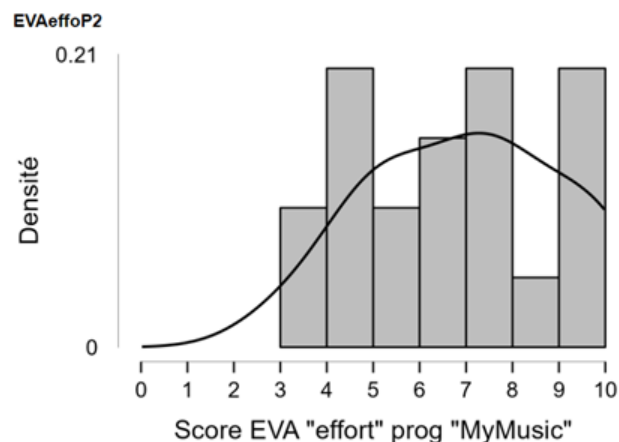


Figure 40 : Graphique de la distribution -
Scores EVA « effort » avec (P2)

Les figures 39 et 40 sont des représentations graphiques nous informant de la dispersion des données. Nous constatons que la distribution est concentrée au maximum sur des valeurs de notation comprises entre 5 et 10. Nous pouvons dire que les deux programmes ont demandé un effort aux patients.

Tests de rangs signés de Wilcoxon [12] [13]

La vérification de la normalité laisse apparaître une déviation de la normalité, nous allons par conséquent appliquer le test de Wilcoxon afin de comparer les ordres de la variable de notation mesurée deux fois dans des conditions différentes, avec (P1) et avec (P2) pour le même panel de sujet.

Si p est inférieur à 0,05, on peut dire que la différence est statistiquement significative des moyennes des rangs entre les deux conditions.

Test t à deux échantillons appariés

Measure 1	Measure 2	W	z	dl	p
EVAeffoP1_157	- EVAeffoP2_160	35.000	1.481		0.150

Note. Test de rangs signés de Wilcoxon.

Tableau 5 : Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – EVA « effort » (P1) et (P2)

$p > 0,05$ la différence est donc statistiquement pas significative (voir tableau 5).

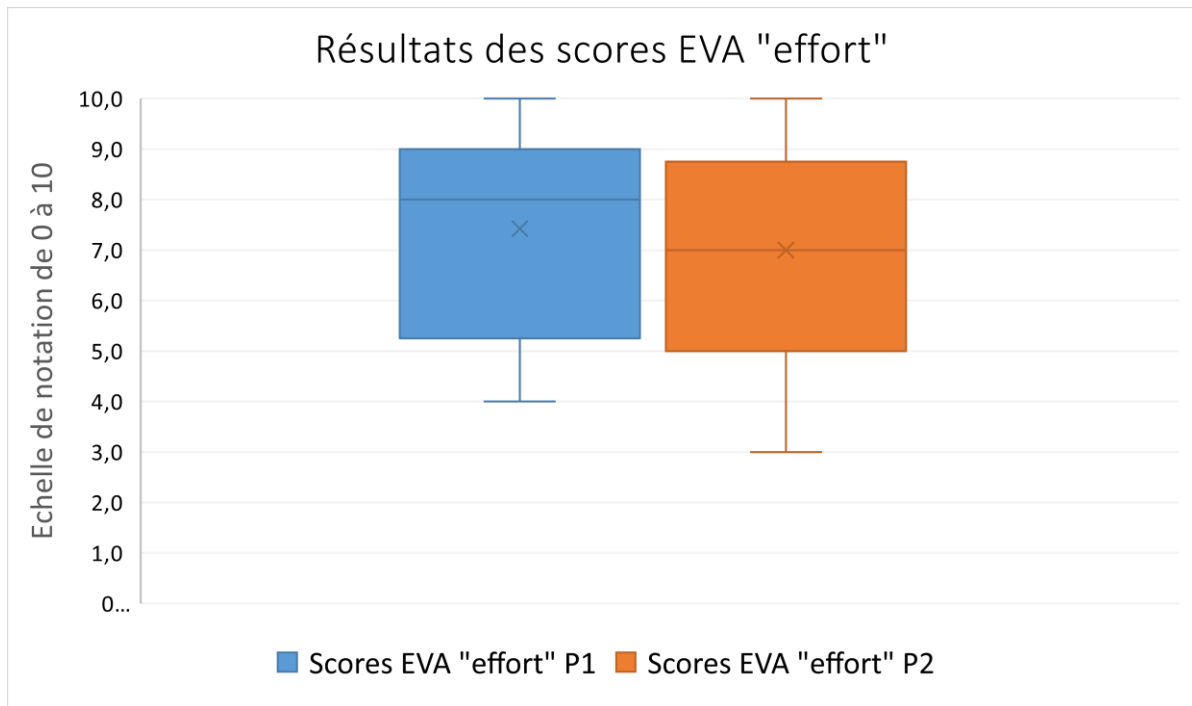


Figure 41 : Boîtes à moustache représentant les scores EVA « effort » obtenus avec le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2)

Les données entre (P1) et (P2) sont quasiment similaires. Les patients fournissent un effort presque identique pour les deux programmes.

A présent, nous allons étudier les résultats de l'échelle visuelle analogique permettant d'évaluer le niveau de fatigue des patients.

2.8.1.7 Echelle visuelle analogique de la fatigue ressentie (EVA fatigue)

L'échelle visuelle analogique à une notation comprise entre 0 (pour « fatigue minimum ressentie ») et 10 (pour « fatigue maximum ressentie »), elle permettra d'évaluer le niveau de fatigue perçu par le patient après chaque session.

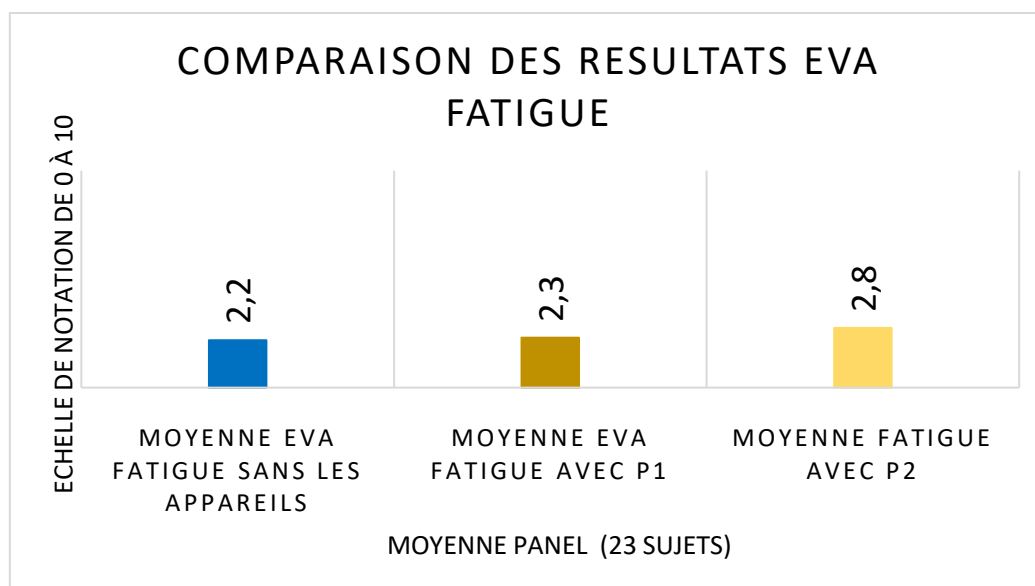


Figure 42 : Représentation et comparaison des résultats EVA fatigue sur le panel de 23 sujets

L'histogramme de la figure 42, nous indique les scores moyens obtenus pour la fatigue ressentie par les patients, ils sont de :

- 2,2 lorsque le patient n'est pas équipé de ses aides auditives,
- 2,3 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec le programme « Habituel » (P1),
- 2,8 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec le programme « MyMusic » (P2).

Ces résultats font ressortir une fatigue plus importante lors de la réalisation du test Fra-Matrix avec le programme « MyMusic » qui est plus élevée de 0,6 par rapport à la fatigue ressentie sans les appareils auditifs et est plus élevée de 0,5 par rapport à la fatigue ressentie avec le programme « Habituel ». A l'aide du tableau 6, nous constatons que deux patients ont indiqué avoir ressenti une fatigue très importante en attribuant une note de 9 pour le programme « MyMusic » alors qu'ils ont attribué des notes entre 3,5 et 4 lorsqu'ils ne portaient pas d'appareils.

Sujets	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Moyenne EVA fatigue sans les appareils	4,0	0,0	5,0	0,5	6,0	0,0	2,5	0,0	0,5	1,0	4,5	2,0	3,0	3,0	0,0	3,5	2,0	4,0	-	0,0	0,5	4,0	2,0
Moyenne EVA fatigue avec mon programme "habituel" (P1)	1,0	0,0	1,0	3,0	-	6,0	3,0	0,0	1,0	0,0	3,0	6,0	1,0	0,0	-	6,0	0,0	8,0	-	0,0	1,0	4,0	2,0
Moyenne EVA fatigue avec "MyMusic" (P2)	6,0	1,0	1,0	4,0	-	7,0	2,0	0,0	1,0	0,0	1,0	5,0	1,0	0,0	-	9,0	0,0	9,0	-	0,0	2,0	4,0	2,0

Tableau 6 : Résultats des moyennes EVA fatigue sans les appareils, avec (P1) et (P2) par sujets

Nous allons à présent vérifier et analyser par le biais des statistiques les résultats obtenus.

2.8.1.8 Comparaison Statistique EVA fatigue (P1) et (P2)

Vérification de la normalité

Il s'agit de vérifier la normalité des données.

Si la valeur p obtenue lors de ce test est supérieure à 0,05 alors nous pouvons conclure à la normalité.

Test de Normalité (Shapiro-Wilk)				
			W	p
EVAfatigP1_156	-	EVAfatigP2_159	0.800	< .001
<i>Note.</i> Des résultats significatifs suggèrent une déviation de la normalité.				

Tableau 7 : Test de normalité (Shapiro-Wilk) – EVA fatigue

On ne peut pas conclure à la normalité car $p < 0,05$ (voir tableau 7).

Graphique de la distribution

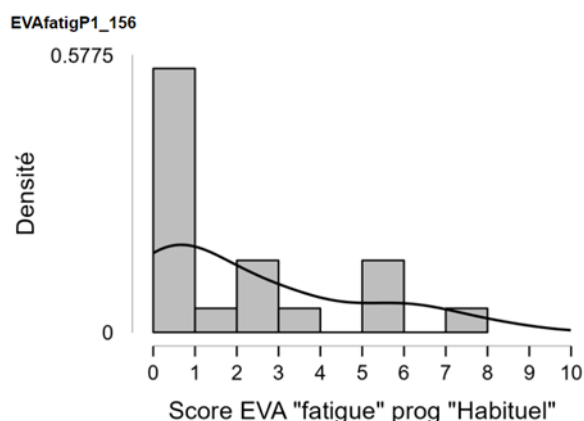


Figure 43 : Graphique de la distribution -
Scores EVA « fatigue » avec (P1)

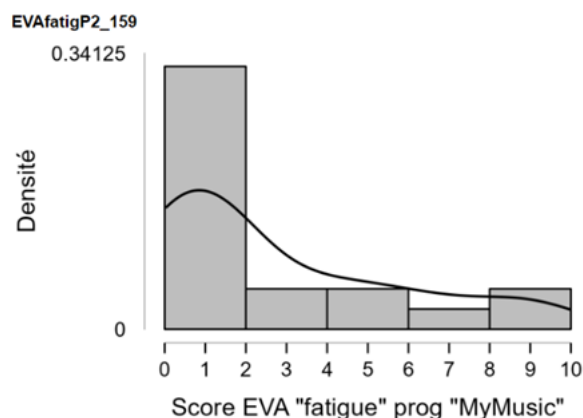


Figure 44 : Graphique de la distribution -
Scores EVA « fatigue » avec (P2)

Nous sommes sur des représentations graphiques qui nous informent de la dispersion des données. Nous voyons sur les figures 43 et 44 que nous obtenons une dispersion assez similaire pour le programme (P1) et (P2). La majorité des réponses obtenues se trouvent être entre 0 et 2 ce qui nous indique que pour les deux programmes, les patients ressentent peu de fatigue entre les sessions du Fra-Matrix.

Tests de rangs signés de Wilcoxon

Enfin, nous allons appliquer le test de Wilcoxon afin de comparer les ordres de la variable de notation mesurée deux fois dans des conditions différentes, avec (P1) et avec (P2) pour le même panel de sujet.

Si p est inférieur à 0,05, on peut dire que la différence est statistiquement significative des moyennes des rangs entre les deux conditions.

Test t à deux échantillons appariés

Measure 1		Measure 2	W	z	dl	p
EVAfatigP1_156	-	EVAfatigP2_159	16.000	-1.172		0.244

Note. Test de rangs signés de Wilcoxon.

Tableau 8 : Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – EVA fatigue

$p > 0,05$ la différence est donc statistiquement pas significative (voir tableau 8).

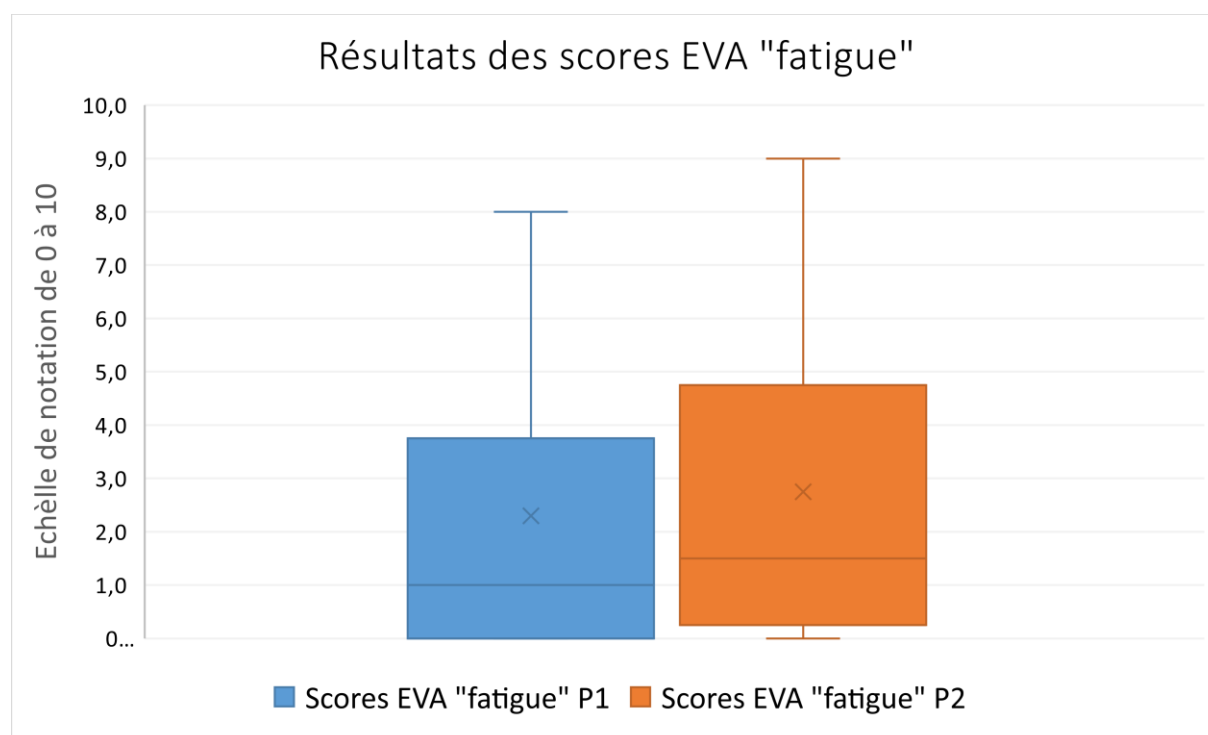


Figure 45 : Boîtes à moustache représentant les scores EVA « fatigue » obtenus avec le programme

Nous pouvons à nouveau constater que les programmes (P1) et (P2) ont des résultats similaires. Les patients ressentent la même fatigue avec les deux programmes.

2.8.1.9 Conclusion :

Dans cette partie, nous avons étudié les potentiels bénéfiques du programme « MyMusic » dans son utilisation au quotidien.

Les résultats obtenus à la suite de la réalisation des différents tests tels que l'audiométrie tonale et les tests de gains prothétiques tonals en champ libre ainsi que l'audiométrie vocale sans appareils auditifs et les tests de gains prothétiques vocals en champ libre ne montrent pas de différences significatives entre les programmes.

De plus, l'audiométrie vocale adaptative dans le bruit « Fra-Matrix » nous indique que le programme « MyMusic » et le programme « Habituel » sont quasiment identiques dans des situations bruyantes. Sachant que la méthodologie du programme « MyMusic » se base sur les réglages initialement effectués pour le programme « Habituel », il est normal d'obtenir des résultats pratiquement analogues. [14]

Cependant, les programmes « MyMusic » et « Habituel » ont un gain significatif de compréhension dans un environnement bruyant par rapport aux scores obtenus sans les aides auditives.

Les résultats nous montrent que les deux programmes apportent toujours un gain bénéfique entre le port ou non des aides auditives avec les deux programmes. Le patient reste donc libre d'utiliser ce programme dans des situations du quotidien, si celui-ci lui permet de bénéficier d'un confort supplémentaire.

2.8.2 Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (15ISSQ) (avec leurs aides auditives en utilisant uniquement le programme « Habituel »)

Nous allons maintenant présenter et analyser les résultats du questionnaire « 15ISSQ ». Ce questionnaire nous a apporté des indications concernant leur capacité et expérience d'écoute et d'audition, dans diverses situations du monde réel, avec leurs aides auditives en utilisant uniquement le programme « Habituel ».

Trois thèmes ont été abordés : speech, spatial et qualités, pour chaque thème, 5 questions ont été posées. La figure 46, nous montre les moyennes globales obtenues pour chaque thème et la figure 47 représente les moyennes obtenues par question dans les trois thèmes soit 15 questions au total.

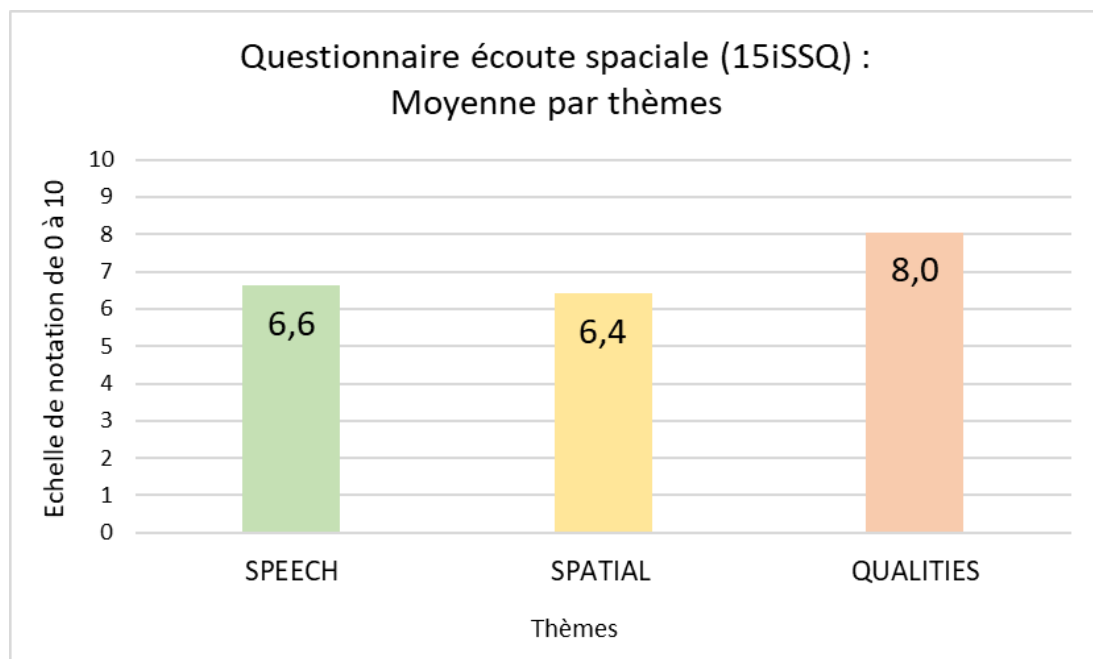


Figure 46 : Représentation des résultats du questionnaire « 15iSSQ », avec une moyenne par thème : Speech, Spatial, Qualities.

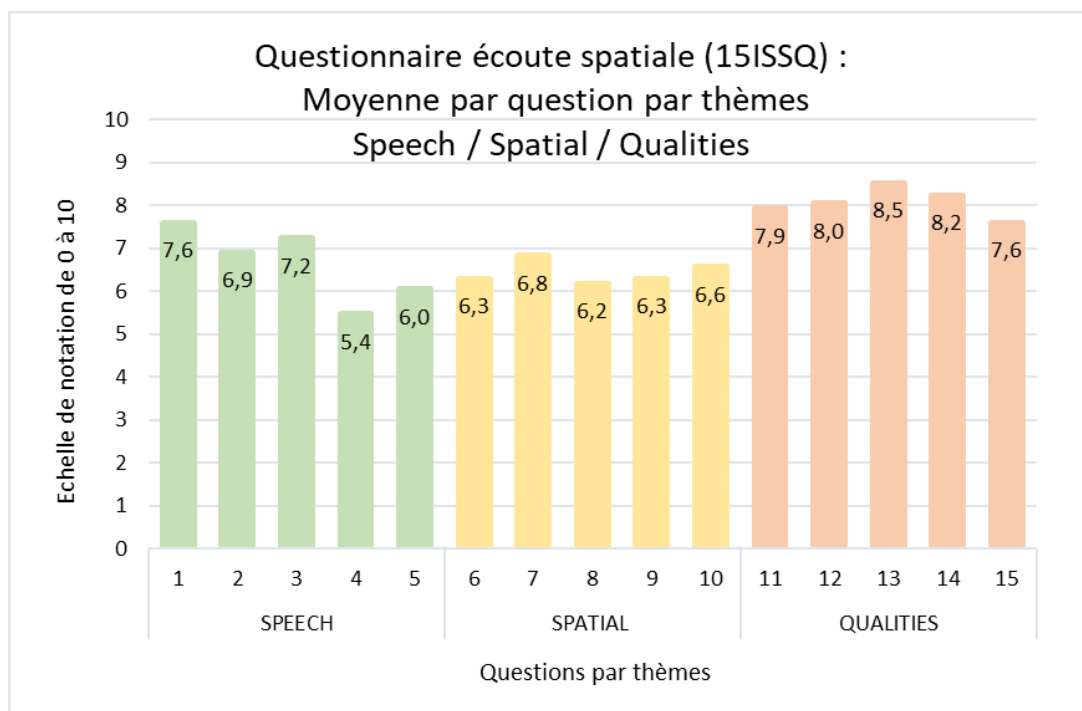


Figure 47 : Représentation des résultats du questionnaire « 15iSSQ », avec une moyenne par thème et par question : Speech, Spatial, Qualities.

Nous allons, à présent, étudier les résultats pour chacun des thèmes séparément.

2.8.2.1 Speech (Audition de la parole)

S P E E C H	Vous discutez avec une autre personne dans une pièce dans laquelle un téléviseur est allumé. Pouvez-vous suivre les propos de votre interlocuteur sans baisser le son du téléviseur ?	1
	Vous êtes assis autour d'une table avec un groupe de cinq personnes environ, dans un restaurant animé. Vous pouvez voir toutes les personnes du groupe. Pouvez-vous suivre la conversation ?	2
	Vous discutez avec une autre personne. Il y a un bruit de fond continu (ventilateur ou eau qui coule par exemple). Pouvez-vous suivre ce que dit l'autre personne ?	3
	Vous êtes assis autour d'une table avec un groupe de cinq personnes environ, dans un restaurant animé. Vous NE pouvez PAS voir toutes les personnes du groupe. Pouvez-vous suivre la conversation ?	4
	Vous discutez avec quelqu'un dans une pièce dans laquelle beaucoup d'autres personnes parlent. Pouvez-vous suivre ce que vous dit votre interlocuteur ?	5

Tableau 9 : Questions de la partie 1 « Speech » du questionnaire « 15ISSQ » [8]

Le tableau 10 regroupe les résultats des moyennes de chacune des questions du thème « Speech » :

	SPEECH				
Questions	1	2	3	4	5
Moyenne	7,6	6,9	7,2	5,4	6,0

Tableau 10 : Moyennes des résultats obtenus aux questions de la partie 1 « Speech »

Le score moyen obtenu pour la partie « Speech » est de 6,6.

Les questions 1 et 3, nous indiquent que les patients peuvent suivre une conversation lorsqu'il y a un bruit de fond, tel que le son d'un téléviseur, d'un ventilateur ou de l'eau qui coule. La moyenne de ces deux questions est de 7,4.

Les questions 4 et 5, nous montrent que les patients sont en difficultés pour la compréhension lorsqu'ils sont dans un groupe et qu'ils ne sont pas en mesure de voir la personne qui parle. La moyenne de ces deux questions est de 6,15. La question 2 confirme les questions 4 et 5 avec un score de 6,9, les patients indiquent qu'ils comprennent les conversations car ils peuvent voir toutes les personnes.

2.8.2.2 Spatial (Audition spatiale)

S P A T I A L	Vous êtes assis autour d'une table ou participez à une réunion avec plusieurs personnes. Vous ne pouvez pas voir toutes les personnes. Pouvez-vous dire où est chaque personne dès qu'elle prend la parole ?	6
	Vous êtes à l'extérieur. Un chien aboie bruyamment. Pouvez-vous indiquer immédiatement où il se trouve, sans regarder ?	7
	Vous êtes sur le trottoir d'une rue animée. Pouvez-vous entendre immédiatement de quelle direction un bus ou un camion arrive avant de l'avoir vu ?	8
	Pouvez-vous indiquer dans quelle direction une personne se déplace, uniquement au son de sa voix ou de ses pas, par exemple de votre gauche à votre droite ou inversement ?	9
	Pouvez-vous évaluer correctement l'endroit d'où les sons proviennent ?	10

Tableau 11 : Questions de la partie 2 « Spatial » du questionnaire « 15ISSQ » [8]

Le tableau 12 regroupe les résultats du thème « Spatial » :

	SPATIAL				
Questions	6	7	8	9	10
Moyenne	6,3	6,8	6,2	6,3	6,6

Tableau 12 : Moyennes des résultats obtenus aux questions de la partie 2 « Spatial »

Globalement la moyenne est de 6,4 sur une échelle de 10, la situation d'écoute spatiale reste par conséquent confortable, avec des résultats homogènes dans des situations et environnements différents.

La question 6 et 9 obtiennent une moyenne similaire de 6,3 et indiquent que les patients ne ressentent pas des difficultés importantes lorsqu'il s'agit de situer une personne dans un espace, lorsqu'elle prend la parole ou alors au son de sa voix ou de ses pas.

Les questions 7, 8 et 10 ont un score moyen de 6,5 et confirment que sans regarder, les patients peuvent situer convenablement des sons comme l'abolement d'un chien, le bruit d'un véhicule ou autres.

2.8.2.3 Qualities (qualité d'audition)

Q U A L I T I E S	Pouvez-vous reconnaître facilement les différentes personnes que vous connaissez, au son de leur voix ?	11
	Pouvez-vous reconnaître facilement les différents morceaux de musique que vous connaissez ?	12
	Pouvez-vous différencier certains bruits, par exemple une voiture par rapport à un bus ou de l'eau qui bout par rapport à la nourriture qui frit dans une poêle ?	13
	Lorsque vous écoutez de la musique, est-ce qu'elle vous semble claire et naturelle ?	14
	Les bruits quotidiens que vous entendez facilement, vous semblent-ils clairs et distincts (non brouillés, non mélangés) ?	15

Tableau 13 : Questions de la partie 3 « Qualities » du questionnaire « 15ISSQ » [8]

Le tableau 14 rassemble les résultats du thème « Qualities » :

	QUALITIES				
Questions	11	12	13	14	15
Moyenne	7,9	8,0	8,5	8,2	7,6

Tableau 14 : Moyennes des résultats obtenus aux questions de la partie 3 « Qualities »

Nous pouvons constater que la qualité d'audition a un score moyen très significatif et élevé de 8 sur une échelle de 10. Pour la qualité des sons du quotidien, des voix et de la musique.

Pour la qualité d'audition les moyennes des questions de ce thème sont comprises entre 7,6 et 8,5. Nous pouvons en conclure que les patients ont une qualité du son très confortable avec l'aide de leurs appareils auditifs.

Les questions 12 et 14 de la partie « Qualités » avec une moyenne de 8,1 nous indique que les patients ont une réelle sensation de confort et de qualité sonore lorsqu'ils écoutent de la musique. Ils reconnaissent également facilement les morceaux de musique.

2.8.2.4 Conclusion

Le questionnaire «15ISSQ » cible principalement la qualité de l'audition, de la parole et la spatialisation avec le port des appareils auditifs des patients en se servant du programme « Habituel ». La moyenne globale est de 7 sur 10.

Cela indique que les patients ont grâce aux aides auditives une bonne capacité d'écoute et d'audition dans diverses situations de la vie quotidienne ainsi que dans différents environnements.

2.8.3 Questionnaire LAM et test d'écoute musicale

2.8.3.1 LAM « Loisirs Auditifs et Musicaux »

Le deuxième questionnaire qui a été fourni aux patients durant l'étude est le questionnaire LAM « Loisirs Auditifs et Musicaux » composé de 3 parties et qui concernent plus précisément les expériences musicales au sens large (Voir annexe 3). Nous allons ainsi analyser et commenter les réponses qui ont été données par le panel.

Comme déjà indiqué, les réponses sont notées sur une échelle allant de 0 à 10. Si le patient n'est pas dans la possibilité de répondre à une question, elle est notée NA (non applicable). Nous allons étudier les trois parties distinctement.

2.8.3.1.1 Partie 1 : Aptitude, formation et exposition musicales

Le tableau 15 regroupe les questions de la partie 1 du questionnaire qui ont été posées aux patients durant l'étude. Pour chaque question, une moyenne a été calculée en fonction des réponses données par le panel.

Grâce à ces moyennes, nous allons interpréter en fonction de l'échelle attribuée dans le questionnaire les résultats de chacune des questions.

Partie 1 : Aptitude, formation et exposition musicales			
Questions posées	Numéro	Moyenne	Résultats
Lorsque j'étais enfant, on chantait et / ou écoutait de la musique autour de moi.	1	5,38	Tend vers "souvent"
Avant ma perte d'audition, je chantais, fredonnais ou sifflais des airs / chansons connus	2	5,33	Tend vers "souvent"
Avant ma perte d'audition, mon entourage me disait que je chantais...	3	3,50	Tend vers "Je faisais quelques fausses notes"
Je pense avoir (...) aptitudes musicales :	4	2,88	"Quelques"
Mon éducation musicale a été sous la forme de :	5	2,02	"Cours à l'école, au collège"
Mon éducation musicale a duré ...	6	2,03	Tend vers "moins d'un an"
Je me considère comme un(e) musicien(ne) / chanteur(se) :	7	0,81	Tend vers "pas du tout"
Je me suis investi(e) dans une pratique régulière, quotidienne ou presque, d'un instrument de musique ou du	8	0,86	Tend vers "moins d'un an"
Merci de préciser quel(s) instrument(s)	9		Instruments : Violon, Accodéon diatonique, orgue, synthétiseur
	Moyenne	2,85	

Tableau 15 : Récapitulatif des moyennes obtenues aux questions de la partie 1 « Aptitude, formation et exposition musicales » du questionnaire LAM

La note moyenne globale est de 2,85 pour cette partie du questionnaire.

La première partie du questionnaire, nous sert à évaluer le rapport que possède chacune des personnes à la musique. Sachant que chaque réponse est donnée sur une échelle allant de 0 à 10 et que 0 tend vers une aptitude, formation et exposition musicales inexistantes, nous pouvons en conclure que le panel étudié ne présente pas une grande affinité avec le monde de la musique.

Pour conforter cette interprétation, nous pouvons nous intéresser aux résultats obtenus aux questions 5, 6, 7 et 8 :

- La question 5 indique que l'éducation musicale a été acquise lors du cursus scolaire (école primaire et collège) et la question 6 que l'éducation musicale des patients du panel n'a pas duré plus de 2 ans en moyenne,
- La question 7 aborde un point important à savoir si le patient se considère comme un(e) musicien(ne) / chanteur(se). Les résultats obtenus à cette question sont en moyenne de 0,84. Le panel ne se considère « pas du tout » comme un(e) chanteur(se) ou un(e) musicien(ne),
- Pour finir, grâce aux réponses obtenues à la question 8, nous constatons qu'en moyenne le patient s'est investi de manière régulière dans une pratique d'un instrument mais qu'en moyenne la durée n'a pas excédé un an.

2.8.3.1.2 Partie 2 : La musique et la chanson dans ma vie quotidienne

Comme pour la partie 1, le tableau 16 regroupe les questions de la partie 2 du questionnaire qui ont été posées et les moyennes obtenues que nous allons analyser.

Partie 2 : La musique et la chanson dans ma vie quotidienne			
Questions posées	Numéro	Moyenne	Résultats
Si je m'ennuie, j'écoute de la musique pour passer le temps	1	5,50	"une fois/semaine"
J'écoute de la musique lorsque je fais certaines tâches (cuisine, ménage, bricolage, travail, ...)	2	5,55	Tend vers "souvent"
Lorsque je suis seul ou avec mes proches, il m'arrive de chanter, fredonner ou siffloter.	3	3,02	Tend vers "une fois par semaine"
J'arrête ce que je fais pour écouter la musique qui est jouée.	4	2,69	Tend vers "parfois"
J'écoute en général de la musique (TV, radio, CD, concerts)	5	5,36	Tend vers "1 heure/jour"
J'ai des activités sociales autour de la musique (Chorale, Concert, danse, musique amateur)	6	1,17	Tend vers "moins de 1 fois/an"
Je dépense de l'argent pour acheter des enregistrements, CD, assister à des concerts, ...	7	2,10	Tend vers "jamais"
En termes de style (rock, Jazz, classique, variété, pop, opéra...) mes goûts musicaux sont ...	8	5,08	Variés (4 styles)
J'aime me détendre en écoutant de la musique.	9	5,00	Entre "Parfois" et "Souvent"
Je ressens des émotions (tristesse ou joie) lorsque j'écoute de la musique.	10	4,79	Entre "Parfois" et "Souvent"
Je suis content, enthousiaste à l'idée d'entendre la musique que j'aime.	11	5,62	Tend vers "souvent"
Je bouge mon corps au rythme de la musique (en dansant, tapant du pied, ou en bougeant la tête ...)	12	4,14	Tend vers "parfois"
Lorsque j'écoute de la musique familière, je me rappelle des	13	5,13	Entre "Parfois" et "Souvent"
Lorsque j'écoute de la musique trop longtemps, j'apprécie le silence lorsque j'arrête la musique.	14	4,07	Tend vers "parfois"
Lorsque j'écoute de la musique, je porte mes appareils auditifs...	15	7,81	"Souvent"
J'utilise la boucle d'induction magnétique	16	4,75	"La moitié du temps"
J'utilise la fonction streaming bluetooth pour écouter la musique directement dans mes appareils.	17	3,31	Tend vers "parfois"
Lorsque j'écoute de la musique, j'utilise le programme "musique" de mes appareils.	18	4,55	Tend vers "La moitié du temps"
Moyenne		4,42	

Tableau 16 : Récapitulatif des moyennes obtenues aux questions de la partie 2 « La musique et la chanson dans ma vie quotidienne » du questionnaire LAM

La moyenne globale de cette partie est de 4,42. Elle nous sert à évaluer qu'elle est la part de la musique dans la vie quotidienne du patient. On sait que l'échelle de notation est comprise entre 0 et 10, 0 tend vers jamais et 10 vers toujours. Nous pouvons donc dire que la musique fait partie de la vie quotidienne des patients mais elle n'est pas constante. Nous allons nous intéresser aux questions 1, 2, 12 et 18 afin de confirmer cette tendance.

- La question 1 indique que les sujets écoutent de la musique, au moins une fois par semaine, pour passer le temps,

- La question 2 souligne que les sujets écoutent souvent de la musique lorsqu'ils exécutent des tâches quotidiennes,
- La question 12 montre que les sujets écoutent souvent de la musique lorsqu'ils portent leurs appareils auditifs,
- La question 18 indique que les sujets utilisent la moitié du temps le programme « musique » de leurs appareils.

Avec les questions 9, 10 et 11, nous comprenons que les patients ressentent souvent des émotions lorsqu'ils écoutent de la musique. En revanche, les questions 5 et 6, nous apprennent qu'ils n'ont pratiquement pas d'activités sociales autour de la musique.

Pour conclure, avec les résultats de la partie 1 et 2 du questionnaire on sait que l'échantillon des patients sélectionnés a très peu de rapport avec le monde de la musique ou de la musique en elle-même.

2.8.3.1.1 Partie 3 : Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils

Pour la troisième partie du questionnaire, nous allons comparer la perception de la musique et des variétés, lorsque les aides auditives sont utilisées avec le programme « Habituel » (P1) et avec le programme « MyMusic » (P2) (voir figure 48).

Comme pour les parties 1 et 2, nous allons expliquer en fonction de l'échelle attribuée dans le questionnaire les résultats de chacune des questions.

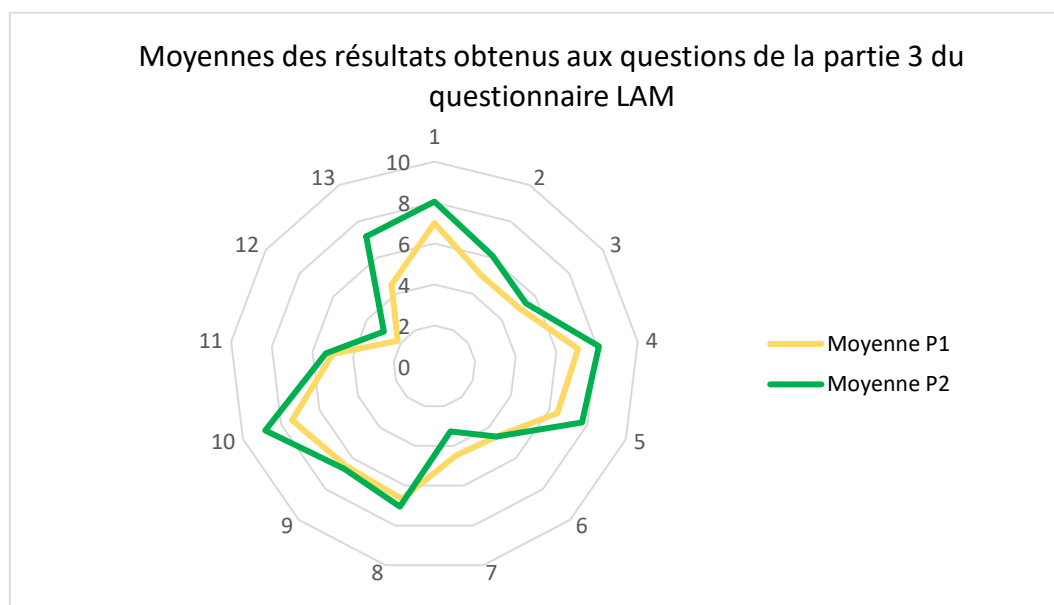


Figure 48 : Représentation graphique des résultats obtenus aux questions de la partie 3 du questionnaire LAM « perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils »

Partie 3 : Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils					
Questions posées	Numéro	Moyenne P1	Moyenne P2	Résultats P1	Résultats P2
L'écoute de la musique, de chansons m'est ...	1	7,00	8,05	Tend vers "neutre"	Tend vers "très agréable"
A l'écoute d'une musique, je peux discerner les différents instruments de musique présents,	2	5,00	6,10	Entre "parfois" et "souvent"	Tend vers "souvent"
Lorsque j'écoute une voix chantée, j'ai une préférence pour les voix ...	3	5,02	5,43	"Pas de préférence"	"Pas de préférence"
Lorsque j'écoute une chanson, je comprends bien les paroles (dans ma langue maternelle)	4	7,07	8,10	Tend vers "parfaitement bien"	Tend vers "parfaitement bien"
Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD,,), elle me paraît ...	5	6,43	7,71	Tend vers "naturelle et claire"	Tend vers "naturelle et claire"
Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD,,), certains passages me semblent trop forts,	6	4,58	4,58	Tend vers "parfois"	Tend vers "parfois"
Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD,,), certains passages me semblent trop faibles,	7	4,47	3,28	Tend vers "parfois"	"parfois"
La musique des films me paraît plutôt, par rapport aux dialogues, ,,,	8	6,67	7,06	Tend vers "trop forte (génante)"	Tend vers "trop forte (génante)"
Lorsque j'écoute la musique directement dans mes appareils (fonction streaming), elle me paraît, par rapport à l'écoute	9	6,50	6,67	Tend vers "similaire"	Tend vers "similaire"
Dans un concert en direct, la musique me paraît ,,,	10	7,44	8,83	Tend vers "naturelle et claire"	Tend vers "naturelle et claire"
Dans un concert en direct, certains passages me semblent trop forts	11	5,00	5,33	Entre "parfois" et "souvent"	Entre "parfois" et "souvent"
Dans un concert en direct, certains passages me semblent trop faibles, inaudibles	12	2,19	3,00	Tend vers "parfois"	"pafois"
Si musicien (ou chanteur), la pratique de mon instrument/du chant m'est...,	13	4,50	7,17	Tend vers "neutre"	Tend vers "très agréable"

Tableau 17 : Récapitulatif des moyennes obtenues aux questions de la partie 3 « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils » du questionnaire LAM

Nous allons analyser les questions 1, 2, 7 et 13 car nous constatons une différence tangible au niveau des résultats.

Pour la question 1, avec le programme « MyMusic », l'écoute de la musique, de chansons, tend vers être très agréable (note moyenne de 8,05), et plutôt neutre avec le programme « Habituel » (note moyenne de 7).

Pour la question 2, les sujets peuvent discerner différents instruments présents lorsqu'ils écoutent de la musique et cela souvent avec le programme « MyMusic » (note moyenne de 6,1) alors que le résultat avec le programme « Habituel » est plus mitigé (note moyenne de 5).

Pour la question 7, la note obtenue pour le programme « MyMusic » est de 3,28 et pour le programme « Habituel » de 4,47. Cela signifie que lorsque le patient écoute de la musique enregistrée (radio, TV), les patients ont une sensation subjective que l'intensité des passages de musique sont plus souvent trop faibles en sortie des aides auditives avec le programme « Habituel ».

Et, pour la question 13, si le patient est un musicien ou un chanteur, la pratique de sa discipline tend vers être très agréable avec le programme « MyMusic » et neutre avec le programme « Habituel ».

En conclusion, cette partie met en évidence sur environ 10 questions sur 13, une amélioration du confort d'écoute de la musique lorsque les patients utilisent leurs appareils avec le

programme « MyMusic ». Grâce à ces résultats, nous pouvons également déduire que la méthodologie spécifique du programme « MyMusic » [14] répond aux attentes de ses utilisateurs et apporte un réel bénéfice.

2.8.3.2 Statistique du questionnaire LAM (Partie 3)

2.8.3.2.1 Comparaison entre le programme « Habituel » et le programme « MyMusic » pour la question 1 (Partie 3)

Vérification de la normalité

Il s'agit de vérifier la normalité des données.

Si la valeur p obtenue lors de ce test est supérieure à 0,05 alors nous pouvons conclure à la normalité.

Test de Normalité (Shapiro-Wilk)

	W	p
Score prog ""Habituel"" Q1 - Score prog ""MyMusic"" Q1	0.850	0.004

Note. Des résultats significatifs suggèrent une déviation de la normalité.

Tableau 18 : Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 1

On ne peut pas conclure à la normalité car $p < 0,05$ (voir tableau 18).

Graphique de la distribution

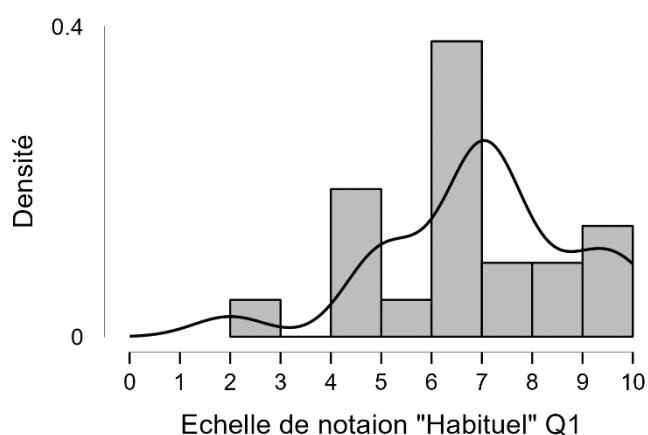


Figure 49 : Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question1 avec (P1)

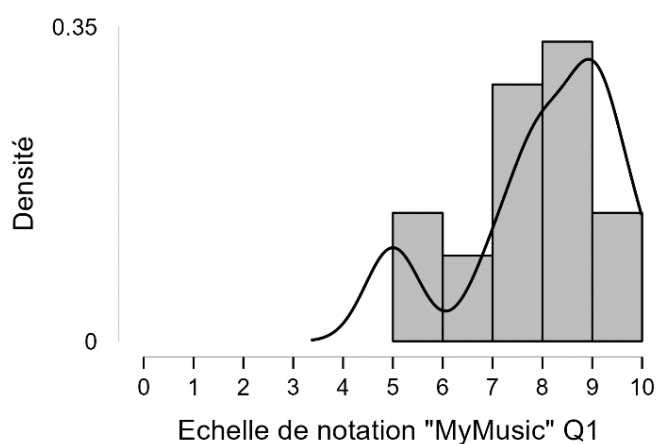


Figure 50 : Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 1 avec (P2)

Nous voyons sur la figure 50 que pour le programme (P2) nous avons une dispersion concentrée au-dessus d'un score de 5. Tandis que pour le programme (P1), figure 49, nous obtenons une dispersion des scores plus étendue à partir de 2 jusqu'à 10.

Tests de rangs signés de Wilcoxon

Enfin, nous allons appliquer le test de Wilcoxon afin de comparer les ordres de la variable de notation mesurée deux fois dans des conditions différentes, avec (P1) et avec (P2) pour le même panel de sujet.

Si p est inférieur à 0,05, on peut dire que la différence est statistiquement significative des moyennes des rangs entre les deux conditions.

Test t à deux échantillons appariés

Measure 1	Measure 2	W	z	dl	p
Score prog ""Habituel"" Q1	- Score prog ""MyMusic"" Q1	9.500	-2.314		0.021

Note. Test de rangs signés de Wilcoxon.

Tableau 19 : Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – LAM Partie 3 – Question 1

$p < 0.05$ la différence est donc statistiquement significative (voir tableau 19).

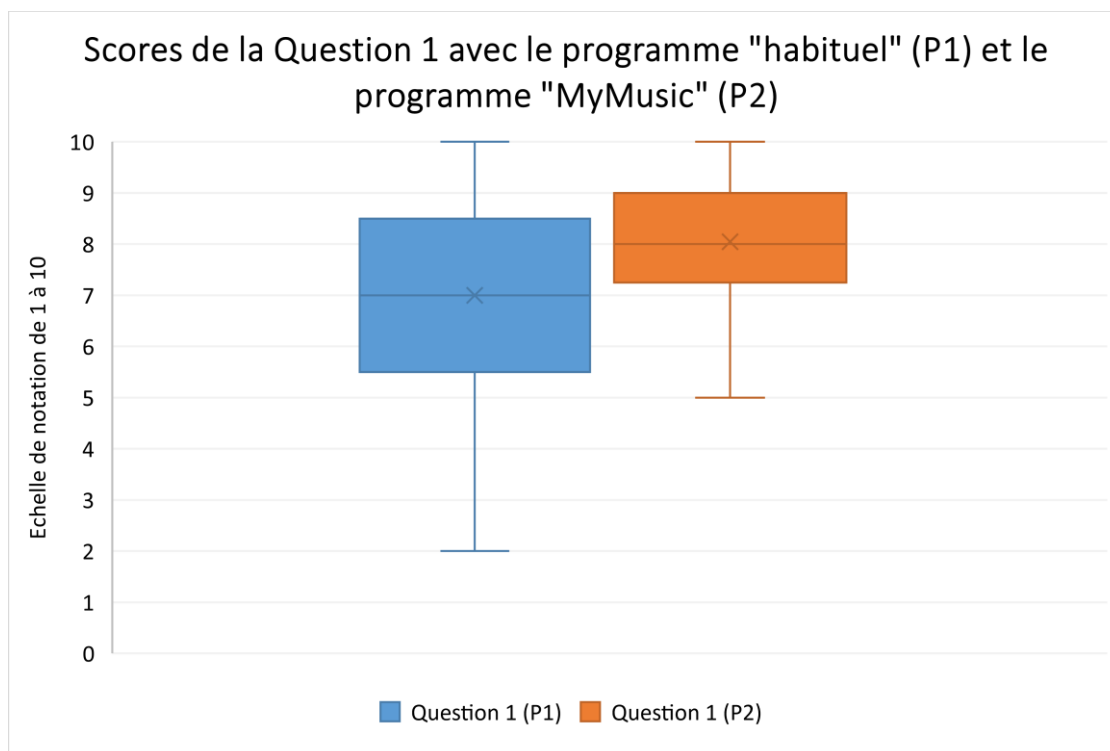


Figure 51 : Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 1 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »

Nous pouvons à nouveau constater que le programme « MyMusic » obtient des résultats plus élevés que pour le programme « Habituel ». En effet, lorsque le patient écoute de la musique, l'écoute est plus agréable avec le programme « MyMusic » qu'avec son programme « Habituel ».

2.8.3.2.2 Comparaison entre le programme « Habituel » et le programme « MyMusic » pour la question 2, question 7 et question 13

Comme pour la question 1, nous allons mettre en pratique les mêmes procédés de vérifications statistiques des données pour les questions 2, 7 et 13. Cependant, nous allons communiquer uniquement les résultats et nous ne présenterons pas le détail de notre démarche dans cette partie du mémoire. Pour les détails des tests statistiques réalisés avec le logiciel JASP, vous pouvez vous référer à l'annexe 5.

La vérification de la normalité :

Question 2 : $P = 0,010 \rightarrow$ On peut conclure à la normalité car $p < 0,05$

Question 7 : $P = 0,300 \rightarrow$ On ne peut pas conclure à la normalité car $p > 0,05$.

Question 13 : $P = 0,780 \rightarrow$ On ne peut pas conclure à la normalité car $p > 0,05$.

Graphiques de distribution : Nous sommes sur des représentations graphiques qui nous informent de la dispersion des données.

Question 2 :

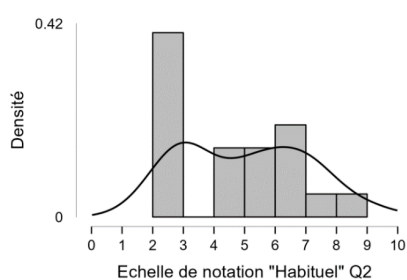


Figure 52 : Graphiques de la distribution - LAM Partie 3 – question 2 avec (P1)

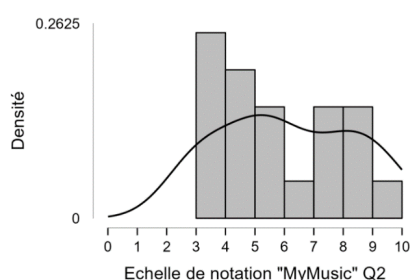


Figure 53 : Graphiques de la distribution - LAM Partie 3 – question 2 avec (P2)

Question 7 :

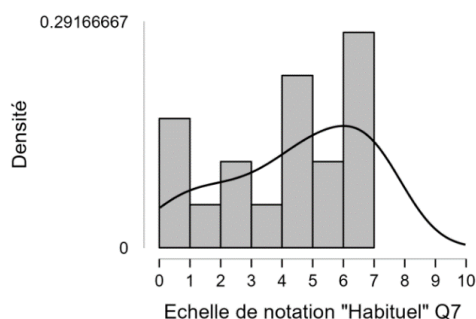


Figure 54 : Graphiques de la distribution - LAM Partie 3 – question 7 avec (P1)

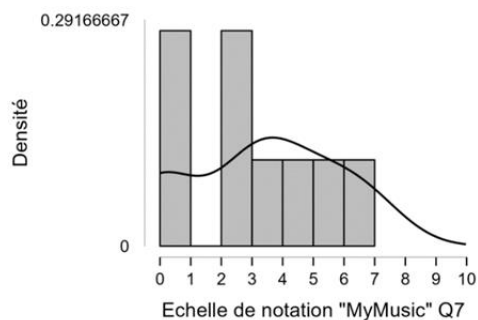


Figure 55 : Graphiques de la distribution - LAM Partie 3 – question 7 avec (P2)

La figure 53 affiche pour le programme « MyMusic » (P2), une dispersion étalée et homogène de la densité entre les scores allant de 3 à 10 sauf pour les scores allant de 6 à 7 et 9 à 10 qui sont inférieurs mais identiques. Sur la figure 52, pour le programme « Habituel » (P1), on constate également une certaine homogénéité entre les scores allant de 4 à 7, mais la densité la plus importante se trouve sur le score de 2.

Les figures 54 et 55, nous apprennent que pour les programmes (P1) et (P2), nous avons une dispersion concentrée pour les scores allant de 0 à 7. Pour le programme (P1), le score le plus haut se trouve être entre 6 et 7 et pour (P2), il se trouve entre 0 et 1, et, 2 et 3.

Question 13 :

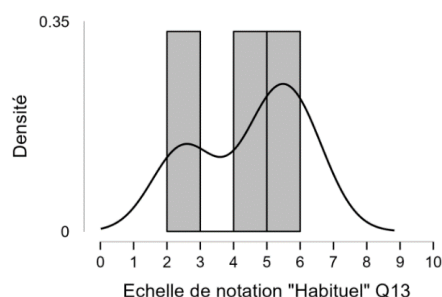


Figure 56 : Graphiques de la distribution -
LAM Partie 3 – question 13 avec (P1)

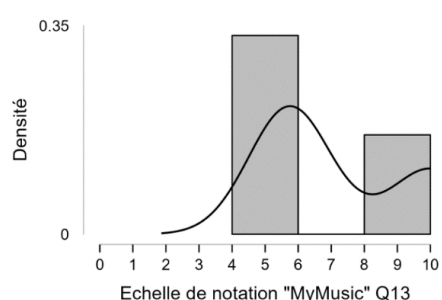


Figure 57 : Graphiques de la distribution -
LAM Partie 3 – question 13 avec (P2)

La figure 56 révèle pour le programme (P1), la dispersion se situe entre 2 et 6 avec des scores identiques sauf entre 3 et 4 qui est nul. La figure 57 indique, pour le programme (P2), une concentration des scores élevés entre 4 et 6, et, une concentration entre 8 et 10 cependant moins élevés que ceux de 4 et 6. Nous pouvons conclure que les scores du programmes « MyMusic » sont très élevés par rapport au programme « P1 » qui n'a aucun score entre 8 et 10.

Tests de t de Student ou Tests de rangs signés de Wilcoxon

Question 2 :

Tests de t de Student :

$$p = 0,001$$

$p < 0,05$ la différence est donc statistiquement significative.

Conclusion :

Les résultats obtenus pour le programme « MyMusic » sont plus élevés que pour le programme « Habituel ». En effet, il en ressort que les patients discernent mieux les instruments de musique avec le programme « MyMusic ».

Question 7 :

Tests de rangs signés de Wilcoxon :

$p = 0,089$

$p > 0,05$ la différence n'est donc pas statistiquement significative.

Conclusion :

Pour cette question, c'est le programme « Habituel » qui a le score le plus élevé. Les patients constatent que lorsqu'ils écoutent de la musique, certains passages sont trop faibles avec le programme « Habituel », par conséquent c'est le programme « MyMusic » qui apporte une meilleure qualité d'écoute.

Question 13 :

Tests de rangs signés de Wilcoxon :

$p = 0,371$

$p > 0,05$ la différence n'est donc pas statistiquement significative.

Conclusion :

Le programme « MyMusic » obtient le meilleur score pour cette question, si le patient est un musicien alors la pratique de son instrument ou tout autre activité en lien avec la musique devient très agréable.

2.8.3.2.3 Conclusion

Le questionnaire LAM « Loisirs Auditifs et Musicaux » nous permet d'identifier que le panel de patients n'a pas de formations spécifiques et d'aptitudes musicales avec une moyenne de 2,85. Cependant, la musique apporte au panel des émotions mais les patients ont peu d'activités sociales autour de la musique avec une moyenne de 4,42.

Les résultats obtenus au questionnaire de la partie 3 « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils », sur les 13 questions, les résultats sont supérieurs pour 10 questions pour le programme « MyMusic ». Avec une moyenne de 5,53 pour le programme « Habituel » et une moyenne de 6,26 pour le programme « MyMusic ». Nous pouvons donc en conclure qu'avec le programme « MyMusic » les patients ont une amélioration de leur confort d'écoute de la musique.

2.8.3.3 Tests subjectifs d'écoute musicale

2.8.3.3.1 Introduction

Nous avons, dans les différents tests de la première partie, analysé les résultats du programme « Habituel » (P1) et du programme « MyMusic » (P2) dans leur utilisation quotidienne.

Il est désormais intéressant de pouvoir tester l'efficacité du programme « MyMusic » (P2) dans sa condition d'utilisation principale qui est l'écoute de la musique.

C'est pour cette raison que nous avons ajouté à cette étude un test que nous nommerons le « test subjectif d'écoute musicale ».

Nous allons comme dans les précédents tests étudier et comparer les résultats du programme « Habituel » (P1) et du programme « MyMusic » (P2).

2.8.3.3.2 Accès au test d'écoute musicale

Nous avons limité l'accès aux tests subjectifs d'écoute musicale, pour ceci nous avons appliqué des conditions d'inclusion qui sont :

- Condition 1 : l'obtention d'une moyenne aux questions 1 à 5 supérieures ou égale à 3, de la partie 1 du questionnaire LAM,
- Condition 2 : l'obtention au minimum de 3 pour les questions de 6 à 8 de la partie 1 du questionnaire LAM.

Si ces deux conditions sont réunies, le patient peut passer les tests subjectifs d'écoute musicale.

Nous trouverons sur la figure 58, les résultats obtenus, les sujets ayant obtenus deux barres (validation des deux conditions) peuvent accéder aux tests d'écoute musicale.

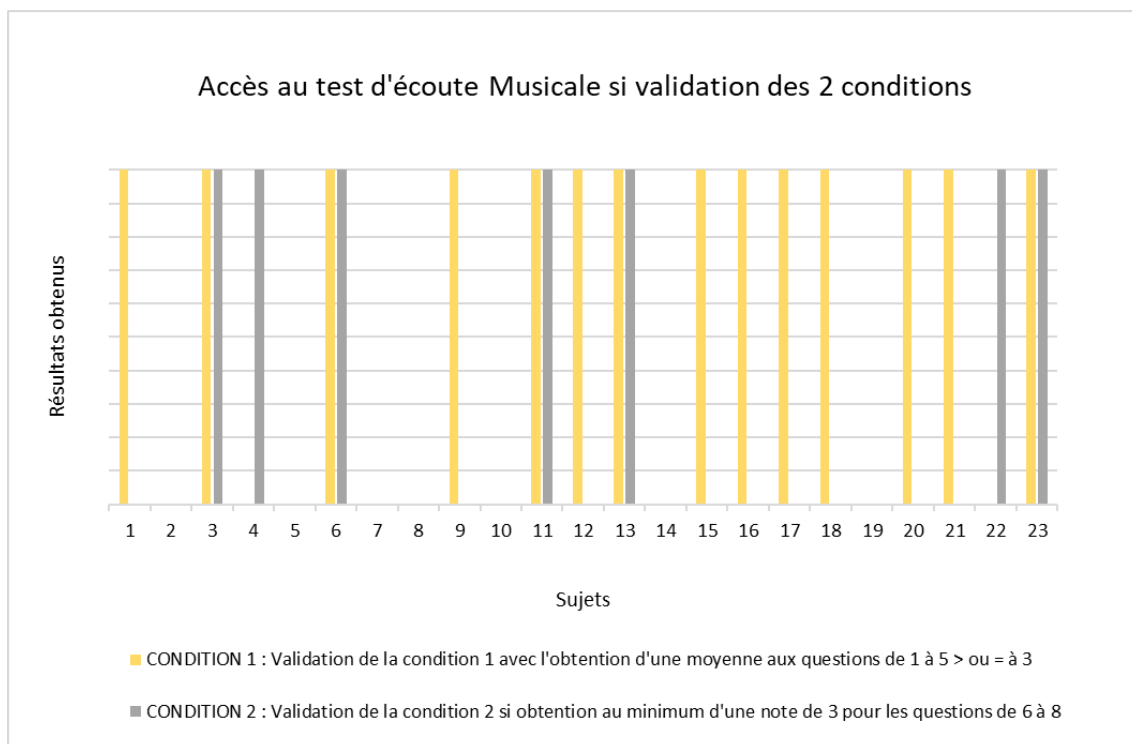


Figure 58 : Représentation du résultat de l'accès au test d'écoute Musicale si validation des deux questions.

Après avoir appliqué ces conditions d'inclusion, le panel est réduit de 78 %, il nous reste donc un panel de 5 patients à tester.

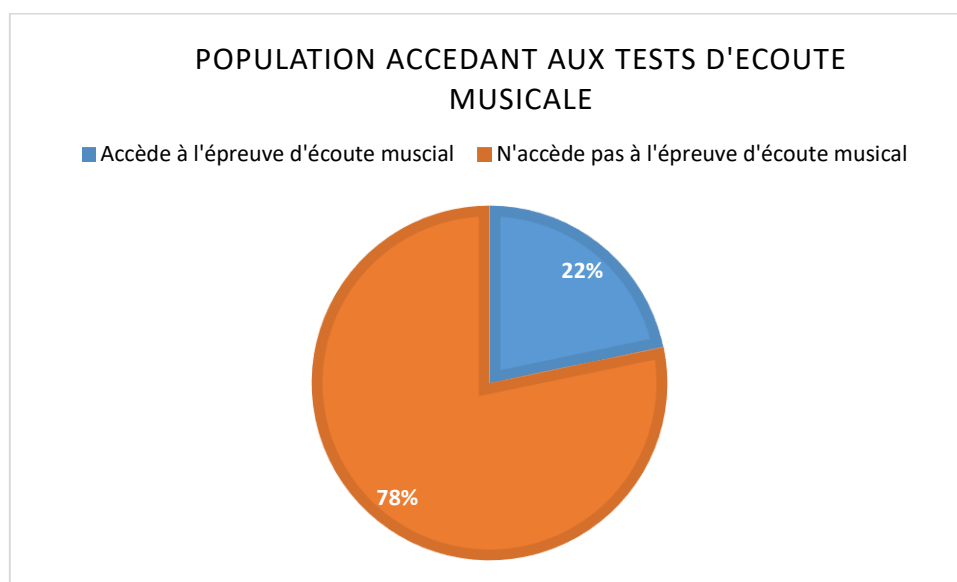


Figure 59 : Représentation de la population accédant au test d'écoute musicale.

2.8.3.3.3 Analyses des résultats des échelles visuelles analogiques

2.8.3.3.3.1 Echelle visuelle analogique « Qualité sonore » perçue par le patient

Nous avons demandé aux patients d'écouter à 2 reprises 5 styles de musiques différents avec le programme « Habituel » (P1) et avec le programme « MyMusic » (P2) et leur avons demandé de remplir une échelle visuelle analogique (EVA) après l'écoute de chaque extrait musical. Cette échelle visuelle analogique, nous a permis d'évaluer la qualité sonore perçue.

L'échelle visuelle analogique a une notation comprise entre 0 (pour « qualité médiocre ») à 10 (pour « excellente qualité »). (Voir figure 60)

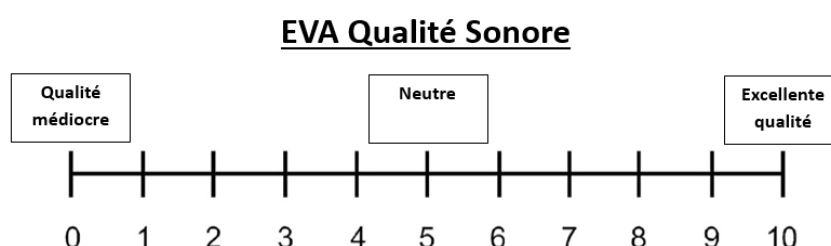


Figure 60 : Echelle visuelle analogique de la qualité sonore

Le tableau 20 centralise les moyennes des notes obtenues pour la qualité sonore des programmes (P1) et (P2) et cela pour chaque style de musique. Nous allons également comparer dans ce tableau les moyennes des programmes (P1) et (P2) afin de déterminer le gain qu'apporte en plus un programme par rapport à l'autre. La figure 61 représente un histogramme des résultats recueillis.

MOYENNES DES SCORES DE QUALITE SONORE PERÇUE PAR LE PATIENT (5 sujets)					
	Jazz	Classique	Variété Française	Rock	Electro
Programme "Habituel" (P1)	6,67	5,67	5,83	5,60	5,83
Programme "MyMusic" (P2)	8,67	8,60	9,20	9,00	8,83
Différence qualité sonore (P1) - (P2)	2,00	2,93	3,37	3,40	3,00
Gain en qualité sonore	23%	34%	37%	38%	34%

Tableau 20 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Qualité sonore" appliquée aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).

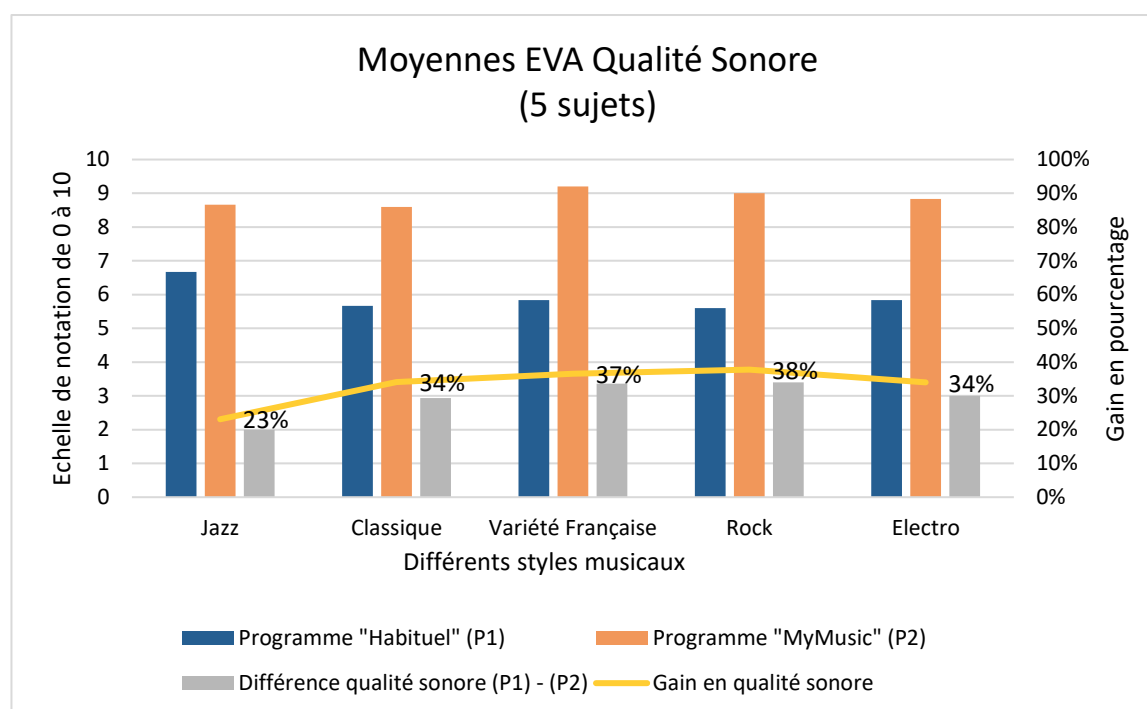


Figure 61 : Histogramme représentant les moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Qualité sonore" appliqué aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).

Nous observons que peu importe le style de musique écoutée, le programme « MyMusic » offre aux patients une qualité sonore bien supérieure au programme « Habituel ». La qualité sonore pour le programme « MyMusic » est globalement 30 % supérieure à la qualité sonore du programme « Habituel ». Ce gain est représenté par la courbe jaune de la figure 61.

Quatre personnes sur cinq ont attribué une note supérieure au programme « MyMusic », soit 80 % du panel. Les résultats confirment la tendance avancée par Oticon, en effet, selon le livre blanc, 72 % du panel estime une amélioration de l'écoute. [14]

Nous allons à présent étudier l'effort d'écoute fourni par le patient.

2.8.3.3.2 Echelle visuelle analogique « Effort d'écoute » fourni par le patient

Comme pour la qualité sonore, nous avons demandé au patient d'écouter à 2 reprises les 5 styles de musique différents avec le programme « Habituel » (P1) et avec le programme « MyMusic » (P2). Puis, nous leur avons demandé de remplir une échelle visuelle analogique (EVA) après l'écoute de chaque extrait musical ce qui nous a permis d'évaluer l'effort d'écoute produit par le patient.

L'échelle visuelle analogique a une notation comprise entre 0 (pour « qualité médiocre ») à 10 (pour « excellente qualité »).

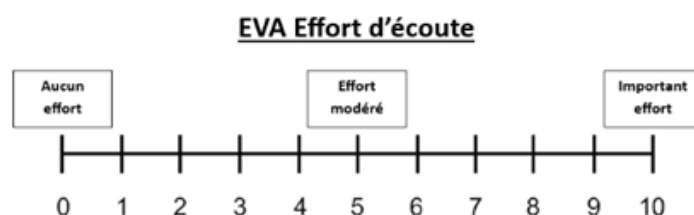


Figure 62 : Echelle visuelle analogique de l'effort d'écoute

Le tableau 21 regroupe les moyennes des notes obtenues avec l'échelle visuelle analogique pour l'effort d'écoute et cela par type de musique et pour les programmes (P1) et (P2). Nous pouvons également y lire, la différence calculée entre les résultats de (P1) et (P2). Ces résultats sont également visibles sous la forme d'un histogramme (voir figure 63).

MOYENNE DES SCORES D'EFFORT D'ECOUTE PERÇU PAR LE PATIENT (5 sujets)					
	Jazz	Classique	Variété Française	Rock	Electro
Programme "Habituel" (P1)	1,17	1,17	1,17	1,50	1,50
Programme "MyMusic" (P2)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,67
Différence Effort d'écoute (P1)-(P2)	0,67	0,67	0,67	1,00	0,83
Gain en effort d'écoute	57%	57%	57%	67%	56%

Tableau 21 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Effort d'écoute" appliqué aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).

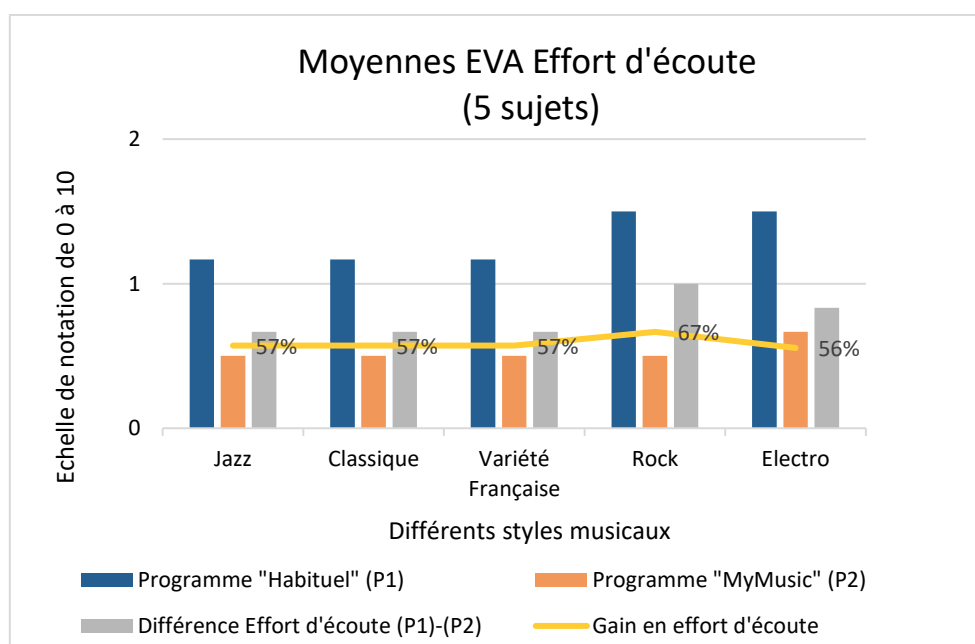


Figure 63 Histogramme représentant les moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Qualité sonore" appliqué aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).

Grâce à ces résultats, nous pouvons remarquer une nette diminution de l'effort d'écoute entre le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2).

En effet, le gain en effort d'écoute diminue entre 56 à 67 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » (P1) (voir courbe jaune de l'histogramme figure 63). Ce qui témoigne indéniablement d'un grand confort d'écoute car l'effort est en moyenne divisé par 2 par rapport au programme « Habituel ».

2.8.3.4 Conclusion « Questionnaire Lam et test d'écoute musicale »

En conclusion, nous avons montré dans cette partie, l'impact et le réel bénéfice apporté par le programme « MyMusic » dans son utilisation initiale qui est l'écoute de la musique.

En effet, au vu des résultats obtenus pour le questionnaire LAM et plus précisément pour la partie 3 du questionnaire, on met clairement en évidence que le programme « MyMusic » apporte aux patients un grand confort d'écoute ainsi qu'une sensation d'écoute agréable. Nous pouvons donc affirmer que les patients préfèrent le programme « MyMusic » au programme « Habituel ».

De plus, les résultats obtenus au test d'écoute musicale viennent appuyer ces propos car nous constatons aussi une nette préférence pour le programme « MyMusic ». En effet, la qualité sonore perçue est significativement plus élevée (en moyenne 33 % de plus). Ce qui explique aussi que l'effort d'écoute reste deux fois moins important avec le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel ».

Cette différence de qualité perçue reste cohérente avec les préconisations d'Oticon dans le cadre de la conception du programme « MyMusic » qui privilégie l'audibilité et le confort d'écoute en se basant sur l'intensité du programme « Habituel » ainsi que sur le modèle des courbes cibles de références Harman.

Nous allons à présent expliquer et analyser les résultats obtenus avec le mannequin KEMAR.

2.8.4 Résultats des mesures d'indices psycho-acoustiques sur le mannequin KEMAR

2.8.4.1 Speech Intelligibility Index (SII)

Pour rappel, le SII est un indice qui permet de vérifier l'intelligibilité de la parole.

Le tableau 22 est composé des valeurs de Speech Intelligibility Index que nous avons mesuré en utilisant la tête artificielle KEMAR.

Cocktail Party						
	avec Prg "habituel" (P1)		avec Prg "MyMusic" (P2)		Différence	
RSB in	OD	OG	OD	OG	OD	OG
-5	0,308	0,313	0,274	0,276	-0,034	-0,037
0	0,413	0,419	0,406	0,407	-0,007	-0,012
5	0,528	0,534	0,535	0,537	0,007	0,003
10	0,631	0,654	0,659	0,663	0,028	0,009

Tableau 22 : Résultats SII entre (P1) et (P2) – Cocktail party – OD et OG

Ces valeurs sont retranscrites dans les histogrammes de la figure 64 et 65 avec en ordonnée les valeurs du SII allant de 0 à 1 et en abscisse les valeurs du Rapport Signal sur Bruit en décibel.

Plus la valeur SII obtenue se rapproche de 1, plus l'audibilité du message entendu est parfaite et par conséquent cela permet une bonne compréhension du message par l'utilisateur.

Histogramme Oreille Droite :

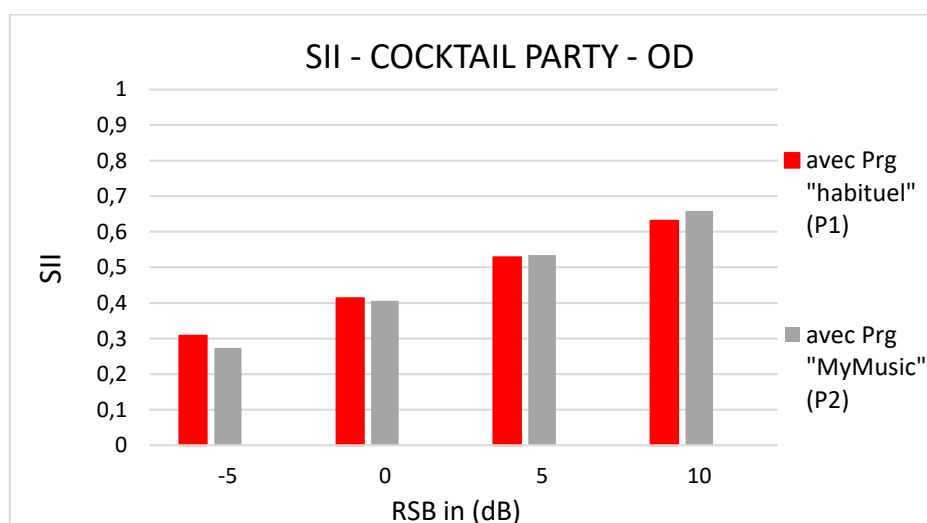


Figure 64 : Représentation des résultats pour le SII – Cocktail party – OD

Histogramme Oreille Gauche :

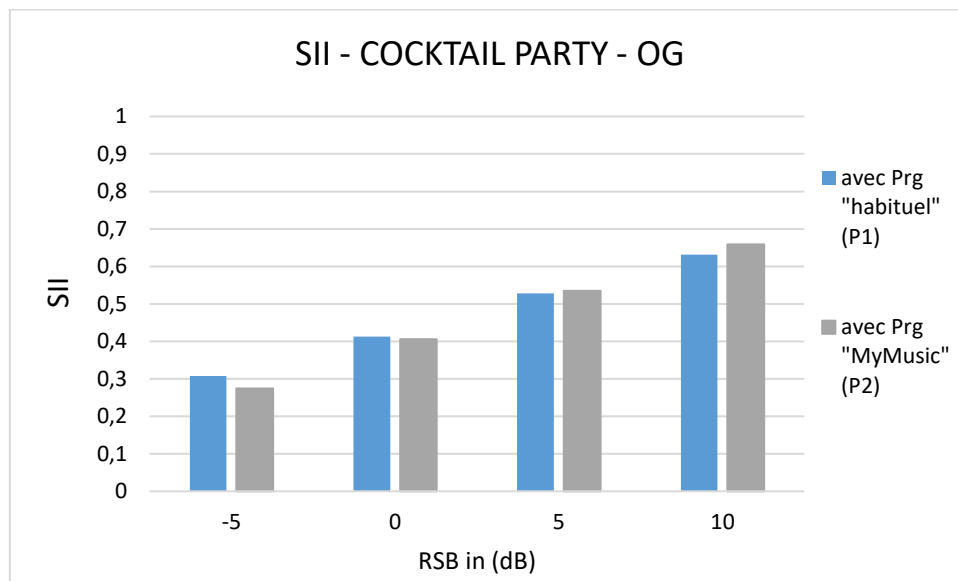


Figure 65 : Représentation des résultats pour le SII – Cocktail party – OG

Nous constatons avec les figures 64 et 65, qu'il n'y a pas de plus-values significatives entre le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2) quel que soit le RSB (-5 dB, 0 dB, 5 dB et 10 dB).

Cependant, nous remarquons que plus le rapport signal sur bruit (RSB) augmente ici de 5 dB en 5 dB, plus l'indice d'intelligibilité de la parole (SII) augmente. Cela s'explique par le fait que plus le RSB est important plus l'intensité du bruit diminue, laissant ainsi émerger le signal vocal. Un RSB de 0 dB signifie que le bruit est à la même intensité que celle du signal vocal. Nous allons comparer les performances du programme « MyMusic » et du programme « Habituel » par RSB testé pour les oreilles droite et gauche :

- Pour un RSB de -5 dB -> - 11,4 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel »,
- Pour un RSB de 0 dB -> - 2,3 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel »,
- Pour un RSB de 5 dB -> +0,9 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel »,
- Pour un RSB de 10 dB -> + 2,8 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel ».

Pour les RSB 0 dB, 5 dB et 10 dB, nous n'obtenons pas de différences significatives, les indices d'intelligibilité de la parole sont quasiment identiques pour les deux programmes.

Cependant pour un RSB de – 5 dB la perte d'intelligibilité est de plus de 10 % pour le programme « MyMusic » alors que l'indice d'intelligibilité est déjà très faible. Ce qui n'est pas négligeable.

2.8.4.2 Le Speech Transmission Index (STI)

Pour rappel, le STI est un indice qui permet de vérifier la transmission de la parole.

Le tableau 23 est composé des valeurs de Speech Transmission Index que nous avons obtenu.

Cocktail Party						
	avec Prg "habituel" (P1)		avec Prg "MyMusic" (P2)		Différence	
RSB in	OD	OG	OD	OG	OD	OG
-5	0,4373	0,4429	0,398	0,3939	-0,0393	-0,049
0	0,5717	0,5737	0,556	0,5518	-0,016	-0,0219
5	0,7116	0,7131	0,71	0,7073	-0,0016	-0,0058
10	0,8528	0,8547	0,8573	0,8581	0,0045	0,0034

Tableau 23 : Résultats STI entre (P1) et (P2) – Cocktail party – OD et OG

Les histogrammes des figures 66 et 67 représentent en ordonnée les valeurs du STI allant de 0 à 1 et en abscisse les valeurs du Rapport Signal sur Bruit en décibel.

Plus la valeur STI obtenue se rapproche de 1, plus la transmission du message sera de bonne qualité.

Histogramme Oreille Droite :

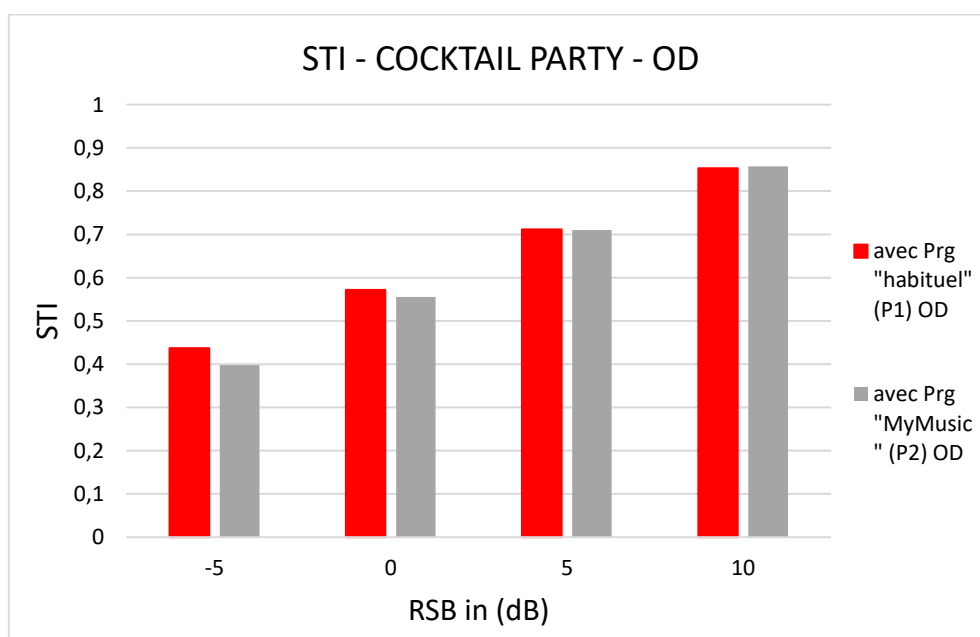


Figure 66 : Représentation des résultats pour le STI – Cocktail party – OD

Histogramme Oreille Gauche :

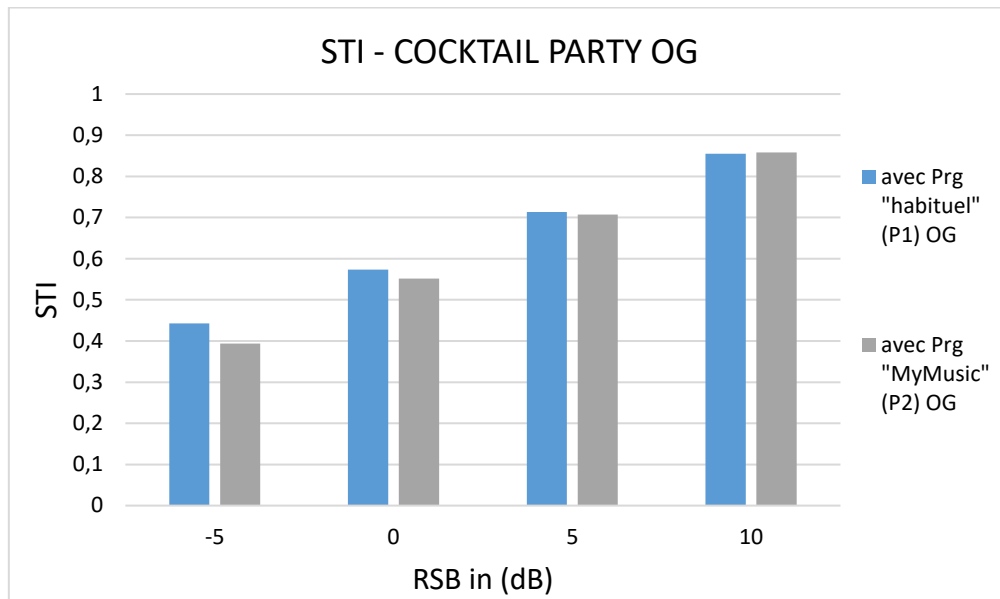


Figure 67 : Représentation des résultats pour le STI – Cocktail party – OG

Comme pour l'indice SII, nous constatons avec les figures 66 et 67 qu'il n'y a pas de plus-values significatives pour l'indice entre le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2) quel que soit le RSB (-5 dB, 0 dB, 5 dB et 10 dB).

Nous allons comparer les performances du programme « MyMusic » et du programme « Habituel » par RSB testé pour les oreilles droite et gauche :

- Pour un RSB de -5 dB -> - 10 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel »,
- Pour un RSB de 0 dB -> - 3,3 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel »,
- Pour un RSB de 5 dB -> - 0,5 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel »,
- Pour un RSB de 10 dB -> + 0,5 % pour le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel ».

Pour les RSB 0 dB, 5 dB et 10 dB, nous n'obtenons pas de différence significative, les indices de transmission de la parole sont quasiment identiques pour les deux programmes.

Cependant, pour un RSB de - 5 dB la perte de transmission de la parole est égale à 10 % pour le programme « MyMusic » alors que l'indice de transmission de la parole est moyen.

Nous pouvons noter que le score le plus élevé a été obtenu pour le RSB de 10 dB, plus les RSB sont importants, plus les scores obtenus pour le STI sont en progression. On note que

pour un RSB de - 5 dB, les scores obtenus tendent vers 0,4 tandis que pour un RSB de 10 dB, les scores tendent vers 0,85. Cela nous indique que la transmission de la parole est de bonne qualité dans un environnement calme et cela pour les deux programmes.

2.8.4.3 The Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI)

Comme évoqué dans la partie théorique de ce mémoire, cet indice nous permet de déterminer la qualité de la musique en sortie d'aides auditives.

Nous allons commenter les résultats obtenus pour chaque style de musique sélectionné. Nous avons étudié la qualité du signal de musique en sortie des aides auditives dans 2 environnements. Le premier est un environnement calme « sans bruit » et le second est un environnement bruyant « avec bruit RSB 0 dB ».

Nous allons présenter pour chaque thème musical les histogrammes des valeurs de HAAQI obtenues pour l'oreille droite (OD) et pour l'oreille gauche (OG) dans un environnement « sans bruit » et « avec bruit RSB 0 dB ».

2.8.4.3.1 Musique Jazz

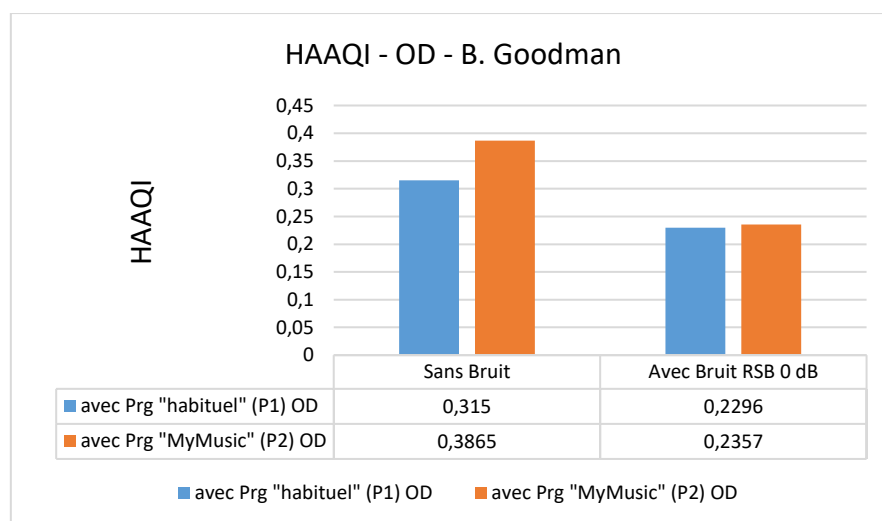


Figure 68 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OD - JAZZ

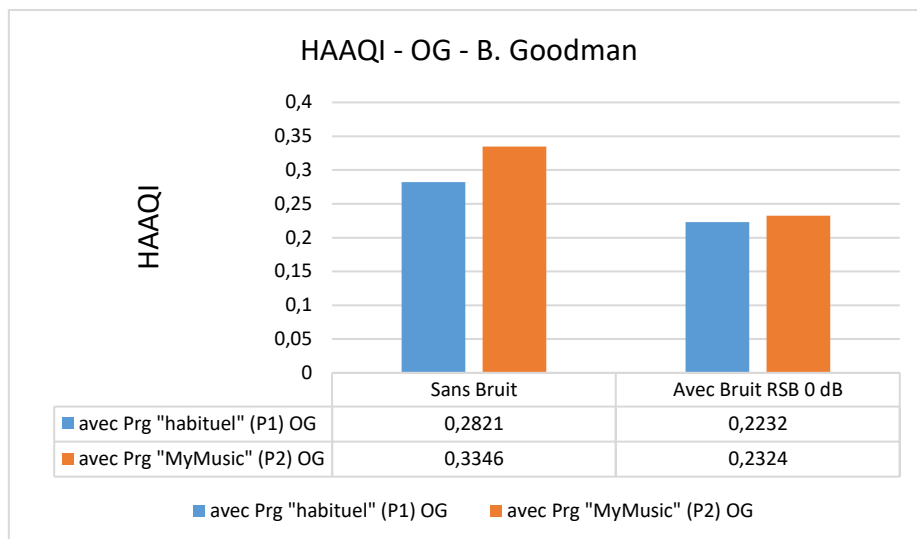


Figure 69 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – JAZZ

Les figures 68 et 69, nous permettent de constater que :

Dans un environnement sans bruit, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 18 % pour l'oreille droite et de 16 % pour l'oreille gauche.

Dans un environnement bruyant, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 3 % pour l'oreille droite et de 4 % pour l'oreille gauche.

Le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel », apporte une meilleure qualité d'écoute du « Jazz », dans un environnement sans bruit plutôt que dans un environnement bruyant.

2.8.4.3.2 Musique Rock

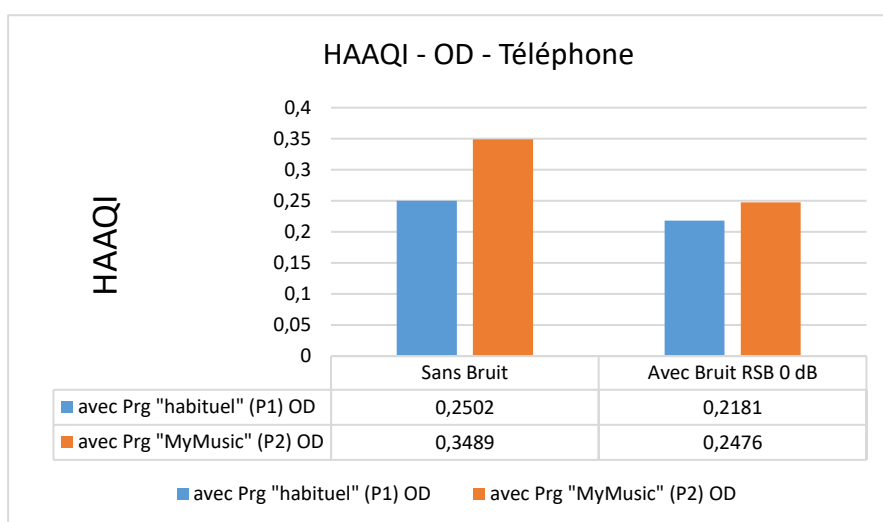


Figure 70 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – ROCK

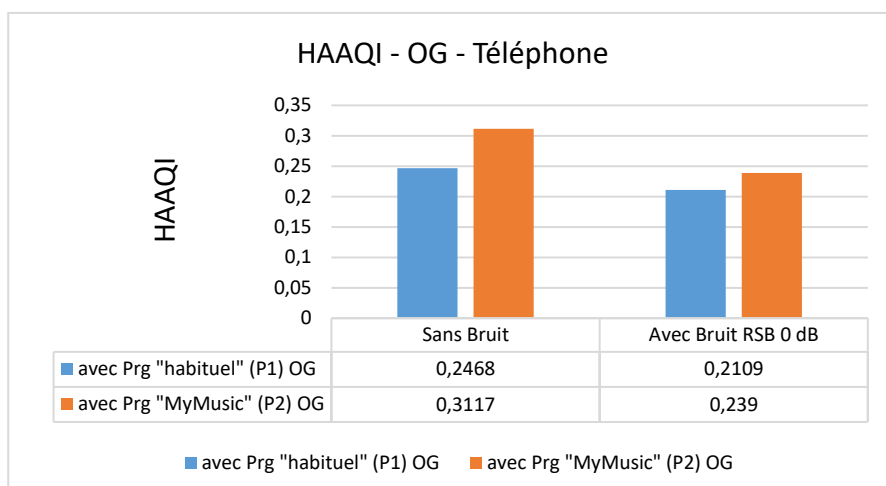


Figure 71 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – ROCK

Avec les figures 70 et 71, nous observons que :

Dans un environnement sans bruit, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 28 % pour l'oreille droite et de 21 % pour l'oreille gauche.

Dans un environnement bruyant, pour l'oreille droite et l'oreille gauche, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 12 %.

Comme pour le « Jazz », le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » apporte une meilleure qualité d'écoute dans un environnement sans bruit plutôt que dans un environnement bruyant.

2.8.4.3.3 Musique Variété française

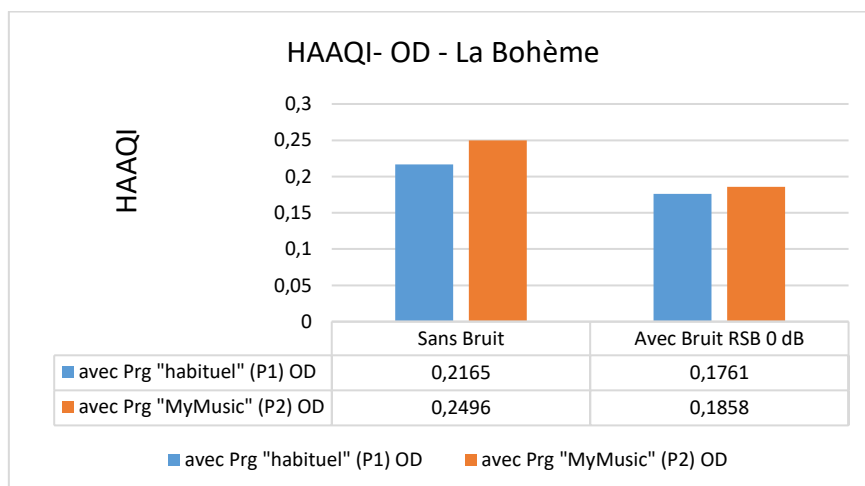


Figure 72 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – VARIETE

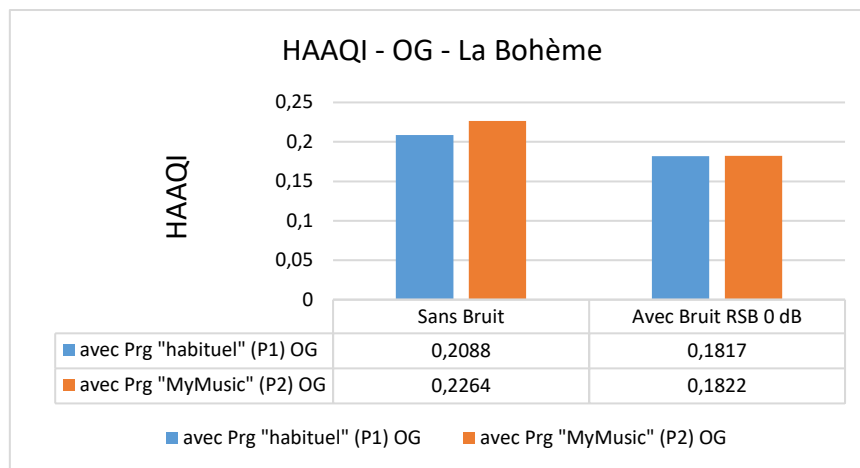


Figure 73 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – VARIETE

Grâce aux figures 72 et 73, nous notons que :

Dans un environnement sans bruit, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 13 % pour l'oreille droite et de 8 % pour l'oreille gauche.

Dans un environnement bruyant, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 5 % pour l'oreille droite et pour l'oreille gauche aucune amélioration (0 %).

Les résultats obtenus, pour la musique de variété française, confirment à nouveau la tendance d'une meilleure qualité d'écoute dans un environnement sans bruit pour le programme « MyMusic ». Dans un environnement bruyant, le programme « MyMusic » n'apporte aucune plus-value par rapport au programme « Habituel ».

2.8.4.3.4 Musique Electro

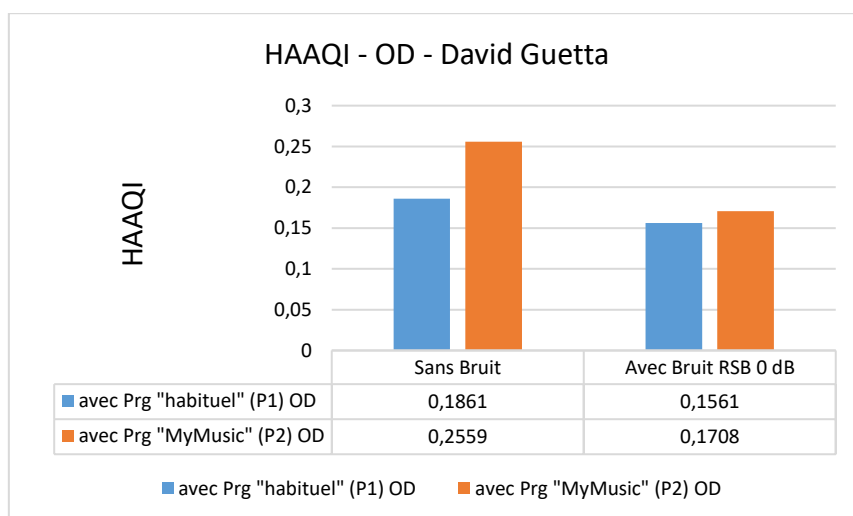


Figure 74 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – ELECTRO

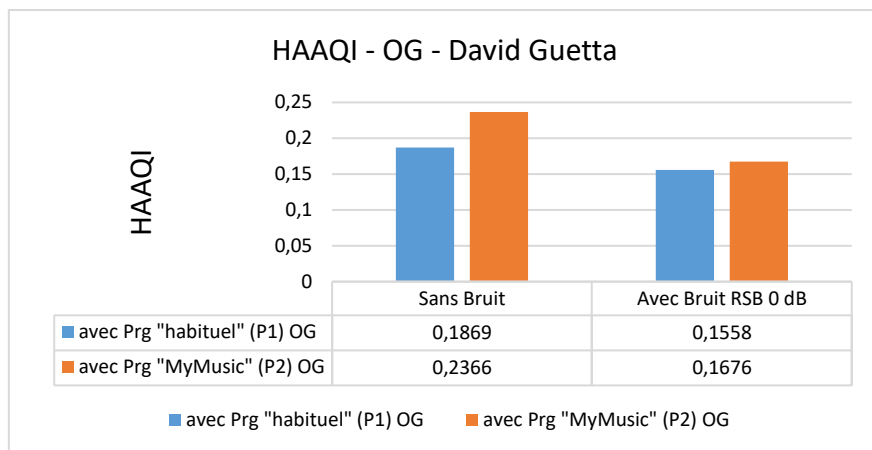


Figure 75 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – ELECTRO

Les figures 74 et 75, nous font remarquer que :

Dans un environnement sans bruit, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 27 % pour l'oreille droite et de 21 % pour l'oreille gauche.

Dans un environnement bruyant, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 9 % pour l'oreille droite et de 7 % pour l'oreille gauche.

Avec la musique électro, les résultats confirment à nouveau la tendance d'une meilleure qualité d'écoute dans un environnement sans bruit avec une hausse moyenne d'environ 24 % pour le programme « MyMusic ». Dans un environnement bruyant le programme « MyMusic » n'a pas de réelle plus-value par rapport au programme « Habituel ».

2.8.4.3.5 Musique Classique

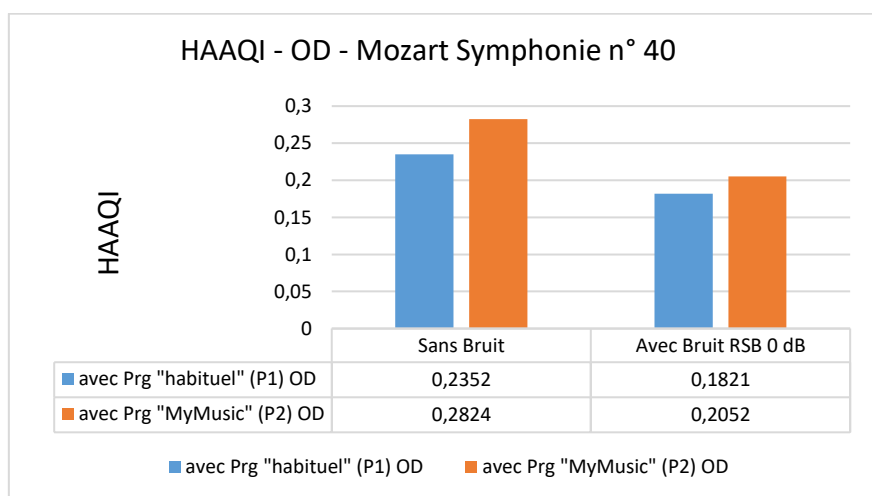


Figure 76 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – MUSIQUE CLASSIQUE

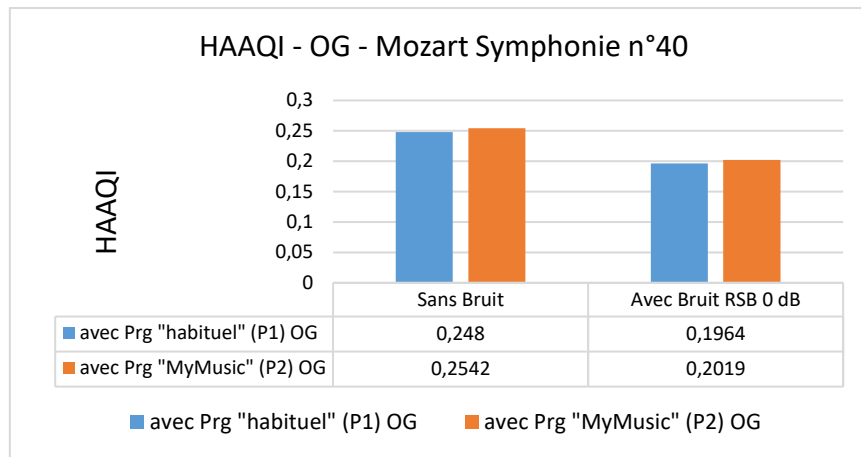


Figure 77 : Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – MUSIQUE CLASSIQUE

A l'aide des figures 76 et 77, nous voyons que :

Dans un environnement sans bruit, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 17 % pour l'oreille droite et de 2 % pour l'oreille gauche.

Dans un environnement bruyant, le programme « MyMusic » par rapport au programme « Habituel » a un indice plus élevé de 11 % pour l'oreille droite et de 3 % pour l'oreille gauche.

2.8.4.4 Conclusion

Pour les différents styles de musique, sauf pour la musique classique, le programme « MyMusic » apporte un gain de qualité d'écoute dans les environnements sans bruit, apport pouvant aller jusqu'à 28 % de plus pour la Musique Rock par rapport au programme « Habituel ».

Cependant, lorsqu'il est dans un environnement bruyant, le programme « MyMusic » ne produit pas une meilleure qualité d'écoute, celle-ci reste légèrement au-dessus du programme « Habituel » voire au même niveau. En ce qui concerne, le programme « MyMusic », ce résultat peut s'expliquer par la désactivation de la fonctionnalité « Transient Noise Management ». La désactivation de cette fonctionnalité fait partie de la méthodologie préconisée par Oticon. [14]

2.9 Discussion

Comme nous l'avons déjà précisé, cette étude a été réalisée par 3 autres élèves de troisième année du D.E. d'audioprothésiste qui ont mené chacun les tests sur leur panel de patients. Nous avons ainsi pu obtenir un panel plus élargi, jusqu'à 66 pour les trois autres étudiants et jusqu'à 89 pour les 4 étudiants confondus.

A présent, nous allons voir si le bilan des tests obtenus avec un panel de sujets plus importants confirme la tendance du bilan des tests obtenus avec un panel de 23 sujets.

2.9.1 Fra-matrix panel élargi 66 patients

Nous allons analyser le panel des 66 patients et non des 89 patients car nous n'avons pas appliqué la même configuration pour le test Fra-matrix. En effet, les autres étudiants ont appliqué la configuration 1 haut-parleur alors que nous avons appliqué la configuration 5 haut-parleurs (configuration type de la cabine audiométrique dans laquelle nous avons effectué nos tests).

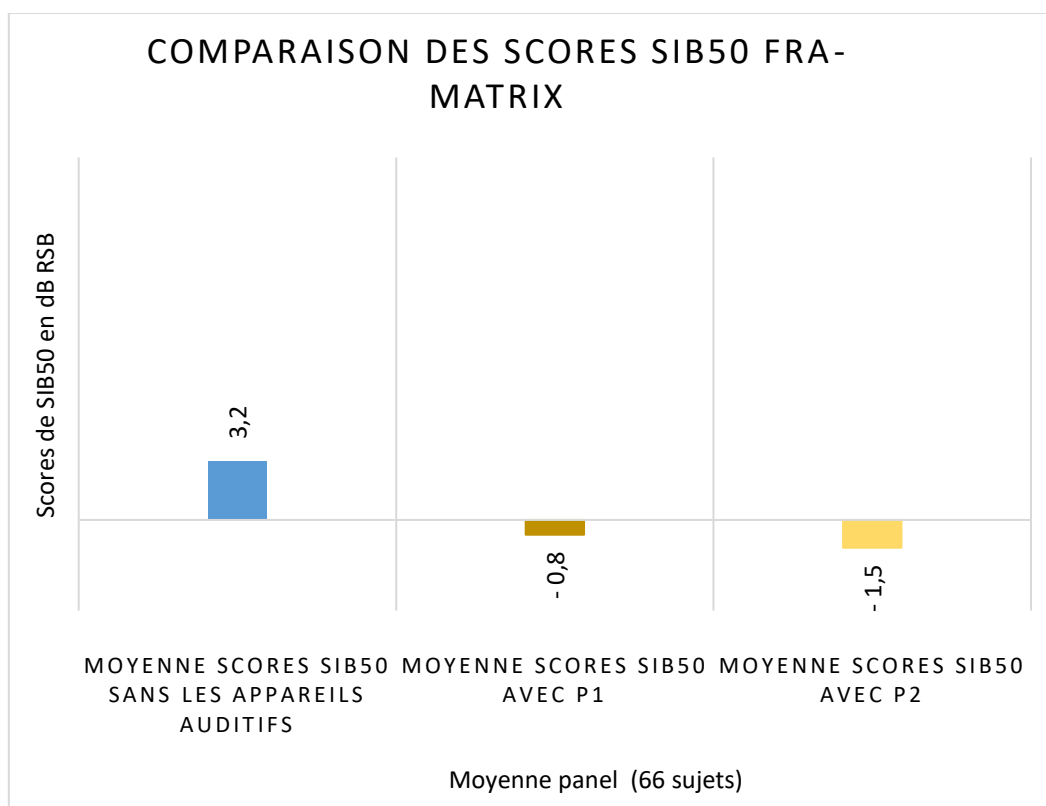


Figure 78 : Représentation de la comparaison des scores obtenus pour le SIB50 Fra-matrix (66 patients)

Grâce à la figure 78, nous constatons une différence de 4 dB RSB entre la moyenne sans les appareils et la moyenne avec le programme « Habituel » (P1) et de 4,7 dB RSB entre la moyenne sans appareils et le programme « MyMusic » (P2). Cela confirme les résultats du panel de 23 sujets, avec un gain prothétique apporté par les appareils auditifs que ce soit avec le programme (P1) ou (P2).

On obtient un score de SIB50 moyen de -0,8 dB RSB pour le programme (P1) (0 dB RSB pour le panel 23 sujets) et un score de SIB50 moyen de -1,5 dB RSB pour le programme (P2) (-0,5 dB pour le panel de 23 sujets).

Par rapport au résultat du score SIB50 sans appareil, le programme « Habituel » et le programme « MyMusic » apportent un réel bénéfice d'environ - 4,7 dB RSB pour le panel de 66 sujets et de - 6 dB RSB pour le panel de 23 sujets. Nous arrivons à la même conclusion que pour le panel de 23 sujets, le programme « MyMusic » est aussi performant que le programme « Habituel » dans des environnements bruyants.

Après chaque tests Fra-Matrix, nous avons soumis aux patients des échelles visuelles analogiques pour noter la fatigue ressentie et l'effort fourni.

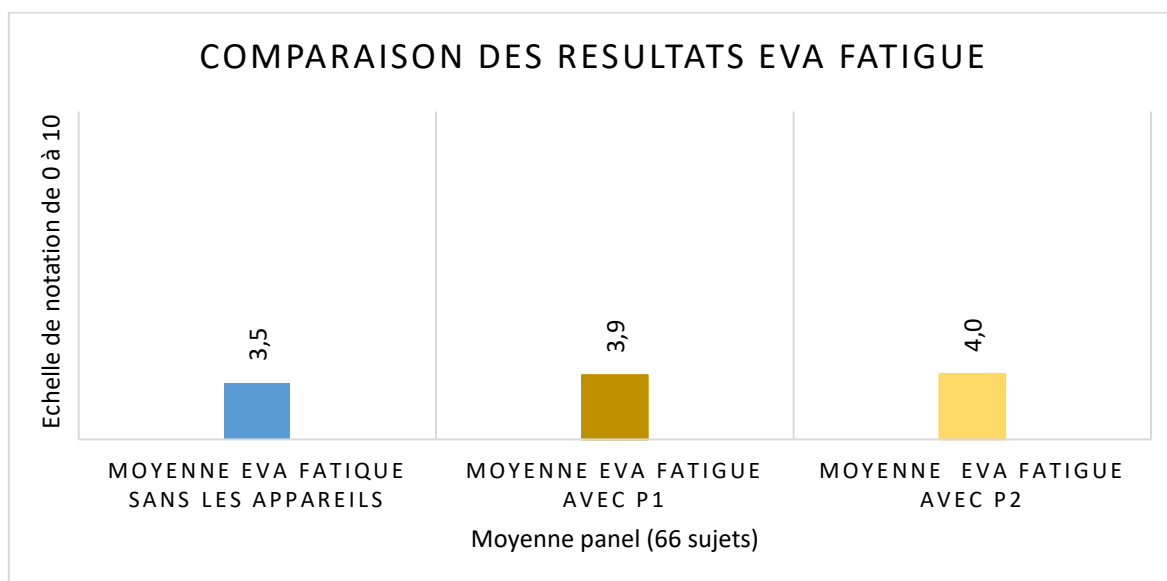


Figure 79 : Représentation de la comparaison des scores obtenus pour l'échelle visuelle analogique « Fatigue » à la suite des tests Fra-matrix (66 patients)

Sur la figure 79, nous pouvons lire les scores de ressenti suivants :

- 3,5 lorsque le patient n'est pas équipé de ses aides auditives,
- 3,9 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec son programme « Habituel » (P1),

- 4,0 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec son programme « MyMusic » (P2).

Nous constatons que la fatigue ressentie est identique entre les programmes (P1) et (P2) avec 0,1 de différence et que le panel ressent moins de fatigue sans les appareils (-0,4/-0,5) par rapport aux programmes (P1) et (P2).

Par contre, pour le panel de 23 sujets, la fatigue ressentie est légèrement plus importante lorsque les patients utilisent le programme « My Music ».

De plus, les scores obtenus avec l'échelle visuelle analogique sont plus élevés pour le panel de 66 sujets par rapport au panel de 23 sujets. Tout de même, pour ces deux panels, nous observons que les différences entre les deux programmes (P1) et (P2) ne sont pas significatives.

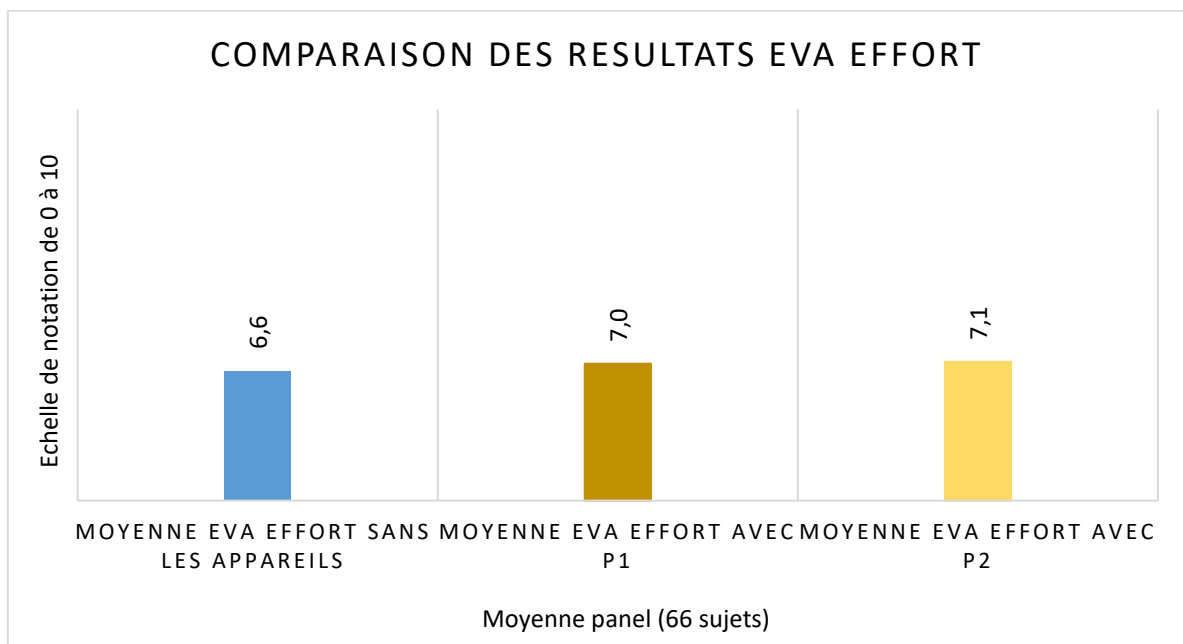


Figure 80 : Représentation de la comparaison des scores obtenus pour l'échelle visuelle analogique « Effort » à la suite des tests Fra-matrix (66 patients)

Nous notons sur la figure 80 les scores de ressenti suivants :

- 6,6 lorsque le patient n'est pas équipé de ses aides auditives,
- 7,0 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec son programme « Habituel » (P1),
- 7,1 lorsque le patient est équipé de ses aides auditives avec son programme « MyMusic » (P2).

Les résultats obtenus pour les programmes (P1) et (P2) sont similaires à 0,1 près, pour le panel 23 sujets, elle est de 0,4. Les efforts fournis lorsqu'ils n'ont pas d'appareils sont de 6,6 soit 0,4/0,5 en moins que pour les programmes (P1) et (P2), pour le panel de 23 sujets la différence est de 0,1/0,3.

Les résultats obtenus sont pratiquement similaires pour le panel de 23 sujets et de 66 sujets avec respectivement une notation de 7,3 / 7,4 / 7,0 pour le panel de 23 sujets et 6,6 / 7 / 7,1 pour le panel de 66 sujets.

Pour conclure :

Les résultats du Fra-Matrix ainsi que les résultats des 2 échelles visuelles analogiques sont semblables pour le panel de 23 et de 66 sujets. Cela confirme globalement notre analyse. Le programme « MyMusic » n'améliore pas la compréhension dans des situations bruyantes par rapport au programme « Habituel ».

Nous allons à présent étudier le questionnaire LAM pour un panel élargi à 89 patients.

2.9.2 LAM panel élargi 89 patients

Partie 3 : Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils			
Questions posées			Numéro
L'écoute de la musique, de chansons m'est ...			1
A l'écoute d'une musique, je peux discerner les différents instruments de musique présents,			2
Lorsque j'écoute une voix chantée, j'ai une préférence pour les voix ...			3
Lorsque j'écoute une chanson, je comprends bien les paroles (dans ma langue maternelle)			4
Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD,,), elle me paraît ...			5
Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD,,), certains passages me semblent trop forts,			6
Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD,,), certains passages me semblent trop faibles,			7
La musique des films me paraît plutôt, par rapport aux dialogues, ,,,			8
Lorsque j'écoute la musique directement dans mes appareils (fonction streaming), elle me paraît, par rapport à l'écoute sans streaming, ,,,			9
Dans un concert en direct, la musique me paraît ,,,			10
Dans un concert en direct, certains passages me semblent <u>trop forts</u>			11
Dans un concert en direct, certains passages me semblent <u>trop faibles</u> , inaudibles			12
Si musicien (ou chanteur), la pratique de mon instrument/du chant m'est...,			13

Tableau 24 : Partie 3 « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils » du questionnaire LAM

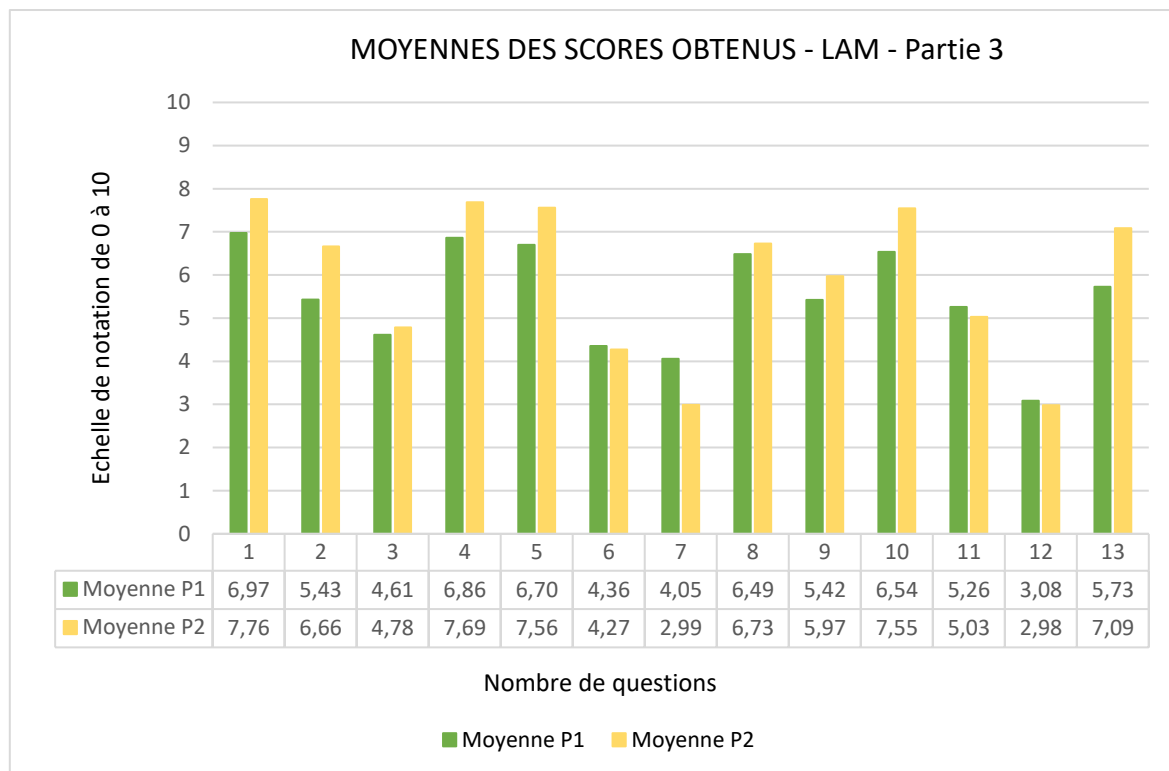


Figure 81 : Représentation des moyennes obtenues pour la partie 3 « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils » avec mon programme « Habituel » (P1) et avec mon programme « MyMusic » (P2) sur un panel élargi de 89 sujets.

Nous allons analyser, comme pour le panel de 23 sujets les questions 1, 2, 7 et 13.

Sur un panel de 89 sujets, nous pouvons constater les points suivants :

Pour la question 1, l'écoute de la musique tend légèrement vers neutre avec le programme « Habituel » mais tend vers très agréable avec le programme « MyMusic » (note moyenne de 7,76). Nous avons obtenu une note moyenne pour le programme « MyMusic » de 8,05 pour le panel de 23 sujets. Les résultats sont pratiquement similaires.

Pour la question 2, les patients peuvent discerner différents instruments présents lorsqu'ils écoutent de la musique et cela souvent avec le programme « MyMusic » (note moyenne de 6,66) alors que le résultat avec le programme « Habituel » tend un peu vers parfois (note moyenne de 5,43). Nous avons obtenu une note moyenne pour le programme « MyMusic » de 6,1 alors que le résultat pour le programme « Habituel » est de 5. Ici aussi, nous pouvons constater que la tendance est quasiment identique pour les deux panels.

Pour la question 7, lorsque le patient écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD), certains passages lui semblent trop faibles, parfois avec le programme « MyMusic » (note moyenne de 2,99) et parfois plus avec le programme « Habituel » (note moyenne de 4,05). Avec le panel de 23 sujets, les résultats par rapport au panel de 89 sujets restent similaires, nous obtenons les résultats suivants : avec le programme « MyMusic » (note moyenne de 3,28) et avec le programme « Habituel » (note moyenne de 4,47).

Pour la question 13, le patient est un musicien ou un chanteur, la pratique de sa discipline tend vers être très agréable (note moyenne de 7,09) avec le programme « MyMusic » (pour le panel de 23 sujets : note moyenne de 7,7) et à la limite de neutre avec le programme « Habituel » avec une note moyenne de 5,73 et pour le panel 23 sujets avec une note moyenne de 4,5. Les panels de 23 sujets et de 89 sujets estiment que le programme « MyMusic » tend souvent vers très agréable.

Pour conclure :

Nous observons que le questionnaire LAM obtient des résultats quasiment identiques pour les deux panels.

L'analyse des tests effectués sur un panel plus important conforte la première tendance des résultats que nous avons pu recueillir lors de notre première analyse (panel de 23 sujets). Les notes données par les patients au questionnaire LAM, confirment que le programme « MyMusic » apporte un bénéfice et confort d'écoute musical à l'utilisateur.

CONCLUSION

La musique fait partie intégrante de la vie des patients, elle procure des effets bénéfiques sur notre esprit et pour notre corps. En effet, la musique peut réduire le stress, l'anxiété, elle agit également sur la douleur et favorise le fonctionnement des fonctions cognitives. C'est pour cette raison que la musique, outre son usage quotidien et pour les loisirs, est également utilisée dans le domaine médical. La perception de celle-ci est donc primordiale mais reste très subjective d'une personne à une autre.

Au travers de ce mémoire, nous avons essayé de déterminer si le programme « MyMusic » du fabricant Oticon permettait d'une part, d'améliorer la qualité d'écoute dans des situations du quotidien et d'offrir d'autre part une bonne qualité de restitution de la musique pour des personnes malentendantes en comparaison avec leur programme « Habituel ».

D'après l'étude clinique menée dans ce mémoire, nous observons que lors d'un usage quotidien du programme « MyMusic » celui-ci apporte peu, voire pas de plus-value en comparaison avec un réglage « Habituel ». En effet, la différence entre les deux programmes au niveau des résultats est peu significative.

Cependant, nous constatons que lors du test « d'écoute musicale », les résultats obtenus sont largement en faveur du programme « MyMusic ». Cela s'est confirmé lors de mes entretiens avec les patients, le son semble « plus lisse » « moins saccadé » « moins artificiel » et ils arrivent même à « détacher la voix du chanteur par rapport à la musique ». Le programme « MyMusic » semble donc tenir ses promesses d'amélioration de la qualité d'écoute de la musique en sortie d'aides auditives.

Pour rappel, les résultats obtenus dans cette partie de l'étude sont tous subjectifs et par conséquent se basent sur le ressenti du patient. Ce ressenti étant différent d'un patient à l'autre nous avons décidé d'objectiver ces résultats en utilisant le mannequin KEMAR de la Faculté de Pharmacie de Nancy.

Nous avons donc réalisé une étude objective avec le mannequin KEMAR pour confirmer ou contester les résultats obtenus de l'étude clinique effectuée avec les patients. Nous constatons une fois encore par le biais des indices SII et STI que dans une situation d'un usage quotidien le programme « MyMusic » n'apporte aucun réel bénéfice quant à son utilisation. Le programme « Habituel » reste parfois plus performant dans des environnements bruyants.

En revanche, nous constatons une discordance entre les résultats obtenus de manière subjective et objective pour le test d'écoute musicale.

Cette divergence peut s'expliquer par plusieurs biais, le premier est le panel restreint de patients testés lors du test « d'écoute musicale » avec uniquement un panel de 5 patients. Le second biais est, comme énoncé précédemment, le caractère subjectif de l'étude, le fait d'annoncer au patient la mise en place d'un programme dédié spécifiquement à l'écoute de la musique a pu exercer une influence sur les attentes de celui-ci et ainsi conditionner le patient à répondre de manière plus favorable lors de la réalisation des tests.

En résumé, lorsque nous comparons l'étude subjective avec les patients et l'étude objective avec le mannequin KEMAR, nous pouvons mettre en avant que le programme « MyMusic » semble avoir des effets bénéfiques auprès des patients pour ce qui concerne l'écoute de la musique. Le programme « MyMusic » assure sa fonction première c'est-à-dire d'offrir une amélioration quant à la perception de la musique en sortie d'aides auditives et un confort d'écoute supplémentaire pour le patient.

Citation :

« Tout est musique. Un tableau, un paysage, un livre, un voyage ne valent que si l'on entend leur musique »

De Jacques de Bourbon Busset



27.4.2023

BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE

- [1] Fontan L., De la mesure de l'intelligibilité à l'évaluation de la compréhension de la parole pathologique en situation de communication. Thèse en vue de l'obtention du Doctorat de l'université de Toulouse, 2012.
- [2] Delerce X., Goble C., Les cahiers de l'Audition, Intelligibilité prédite, intelligibilité perçue, Première partie : le SII (Speech Intelligibility Index) en audioprothèse, n°3, 2013.
- [3] Sniatecki Q-C., Les cahiers de l'Audition – Corrélation des listes cochléaires de Lafon et SII par Aurical, n°4, Juillet/Août 2018.
- [4] Bestel J., Rembaud F., Robier M., Les cahiers de l'Audition, Article : Evaluation de la compréhension en milieu bruyant, partie : Test Fra-Matrix, n° 2, Avril 2022.
- [5] Delerce X., Les cahiers de l'Audition, Article : Mesures objectives d'aides auditives, n°3, Mai/Juin 2022.
- [6] Dr Maillou A., Pr Ducourneau J., Boislève J., Malrin A., Chevret P., Dr Faiz A., Les cahiers de l'Audition, Article : Evaluation objective des performances des aides auditives, n°3, Mai/Juin 2022.
- [7] Del Rio M. et Lasry Y., Les cahiers de l'Audition, Dossier : Audiométrie vocale dans le bruit, n°6, 2015.
- [8] Ferschneider M., Gallego S., Moulin A, HAL open science, Utilisation du Questionnaire d'habilités auditives « Parole, audition spatiale et qualité d'auditiOn » (Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale) (SSQ) en audioprothèse, Dossier : Questionnaire d'habilités auditives 15ISS, 15 janvier 2022.
- [9] Ducourneau J., Généralités sur les sons, Cours de traitement du signal, D.E. d'Audioprothésiste 3^{ème} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2021.
- [10] Bonneau A., La production des sons et le conduit vocal, Cours de Phonétique, D.E. d'Audioprothésiste 3^{ème} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2022/2023.
- [11] Bestel J., Legris E., Rembaud F., Maman T., Galvin J., Article de recherche, Compréhension de la parole dans un bruit diffus et constant chez des auditeurs typiquement entendants et malentendants, 14 septembre 2022.
- [12] Bestel J., Récapitulatif Tests Statistiques, Cours de Statistique D.E., CNAM Paris, 2023.
- [13] Friant-Michel P., Analyse Statistique et tables statistiques, Cours de Statistique, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2023.
- [14] Braendgaard M., Spécialiste produit, Marketing et assistance produit, Oticon Décryptage du concept Oticon MyMusic, Livre blanc programme oticon mymusic, 2021.

- [15] Liénard J-S., HAL opens science, Représentation et estimation de la force de Voix à partir du Spectre Moyen à Long Terme, Septembre 2018.
- [16] Lambourg C., Evaluation de l'intelligibilité de la parole dans les établissements recevant du public sonorisé. Les méthodes normalisées sont-elles adaptées ? La sonorisation des ERP, Acoustique & Technique n°29.
- [17] Dr. Toussaint B. ORL, Institut Louis Mathieu CHU Nancy Brabois, Introduction à la phoniatry, D.E. d'Audioprothèses 3^{ème} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2022/2023.
- [18] LALITTE P., Filigrane N°7 « Aspects acoustique et sensoriel du bruit », page 13, 1^{er} semestre 2008.
- [19] Hoen M., Claire-Léonie Grataloup C-L., Grimault N., Perrin F., Perrot X., Pellegrino F., Meunier F., Collet L., Laboratoire dynamique du Langage UMR5096 CNRS, Université Lumière, Lyon, France, Tomber le masque de l'information : effet cocktail party, masque informationnel et interférences psycholinguistiques en situation de compréhension de la parole dans la parole, Actes des XXVI journées d'études sur la parole, Dinard, juin 2006.
- [20] Bonneau A., Modèle source/filtre, Cour phonétique de 2^{ème} année, D.E. Audioprothésiste, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2017.
- [21] Torcoli M., Kastner T., Herre J., Objective Measures of Perceptual Audio Quality Reviewed: An Evaluation of Their Application Domain Dependence, _IEEE/ACM Transactions on audio, speech, and language, processing, Vol.29, 2021.
- [22] Leclerc A., Université du Québec à Montréal, Mémoire : Le rôle de la vision dans la production de la parole : étude articulatoire et acoustique des voyelles orales du Français Québécois produites par des locuteurs voyants et aveugles, Février 2007.
- [23] N.Bisgaard et al., Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. Trends in amplification, 2010.
- [24] B. Hagerman, Å.Olofsson., A method to measure the effect of noise reduction algorithms using simultaneous speech and noise. Acta Acustica United with Acustica, 90(2), 356-361.
- [25] Legent F., Bordure P., Calais C., Malard O., Chays A., Roland J., Garnier S., Debruille X, « Audiologie pratique / Audiométrie », 3^{ème} édition, édition : Elsevier Masson, 02/2011.
- [26] Site internet « Sciences Humaines », Site web : https://www.scienceshumaines.com/l-effet-cocktail-party_fr_38929.html, Olano M, Article Sciences Humaines n°298, décembre 2017 consulté en août 2023.
- [27] Ducourneau J., Cours de PsychoAcoustique, D.E. d'Audioprothésiste 3^{ème} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2022/2023.
- [28] Kates, J.M., K.H. Arehart, The Hearing-Aid Audio Quality Index (HAAQI), IEEE/ACM Trans Audio Speech Lang Process, Vol 24 (2), 2016, pp 354-365.

- [29] Chasin M, Russo FA. Appareils auditifs et musique. Tendances en matière d'amplification. 2004 ;8 (2) : 35-47.
- [30] John M. Gray, Mise à l'échelle perceptuelle multidimensionnelle des timbres musicaux, J. Acoustique. Soc. Suis. (JASA) Volume 61, numéro 5 (mai 1977)
- [31] Sean E. Olive, Featured Article : The Perception and Measurement of Headphone Sound Quality: What Do Listeners Prefer ? Sean E. Olive, Acoustics Today - 2022
- [32] Site internet « OTICON MYMUSIC : UNE INNOVATION MUSICALE », Site web : https://www.oticon.fr/professionals/blog/2021/oticon_mymusic, 27/12/2021, consulté en juin 2023
- [33] La plasticité cérébrale : une révolution en neurobiologie auteur Catherine Vidal édition Spirale 2012/3 pages 17 à 22.
- [34] A. Moussard, F. Rochette, E. Bigand : La musique comme outil de stimulation cognitive, Revue : l'Année psychologique. 2012 ; Volume 112, pages 499 à 542.
- [35] Laura Ferreri, Article : L'intérêt neuroscientifique pour la musique, Site : Open Edition Journals, Dossier : Musique et éducation : Musique et plasticité cérébrale, Septembre 2017.
- [36] Adbi, Khalessi, Khorsandi, & Gholmi, Article : Introduire la musique comme moyen d'habilitation pour les enfants porteurs d'implants cochléaires, Revue internationale d'Oto-rhyno-laryngologie pédiatrique, 7 juin 2001.

LISTE DES FIGURES et DES TABLEAUX

FIGURES	TITRE	Type
1	Coupe sagittale de l'appareil phonatoire d'un homme adulte (adapté de Kent, 1997, p142) [22]	Image
2	Triangle vocalique [20]	Image
3	Bruit de parole : Signal grande bande filtré / Speech Noise : Signal large bande filtré [9]	Image
4	Représentation temporelle et fréquentielle [9]	Image
5	Densité spectrale d'un bruit blanc [9]	Image
6	Densité spectrale d'un bruit rose [9]	Image
7	Sons sinusoïdaux (harmoniques + fondamentale) [9]	Image
8	Spectre d'un extrait de la Badinerie de J.S. Bach (Audacity).	Image
9	« Visualisation de la fréquence et de l'intensité de la gamme audible humaine avec des graphiques pour les zones de parole et de musique. Image adaptée de Limb (2010) ». (Livre Blanc Oticon « Décryptage du concept Oticon MyMusic ») [14]	Image
10	« Courbes de référence pour différentes configurations d'enceintes et de casques » (Oticon MyMusic : une innovation musicale) [31]	Image
11	« Cible Harman pour écouteur dans l'oreille et pour haut-parleurs placés dans une pièce » (Livre Blanc Oticon « Décryptage du concept Oticon MyMusic ») [14]	Image
12	« Graphique tiré du document technique de 2021 « Decryptage du concept Oticon MyMusic » : Graphique du haut : Sortie de l'aide auditive pour MyMusic d'Oticon et l'ancien programme Musique. Le signal d'entrée est un bruit en forme de musique (IEC 60268-1) présenté à 70 dB SPL. La mesure est effectuée avec une perte auditive plate de 30 dB HL. Graphique du bas : différence de niveau pour les deux mesures » [14]	Image
13	Configuration 1 haut-parleur – Fra-Matrix	Image
14	Configuration 5 haut-parleurs – Fra-Matrix	Image
15	Liste des mots Fra-matrix [11]	Image
16	Emplacement du Kemar au centre des 5 haut-parleurs / plateforme de simulation de la faculté de pharmacie de Nancy [6]	Photo
17	Mannequin de dos au centre des haut-parleurs - Plateforme de simulation auditive à la faculté de pharmacie de Nancy	Photo
18	Représentation de la population étudiée (Homme / Femme)	Graphique
19	Représentation de la moyenne d'âge de la population étudiée	Graphique
20	Représentation de la moyenne des résultats des tests d'audiométries tonales oreilles séparées pour le panel de 23 sujets	Graphique
21	Représentation de la moyenne de l'intelligibilité oreilles séparées du panel de 23 sujets.	Graphique
22	Représentation des différentes gammes d'appareils « More » du fabricant d'Oticon utilisés par le panel de 23 sujets.	Graphique
23	Echelle visuelle analogique utilisée pour l'item 2 de la première sous-échelle « Speech » [8]	Image
24	Questionnaire « 15ISSQ » utilisé pour l'étude [8]	Image
25	Les paramètres du test Fra-Matrix	Image
26	Configuration 5 haut-parleurs – Fra-Matrix	Image
27	Tête artificielle KEMAR de la Faculté de Pharmacie de Nancy (Photo 1 et 2)	Photos
28	Représentation de l'audiogramme tonal implémenté dans les appareils auditifs Oticon	Graphique
29	Représentation de l'Audiométrie tonale en champ libre sans les AA et gain prothétique avec les AA pour le programme (P1) et (P2)	Graphique
30	Représentation des moyennes obtenues d'Audiométrie vocale en champ libre sans appareils et gain prothétique vocal avec appareils pour (P1) et (P2) pour un panel de 23 sujets	Graphique
31	Représentation de la comparaison des moyennes des scores SIB50 – Fra-matrix	Graphique
32	Représentation de la moyenne des scores de SIB50 sans les appareils	Graphique
33	Représentation de la moyenne des scores de SIB50 avec le programme « Habituel » (P1)	Graphique
34	Représentation de la moyenne des scores de SIB50 avec le programme « MyMusic » (P2)	Graphique
35	Graphique de la distribution – Score de SIB50 avec (P1) □	Graphique
36	Graphique de la distribution – Score de SIB50 avec (P2) □	Graphique
37	Boîtes à moustache représentant les scores de SIB50 obtenus avec le programme « Habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2)	Graphique
38	Représentation et comparaison des résultats EVA effort sur le panel de 23 sujets	Graphique
39	Graphique de la distribution - Scores EVA « effort » avec (P1)	Graphique
40	Graphique de la distribution - Scores EVA « effort » avec (P2)	Graphique
41	Boîtes à moustache représentant les scores EVA « effort » obtenus avec le programme « habituel » (P1) et le programme « MyMusic » (P2)	Graphique
42	Représentation et comparaison des résultats EVA fatigue sur le panel de 23 sujets	Graphique
43	Graphique de la distribution - Scores EVA « fatigue » avec (P1)	Graphique
44	Graphique de la distribution - Scores EVA « fatigue » avec (P2)	Graphique
45	Boîtes à moustache représentant les scores EVA « fatigue » obtenus avec le programme	Graphique
46	Représentation des résultats du questionnaire « 15ISSQ », avec une moyenne par thème : Speech, Spatial, Qualities.	Graphique
47	Représentation des résultats du questionnaire « 15ISSQ », avec une moyenne par thème et par question : Speech, Spatial, Qualities.	Graphique

FIGURES	TITRE	Type
48	Représentation des résultats obtenus pour la partie 3 du questionnaire LAM « perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils »	Graphique
49	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 1 avec (P1)	Graphique
50	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 1 avec (P2)	Graphique
51	Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 1 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »	Graphique
52	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 2 avec (P1)	Graphique
53	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 2 avec (P2)	Graphique
54	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 7 avec (P1)	Graphique
55	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 7 avec (P2)	Graphique
56	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 13 avec (P1)	Graphique
57	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 - question 13 avec (P2)	Graphique
58	Représentation du résultat de l'accès au test d'écoute Musicale si validation des deux questions.	Graphique
59	Représentation de la population accédant au test d'écoute musicale.	Graphique
60	Echelle visuelle analogique de la qualité sonore	image
61	Histogramme représentant les moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Qualité sonore" appliqué aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).	Graphique
62	Echelle visuelle analogique de l'effort d'écoute	image
63	Histogramme représentant les moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Qualité sonore" appliqué aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).	Graphique
64	Représentation des résultats pour le SII – Cocktail party – OD	Graphique
65	Représentation des résultats pour le SII – Cocktail party – OG	Graphique
66	Représentation des résultats pour le STI – Cocktail party – OD	Graphique
67	Représentation des résultats pour le STI – Cocktail party – OG	Graphique
68	Histogramme des valeurs de HAAQI – OD - JAZZ	Graphique
69	Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – JAZZ	Graphique
70	Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – ROCK	Graphique
71	Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – ROCK	Graphique
72	Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – VARIETE	Graphique
73	Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – VARIETE	Graphique
74	Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – ELECTRO	Graphique
75	Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – ELECTRO	Graphique
76	Histogramme des valeurs de HAAQI – OD – MUSIQUE CLASSIQUE	Graphique
77	Histogramme des valeurs de HAAQI – OG – MUSIQUE CLASSIQUE	Graphique
78	Représentation de la comparaison des scores obtenus pour le SIB50 Fra-matrix (66 patients)	Graphique
79	Représentation de la comparaison des scores obtenus pour l'échelle visuelle analogique « Fatigue » à la suite des tests Fra-matrix (66 patients)	Graphique
80	Représentation de la comparaison des scores obtenus pour l'échelle visuelle analogique « Effort » à la suite des tests Fra-matrix (66 patients)	Graphique
81	Représentation des moyennes obtenues pour la partie 3 « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils » avec mon programme « Habituel » (P1) et avec mon programme « MyMusic » (P2) sur un panel élargi de 89 sujets.	Graphique
Annexe 5		
1A	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 – question 2 avec (P1)	Graphique
2A	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 – question 2 avec (P2)	Graphique
3A	Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 2 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »	Graphique
4A	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 – question 7 avec (P1)	Graphique
5A	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 – question 7 avec (P2)	Graphique
6A	Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 7 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »	Graphique
7A	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 – question 13 avec (P1)	Graphique
8A	Graphique de la distribution - LAM Partie 3 – question 13 avec (P2)	Graphique
9A	Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 13 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »	Graphique

TABLEAUX	TITRE	Type
1	Test statistique de normalité (Shapiro-Wilk) – scores SIB50 Fra-matrix	Tableau
2	Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – scores SIB50 Fra-matrix	Tableau
3	Résultats des moyennes EVA « effort » sans les appareils, avec (P1) et (P2) par sujets	Tableau
4	Test de normalité (Shapiro-Wilk) – EVA « effort » (P1) et (P2)	Tableau
5	Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – EVA « effort » (P1) et (P2)	Tableau
6	Résultats des moyennes EVA fatigue sans les appareils, avec (P1) et (P2) par sujets	Tableau
7	Test de normalité (Shapiro-Wilk) – EVA fatigue	Tableau
8	Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – EVA fatigue	
9	Questions de la partie 1 « Speech » du questionnaire « 15ISSQ » [8]	Tableau
10	Moyennes des résultats obtenus aux questions de la partie 1 « Speech »	Tableau
11	Questions de la partie 2 « Spatial » du questionnaire « 15ISSQ » [8]	Tableau
12	Moyennes des résultats obtenus aux questions de la partie 2 « Spatial »	Tableau
13	Questions de la partie 3 « Qualities » du questionnaire « 15ISSQ » [8]	Tableau
14	Moyennes des résultats obtenus aux questions de la partie 3 « Qualities »	Tableau
15	Récapitulatif des moyennes obtenues aux questions de la partie 1 « Aptitude, formation et exposition musicales » du questionnaire LAM	Tableau
16	Récapitulatif des moyennes obtenues aux questions de la partie 2 « La musique et la chanson dans ma vie quotidienne » du questionnaire LAM	Tableau
17	Récapitulatif des moyennes obtenues aux questions de la partie 3 « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils » du questionnaire LAM	Tableau
18	Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 1	Tableau
19	Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – LAM Partie 3 – Question 1	
20	Tableau récapitulatif des moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Qualité sonore" appliquée aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).	Tableau
21	Tableau récapitulatif des moyennes obtenues avec l'échelle visuelle analogique "Effort d'écoute" appliqué aux cinq styles de musique pour le programme (P1) et (P2). Et mise en évidence de la différence de gain en qualité sonore entre le programme (P1) et (P2).	Tableau
22	Résultats SII entre (P1) et (P2) – Cocktail party – OD et OG	Tableau
23	Résultats STI entre (P1) et (P2) – Cocktail party – OD et OG	Tableau
24	Partie 3 « Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils » du questionnaire LAM	Tableau
ANNEXE 5		
1A	Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 2	Tableau
2A	Test t à deux échantillons appariés – LAM Partie 3 – question 2 avec (P1) et (P2)	Tableau
3A	Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 7	Tableau
4A	Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – LAM Partie 3 – question 7 avec (P1) et (P2)	Tableau
5A	Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 13	Tableau
6A	Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – LAM Partie 3 – question 13 avec (P1) et (P2)	Tableau

ANNEXE 1 : PROTOCOLE MEMOIRES « MUSIQUE »



Déroulé de l'étude

- L'étude comprend **deux sessions en présentiel**
- **Première session au centre (J0) :**
 - Remettre la lettre d'information au patient, recueillir son accord oral pour participer.
 - Si l'AT aux inserts date de moins de 3 mois, ne pas la refaire. Sinon, la faire.
 - Idem pour l'AV aux inserts. **Mesurer le SRT si pas fait** (Listes cochléaires de Lafon, scorées en nb de phonèmes corrects)
 - Faire passer deux listes du FraMatrix de 20 phrases chacune, oreilles nues.
 - Après chaque liste de 20 phrases, faire remplir une EVA d'effort et une EVA sur la fatigue (EVA fournies)
 - Ajuster si besoin le programme de routine de la personne (P1), comme lors d'un contrôle habituel, et créer le programme « Musique », qu'on nomme P2 (MyMusic chez Oticon)
 - Optionnel : mesurer la réponse REM avec chacun de ces deux programmes.
 - Récupérer la première partie du questionnaire LAM, répondre aux questions du sujet s'il en a.
 - Remettre au patient le questionnaire LAM, ainsi que le questionnaire SSQ15
 - Instructions avant le prochaine rv : écouter de la musique en essayant régulièrement les deux programmes, attendre au moins de 2 semaines pour répondre aux questionnaires, qui seront rapportés à la session suivante.



Critères d'inclusion et d'exclusion

- Critères d'inclusion
 - Adultes appareillés depuis plus de 3 mois
 - Type et degré de surdité : tout-venant
 - Appareillage bilatéral en aérien
- Critères d'exclusion :
 - Surdités unilatérales
 - Sujets appareillés en Bi-CROS ou BAHA
 - Acouphènes invalidants
 - Trouble cognitif (non mesuré, à l'appréciation de l'audioprothésiste)
 - Sujets non francophones

3



Déroulé (suite)

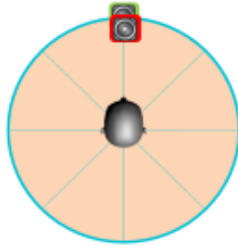
- **Deuxième session (J21) :**
 - Doit avoir lieu environ 3 semaines après J0
 - Récupérer les deux questionnaires remplis, et passer en revue avec le sujet ses questions éventuelles
 - Lire le DataLogging
 - Si ces tests n'ont pas été faits : gain tonal et gain vocal (CL, HP frontal). Listes cochléaires de Lafon, scorées en nb de phonèmes corrects.
 - FraMatrix avec appareils : 3 listes de 20 phrases
 - 1 liste avec P1 ou P2 tiré au sort
 - 1 liste avec P1
 - 1 liste avec P2
 - EVA après chaque liste
 - Question : gains tonal et vocal avec P1 ET P2 ? Ou c'est trop ??
 - Remarque : si possible : tester en aveugle P1 et P2 lors du FraMatrix, c'est mieux (mais nécessite deux personnes pour que l'une choisisse le programme et l'autre administre le test...)

4

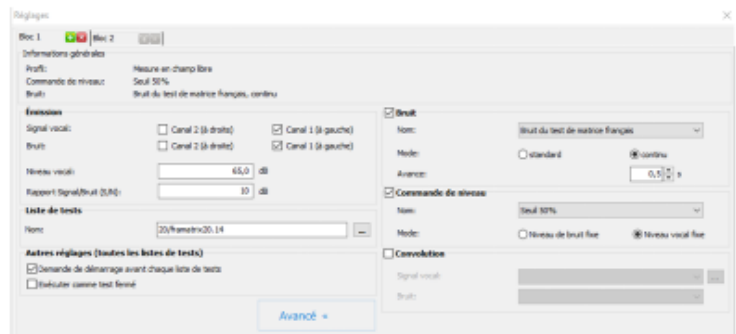


Administration du FraMatrix

- En bruit direct : voix et bruit sur même HP frontal (canal 1 ou 2 selon la configuration dans votre centre)



- Bruit stationnaire, en continu
- Niveau de la voix fixe, à 65 dB
- Démarrage à + 10 dB de RSB
- Recherche du SIB50%



5



Divers

- Aides auditives : Bernafon et Oticon
- Chacun a son programme musique. Ce programme ne doit pas être changé par rapport à la reco du logiciel de réglage.
- Méthodologie d'appareillage laissée à la discrétion du maître de stage (pratiques habituelles). La préciser dans la feuille de saisie (ex : NAL-NL2)
- Laisser l'accès au volume (appli ou bouton)

6

ANNEXE 2 : LETTRE EXPLICATIVE REMISE AUX PATIENTS

Mémoire « Musique »

Madame, Monsieur,

Toujours désireux d'améliorer les connaissances sur la prise en charge des patients, Audilab œuvre dans la recherche scientifique et souhaiterait, à ce titre, votre participation. Cette recherche résulte d'une collaboration entre le Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Dr Annie Moulin, chercheure au CNRS) et votre centre d'audioprothèse Audilab. Elle a pour but d'étudier, à l'aide de questionnaires et de tests d'audition, le bénéfice ressenti vis-à-vis de l'appareillage auditif, en particulier vis-à-vis de l'écoute de musiques, de chansons ou d'émissions de variétés.

Cette recherche débute par une phase préliminaire, dans le cadre de 4 mémoires d'étudiants en 3e année d'école d'audioprothèse. Votre centre de suivi participe à cette recherche.

Vous êtes libre d'accepter ou de vous opposer au traitement de vos données dans le cadre de cette étude, votre participation est facultative.

Cette étude observationnelle ne représente aucune contrainte pour vous et ne modifie en rien ni votre relation, ni votre prise en charge par votre audioprothésiste.

Avant de prendre votre décision, il est important que vous preniez le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Déroulement de l'étude

L'objectif principal de l'étude est de comparer vos réglages « standards » réalisés par votre audioprothésiste référant avec le programme « My Musique » de chez Oticon. Pour se faire, nous réaliserons différents tests (objectif et subjectif) et nous vous fournirons différents questionnaires à compléter tout au long de l'étude.

L'étude se déroule sur une durée de 3 semaines durant lesquelles 3 rendez-vous seront programmés.

Dans un premier temps, lors du premier rendez-vous, nous réaliserons l'ensemble des tests oreilles nues et nous procéderons à l'injection du programme « My Musique ». Une fois le rendez-vous terminé, vous partirez pour une période de deux semaines durant laquelle il est essentiel d'utiliser le plus possible le programme « My Musique ».

Dans un second temps, nous nous reverrons lors d'un rendez-vous intermédiaire pour répondre à vos éventuelles questions, procéder à la réalisation de tests complémentaires et également vérifier le bon déroulement de l'étude.

Pour finir, nous nous reverrons une dernière fois pour le rendez-vous de fin d'étude. Durant ce rendez-vous nous finirons la phase de tests. La réalisation de l'ensemble des tests de cette étude me permettra de recueillir des données comparatives entre un programme « standard » et le programme « My Musique ».

Nature de données à caractère personnel collectées

Le réseau Audilab vous informe que dans le cadre cette étude observationnelle, des données démographiques et relatives à votre audition, ainsi que certaines données administratives d'identification strictement nécessaires à la conduite de l'étude seront collectées.

Les données enregistrées feront l'objet d'un traitement informatisé sous la responsabilité du réseau Audilab :

GIE Audilab Ressources

31 rue Fabienne Landy - 37700 Saint-Pierre-Des-Corps

Contact : Julie BESTEL

Email : j.bestel@audilab.fr

Ce traitement informatisé est nécessaire à des fins de recherche scientifique et statistique.

Modalités du traitement et destinataires des données à caractère personnel

Seuls les professionnels de santé intervenant dans l'étude, les personnes responsables du contrôle et de l'assurance qualité, le personnel d'autorités sanitaires et d'autorités publiques de contrôle légalement habilités auront accès aux données de santé nominatives. A l'exception de ces personnes, qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret médical, votre anonymat sera préservé. Votre audioprothésiste vous identifiera dans l'étude au moyen d'un code numérique ne permettant pas de découvrir votre identité (données pseudo-anonymisées).

Conservation des données à caractère personnel

La base de données contenant vos données à caractère personnel ne sera conservée dans le système d'information sous la responsabilité du Responsable de traitement que jusqu'à deux ans après la dernière publication des résultats de la recherche, ou en cas d'absence de publication, jusqu'à la signature du rapport final de la recherche. Elles feront ensuite l'objet d'un archivage sur support informatique pour une durée de vingt ans maximum ou pour une durée conforme à la réglementation en vigueur.

Par ailleurs aucun transfert de données à caractère personnel n'est prévu vers un pays tiers ou à une organisation internationale.

Vos droits :

Si vous acceptez de participer à cette étude vous bénéficiez à tout moment, des droits suivants :

- le droit d'accès aux données à caractère personnel vous concernant ;
- le droit de rectification, la mise à jour des données à caractère personnel vous concernant ;
- le droit à l'effacement des données à caractère personnel vous concernant ;
- le droit de demander une limitation du traitement vous concernant ;

- le droit de s'opposer, au traitement des données à caractère personnel vous concernant, sans avoir à vous justifier ;
- le droit de portabilité de vos données dans les conditions prévues par la loi;
- le droit d'introduire une réclamation auprès de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL).

Vous pourrez obtenir toute information complémentaire au sujet de l'étude auprès de votre audioprothésiste avant de pouvoir lui donner votre décision. Si vous êtes opposée à la collecte de vos données dans les conditions expliquées dans ce document vous ne participerez pas à cette étude.

Enfin, conformément à l'article L1122-1 du code de la santé publique, si vous acceptez de participer à cette étude vous pourrez être informé(e) des résultats globaux de cette étude sur demande auprès du réseau Audilab.

En vous remerciant de votre attention et de votre coopération.

ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE LOISIRS AUDITIFS ET MUSICAUX (LAM)

Questionnaire Loisirs Auditifs et Musicaux

Ce questionnaire concerne **vos expériences musicales au sens large**. Le terme « écoute de musique » englobe aussi bien les chansons, les émissions de variété, les comptines chantées par vos enfants/petits-enfants, les musiques de film, les musiques de tous genres, les musiques sur lesquelles vous pouvez danser par exemple ou les musiques que vous pouvez entendre dans la rue. Ce questionnaire n'est pas réservé aux musiciens professionnels ou amateurs éclairés.

Les questions sont présentées dans le panneau de gauche, et il vous est demandé de **donner une réponse sur l'échelle de 0 à 10** présentée à droite. Vous pouvez utiliser toutes les graduations de 0 à 10.

Ecouter de la musique est, pour moi ...	<table><tr><td>Très désagréable</td><td>Très agréable</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table>	Très désagréable	Très agréable	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Très désagréable	Très agréable													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

Lorsqu'il est possible que vous ne rencontriez pas la situation décrite par la question, vous pouvez choisir la réponse **NA (non applicable)**. Par exemple, pour la question ci-dessous, si vous ne disposez pas de la fonction « streaming » sur vos aides auditives, vous pouvez cocher la case « NA ».

La musique transmise directement dans mes appareils (fonction streaming) m'est	<table><tr><td>Très désagréable</td><td>Très agréable</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> NA ☐	Très désagréable	Très agréable	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Très désagréable	Très agréable													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

Merci pour votre participation !

Partie 1 : Aptitudes, formation et exposition musicales

1.1. Lorsque j'étais enfant, on chantait et/ou écoutait de la musique autour de moi ...	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.2. Avant ma perte d'audition, je chantais, fredonnais ou sifflais des airs/chansons connus	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.3. Avant ma perte d'audition, mon entourage me disait que je chantais...	Totalement faux Je faisais quelques fausses notes Parfaitement juste 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 NA ☐
1.4 Je pense avoir (...) aptitudes musicales :	Aucune Quelques de bonnes d'excellentes 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.5 Mon éducation musicale a été sous forme de :	Inexistante Cours à l'école, au collège Cours particuliers Ecole de musique Conservatoire 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.6 Mon éducation musicale a duré.....	Moins d'un an 5 ans Plus de 10 ans 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 NA ☐
1.7 Je me considère comme un(e) musicien(ne)/ chanteur(se) :	Pas du tout un peu, amateur Bon amateur Semi-professionnel professionnel 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.8 Je me suis investi(e) dans une pratique régulière, quotidienne ou presque, d'un instrument de musique ou du chant pendant ...	Moins d'un an 5 ans Plus de 10 ans 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Merci de préciser quel(s) instrument(s) _____ NA ☐ _____ ou chant

Page 2/6

Moulin, Ferschneider, LAM, V3.2 AA 26/09/2022
Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon

Partie 2. La musique et les chansons dans ma vie quotidienne

2.1. Si je m'ennuie, j'écoute de la musique pour passer le temps.	Jamais Une fois/semaine Plus d'une fois/jour 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.2. J'écoute de la musique lorsque je fais certaines tâches (cuisine, ménage, bricolage, travail, ...)	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.3. Lorsque je suis seul ou avec mes proches, il m'arrive de chanter, fredonner ou siffloter.	Jamais Une fois/semaine Plus d'une fois/jour 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.4. J'arrête ce que je fais pour écouter la musique qui est jouée.	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.5. J'écoute en général de la musique (TV, radio, CD, concerts) en moyenne	Moins de 1 fois/mois 1 heure/semaine 1 heure/jour Plus de 6h/jour 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.6. J'ai des activités sociales autour de la musique (chorale, concert, danse, musique amateur)	Moins d'une fois par an 1 fois par mois 1 fois par semaine 1 fois et plus par jour 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.7. Je dépense de l'argent pour acheter des enregistrements, CD, assister à des concerts, ...	Jamais 5 fois par an 10 fois et plus par an 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.8. En termes de style (rock, Jazz, classique, variété, pop, opéra...) mes goûts musicaux sont :	Peu variés (un seul style) Variés (4 styles) Très variés (plus de 6 styles différents) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.9. J'aime me détendre en écoutant de la musique.	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2.10. Je ressens des émotions (tristesse ou joie) lorsque j'écoute de la musique.	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.11. Je suis content, enthousiaste à l'idée d'entendre la musique que j'aime.	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.12. Je bouge mon corps au rythme de la musique (en dansant, tapant du pied, ou en bougeant la tête...)	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.13. Lorsque j'écoute de la musique familière, je me rappelle des événements de mon passé.	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.14. Lorsque j'écoute de la musique trop longtemps, j'apprécie le silence lorsque j'arrête la musique.	Jamais Parfois Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.15 Lorsque j'écoute de la musique, je porte mes appareils auditifs ...	Jamais Parfois La moitié du temps Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.16 J'utilise la boucle d'induction magnétique	Jamais Parfois La moitié du temps Souvent Toujours, chaque fois que c'est possible 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 NA ☐
2.17 J'utilise la fonction streaming bluetooth pour écouter de la musique directement dans mes appareils.	Jamais Parfois La moitié du temps Souvent Toujours, chaque fois que c'est possible 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 NA ☐
2.18. Lorsque j'écoute de la musique, j'utilise le programme "musique" de mes appareils.	Jamais Parfois La moitié du temps Souvent Toujours 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 NA ☐

Partie 3. Perception de la musique et des variétés, lorsque j'utilise mes appareils

	Avec mon programme habituel	Avec mon programme "Musique"
3.1. L'écoute de la musique, de chansons m'est ...		
3.2. A l'écoute d'une musique, je peux discerner les différents instruments de musique présents		
3.3. Lorsque j'écoute une voix chantée, j'ai une préférence pour les voix...		
3.4. Lorsque j'écoute une chanson, je comprends bien les paroles (dans ma langue maternelle)		
3.5. Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD...), elle me paraît...		
3.6. Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD...), certains passages me semblent <u>trop forts</u> .		
3.7. Lorsque j'écoute de la musique enregistrée (radio, TV, CD...), certains passages me semblent <u>trop faibles</u> .		

Page 5/6

Moulin, Ferschneider, IAM, V3.2 AA 26/09/2022, Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon

	Avec mon programme habituel	Avec mon programme "Musique"
3.8. La musique des films me paraît plutôt, par rapport aux dialogues..		
3.9. Lorsque j'écoute la musique <u>directement dans mes appareils (fonction streaming)</u> , elle me paraît, par rapport à l'écoute sans streaming,		
3.10. Dans un concert en direct, la musique me paraît ...		
3.11. Dans un concert en direct, certains passages me semblent <u>trop forts</u>		
3.12. Dans un concert en direct, certains passages me semblent <u>trop faibles</u> , inaudibles		
3.13. Si musicien (ou chanteur), la pratique de mon instrument/du chant m'est....		

Merci pour votre participation!

Page 6/6

Moulin, Ferschneider, IAM, V3.2 AA 26/09/2022, Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon

ANNEXE 4 : LIVRE BLANC « MyMusic »

DOCUMENT TECH
2021

Décryptage du concept Oticon MyMusic

RÉSUMÉ

Les caractéristiques différentes entre la parole et la musique font qu'il n'est pas optimal d'écouter de la musique avec un programme d'aide auditive dédié à la compréhension de la parole. MyMusic d'Oticon est un programme d'aide auditive dédié à l'écoute de la musique, que la musique soit jouée dans l'environnement ou diffusée directement dans les aides auditives. Le développement de MyMusic d'Oticon est basé sur des recherches externes sur les courbes de référence pour différentes configurations d'enceintes et de casques utilisés pour l'écoute de la musique, et sur des recherches sur l'écoute de la musique avec des aides auditives. Le résultat est un programme musical entièrement nouveau avec un schéma de compression unique et des paramètres standards optimisés pour l'écoute de la musique. L'expérience d'écoute utilisant le programme musical a été testée sur des auditeurs malentendants pour s'assurer de fournir une expérience d'écoute musicale exceptionnelle.

- 02 | Différences entre la musique et la parole
- 02 | Courbes de référence pour une meilleure écoute de la musique
- 03 | Oticon MyMusic
- 06 | Test
- 07 | Références

RÉDACTEUR DU NUMÉRO



Mette Brændgaard, MA
Spécialiste produit,
Marketing et assistance
produit, Oticon A/S

oticon
life-changing technology

Aucune des courbes de référence en champ libre ou en champ libre diffus ne fonctionnait de manière optimale. Une nouvelle idée a donc été proposée par Sean Olive, actuellement Senior Fellow chez Harman International.

L'hypothèse proposée par Olive était qu'aucune des méthodes de mesure précédentes ne fournissait une courbe de référence optimale. Il a émis l'hypothèse que cela était dû au fait que les configurations existantes ne ressemblaient pas suffisamment à celles de la vie quotidienne ou à l'environnement dans lequel la musique était créée. Il a donc effectué des mesures dans une salle d'écoute avec une réverbération « normale », plus proche de ce que l'on peut voir dans une salle de production musicale. La réponse en fréquence a été mesurée à l'aide d'une tête artificielle et de sons diffusés par des haut-parleurs. Une telle salle fournit un léger renforcement des sons à basse fréquence en raison de la réverbération absente des sons à haute fréquence. Pour savoir si la courbe de réponse mesurée sur la base de son hypothèse était juste, il a demandé à un groupe test d'auditeurs expérimentés de noter plusieurs casques différents sur le marché en fonction de leur qualité sonore. Les produits les mieux notés avaient tous une réponse en fréquence similaire à la forme de la courbe mesurée dans le montage d'essai (Olive & Welti, 2012; Olive, Welti, & McMullin, 2013a; Olive, Welti, & Khonsaripour, 2017).

Les courbes de référence, appelées cibles Harman, sont créées pour les casques intra (pour les systèmes de correction de salle), intra, supra et supra (Olive, Welti, & McMullin 2013b; Olive, Welti, & Khonsaripour, 2016; Olive, Khonsaripour, & Welti, 2018; Jaakkopasanen, 2019). Au cours des dernières années, les courbes de Harman ont été utilisées dans les produits HIFI comme courbes de référence (Butterworth, 2019).

Les cibles in-room et in-ear ont constitué les bases du développement du nouveau MyMusic d'Oticon (voir figure 2).

Oticon MyMusic

Au fil des ans, différents chercheurs ont étudié comment améliorer l'expérience musicale des utilisateurs d'appareils auditifs. Les améliorations de l'expérience musicale ont été créées en modifiant à la fois le matériel et le logiciel des appareils auditifs existants. Ces recherches ont donné lieu à des conseils d'adaptation et à des recommandations pour la prescription de gains (Crook, Greasley, & Beeston, 2018; Crook, Beeston, & Greasley, 2018). Ces recherches ont également été prises en compte avec les cibles de Harman lors du développement d'Oticon MyMusic. Ce document ne s'attardera pas sur les conseils d'appareillage, mais vous pouvez en savoir plus à ce sujet dans le document Fitting Series d'Oticon (Gade & Løve, 2021).

Les recommandations générales sur la manière de prescrire l'amplification et les cibles Harman ont conduit à une liste de principes de conception utilisés pour MyMusic d'Oticon.

1. Appliquer une compensation de base de la perte auditive

La perte auditive doit être compensée pour que les sons soient audibles.

2. L'organisation fréquentielle des points d'enclenchement doit suivre le profil d'un signal musical

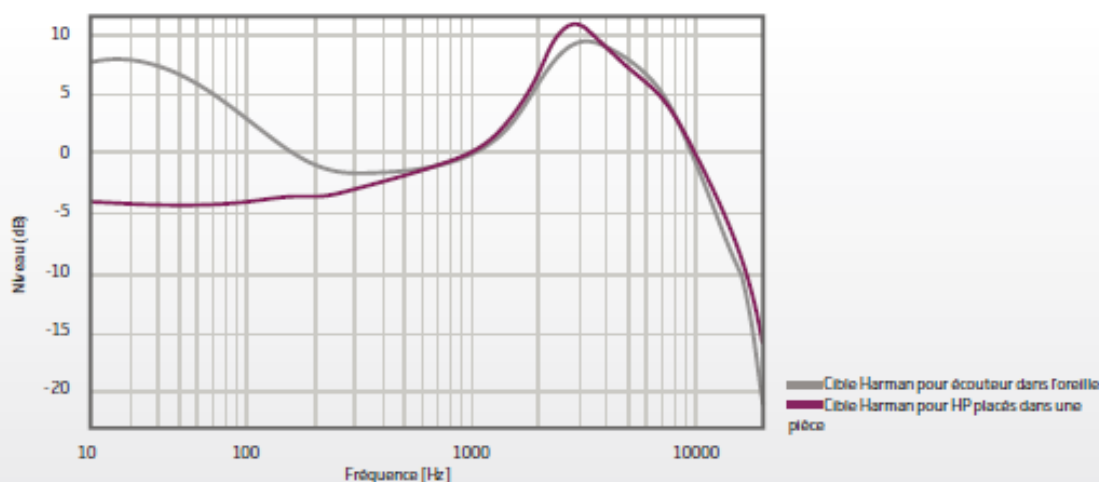


Figure 2 : Cibles de Harman pour des casques intra-auriculaires et des haut-parleurs placés dans une pièce. Image adaptée de Olive, Welti, & McMullin (2013b) et Jaakkopasanen (2019).

Les niveaux d'enclenchements sont choisis en fonction des connaissances sur les niveaux d'écoute confortables et sur la dynamique de la musique. Les niveaux utilisés sont de 40 dB SPL pour le faible, 65 dB SPL pour le modéré, 90 dB SPL pour le fort et 105 dB SPL pour le très fort. Ils dépendent de la fréquence.

3. La compression doit être maintenue à un niveau bas et rester stable à travers la fréquence.
4. Aucune compression prescrite entre les niveaux modérés et forts

L'un des éléments les plus importants et les plus uniques de MyMusic d'Oticon par rapport à notre méthodologie VAC+ est le schéma de compression.

Lorsque l'on examine le schéma de compression sur la plage d'entrée, la plupart de la compression est effectuée entre les deux premiers niveaux (doux et modéré). Le principe de conception est de maintenir le taux de compression aussi bas que possible tout en garantissant que les sons sont audibles pour l'auditeur. Le taux de compression est limité à une valeur moyenne de 2,5 avec un maximum de 3,0 pour chaque bande pour les niveaux d'entrée faibles afin d'éviter les artefacts et la réduction de la qualité sonore.

Le taux de compression est maintenu à 1,0 entre les points d'entrée modérés et forts. Cette « fenêtre » de compression linéaire est centrale dans la conception de MyMusic d'Oticon pour assurer une amplification de meilleure qualité des signaux musicaux. C'est, comme mentionné, une approche très différente par rapport à un programme d'amplification créé pour la parole. Entre les TK forts et très forts, la compression du gain est fixée à 1,5. Cette limitation est destinée à éviter les artefacts de compression majeurs et simultanément pour prévenir la distorsion à des niveaux d'entrée élevés.

L'étude des courbes de gain d'insertion montre que les courbes pour les entrées modérées à fortes sont superposées (même gain appliqué pour différents niveaux d'entrée), alors que les courbes pour les sons faibles et très forts dévieront davantage.

Si l'on regarde le graphique de sortie simulé in situ pour une perte auditive standard N3 dans Genie 2 d'Oticon (figure 3), on peut également constater l'amplification linéaire entre les niveaux modérés et forts. La stabilité de la compression sur les fréquences est visible par les courbes parallèles équidistantes jusqu'à environ 2 kHz. Cela permet de préserver l'harmonie des signaux musicaux dont la dynamique et l'étendue des fréquences sont plus importantes que celles de la parole.

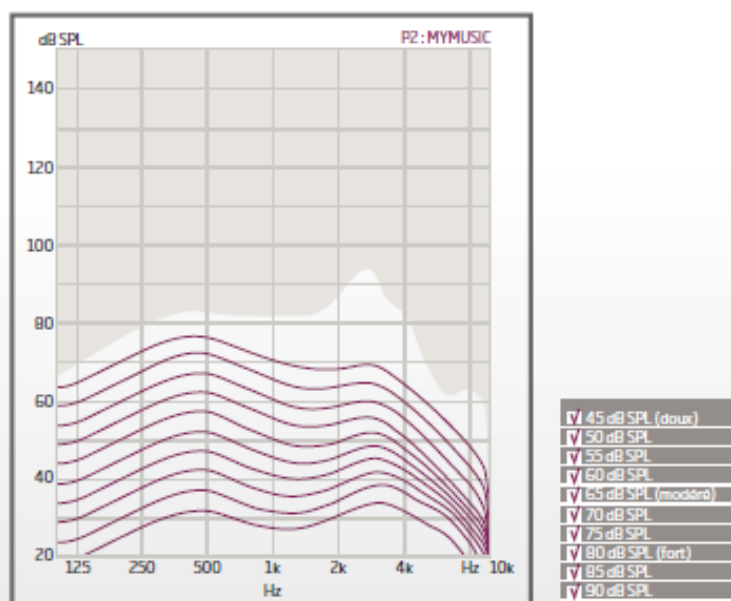


Figure 3 : Oticon MyMusic a simulé une sortie in situ pour une entrée ANSIs3.5 prescrite pour un audiogramme standard N3 (perte auditive inclinée de 35 à 65 dB HL).

5. Égaliser le gain de manière à ce que la réponse à un signal musical ressemble à la réponse cible Harman 2013 pour l'entrée du microphone, et à la cible Harman pour le casque intra-auriculaire 2019 lors de la diffusion en continu.

Comme décrit ci-dessus, ceci est utilisé comme courbes de référence.

6. Régler l'intensité du programme sur la base du programme vocal général (P1)

L'intensité du programme musical doit être à la fois audible et confortable. Pour cette raison, l'intensité du programme musical a été basée sur P1 à des niveaux d'entrée d'écoute musicale confortables (~70dB SPL).

7. Réglages des autres fonctionnalités

D'autres caractéristiques influent également sur le résultat global de l'expérience d'écoute. Ainsi, les paramètres par défaut de plusieurs caractéristiques diffèrent du programme vocal VAC normal.

- **MoreSound Intelligence**
Le paramètre est réglé sur « Fixed Omni ». Par défaut, Virtual Outer Ear est réglé sur « Elargi ».

Le Mode Neuronal ou la Directivité totale peuvent être activés. Si le Mode Neuronal est activé, les paramètres seront définis par rapport à P1 : « Configuration de l'environnement » d'un cran vers « Difficile » (un cran vers la droite) et « Sound Enhancer » d'un cran vers « Confort ».

La « Suppression neuronale » est par défaut sur « Off ». Elle peut être activée. Dans ce cas, les deux trimmers pour la suppression neuronale du bruit (facile et difficile) seront réglés sur une suppression du bruit inférieure d'un cran par rapport à P1.

- Wind Noise Management est sur « Off » par défaut.
- **MoreSound Optimizer**
Le réglage par défaut est « Faible » pour éviter une fausse détection de Larsen due à l'entrée tonale.

- **Transient Noise Management**
La valeur par défaut est « Off » pour éviter la réduction du niveau sonore pour les attaques rapides du signal musical.

- **Speech Rescue**
La valeur par défaut est « Off » pour éviter la distorsion due au déplacement des sons vers différentes fréquences (la valeur par défaut est la même que pour un programme vocal normal).

- Réglages des « Commandes du son » (« Tonalité » et « Perception des sons faibles »)
Le réglage par défaut des deux réglages est le réglage moyen. Il n'y a pas d'impact sur les paramètres dus aux réponses de dans « Personnalisation ».

- **MoreSound Amplifier**
Il n'y a pas de réglage en tant que tel pour cette fonction. Le traitement est effectué simultanément sur 4 et 24 canaux, comme c'est le cas pour tous les autres programmes basés sur la plate-forme Polaris. Ce traitement à deux voies permet de préserver au mieux les détails, quel que soit le type de signal.

8. Optimisation pour la musique en direct et la musique en streaming

Oticon MyMusic a été conçu différemment pour l'écoute de la musique en direct (entrée par les microphones de l'aide auditive) et de la musique en streaming (entrée par le streaming Bluetooth® Low Energy). Ceci est dû aux conditions d'entrée différentes pour ces deux situations. La musique en streaming n'a pas la coloration apportée par la pièce. Cette coloration pour la musique en direct se produit avant que la musique ne soit captée par le microphone et qu'elle ne soit amplifiée. Pour compenser cela, la réponse en fréquence normalement ajoutée par la pièce a été ajoutée à la cible - par exemple, une plus grande amplification des basses fréquences.

La cible de la musique en direct est celle qui est représentée dans Oticon Genie 2, tandis que la cible de la musique en continu est utilisée en arrière-plan. Tout réglage fin effectué sur le programme musical sera appliqué aux deux cibles.

La figure 4 montre comment ces principes ont modifié la prescription par rapport au programme musical existant. Ce graphique montre clairement que le niveau de sortie de MyMusic d'Oticon par rapport au programme musical existant est :

- Plus élevé dans les basses fréquences, jusqu'à environ 1 kHz
- Plus élevé dans les très hautes fréquences, au-dessus d'environ 5 kHz
- Plus faible dans les moyennes fréquences, autour de 1 à 5 kHz

Cela signifie que l'Oticon MyMusic offrira une meilleure audibilité du signal musical en dehors des fréquences moyennes, c'est-à-dire en dessous de 1 kHz et au-dessus de 5 kHz. De plus, comme le gain est réduit dans les fréquences moyennes, la distribution globale des fréquences de sortie dans l'Oticon MyMusic sera plus plate et l'amplification plus équilibrée entre les fréquences.

Test

Nous avons testé MyMusic d'Oticon de manière extensive durant toutes les phases de développement. Notre objectif était de nous assurer que la qualité sonore perçue par les auditeurs malentendants correspondait à ce que nous avions prévu. Les tests ont été effectués avec des participants ayant différents types de perte auditive et

différents rapports à la musique - certains étaient des mélomanes et des musiciens amateurs - afin de s'assurer que le programme musical fonctionnait comme prévu pour un large éventail d'auditeurs. Sur la base du retour d'information de la dernière série de tests, la cible a été réduite de 1 à 2 dB dans les fréquences supérieures à 2500 Hz par rapport à la cible Harman. Cela a été fait pour obtenir une meilleure qualité sonore telle qu'elle est perçue par les utilisateurs d'appareils auditifs. Pour les autres auditeurs qui préfèrent une sortie sonore plus proche de la cible Harman, cela peut facilement être obtenu en déplaçant le trimmer de Tonalité d'un cran vers la droite.

Une énorme quantité de travail a été consacrée à la création de ce programme pour améliorer l'expérience musicale des utilisateurs d'appareils auditifs - autant de travail que pour la création d'un nouveau raisonnement pour la parole. Officiellement, Oticon MyMusic ne peut pas être appelé un « raisonnement », mais cette appellation ne minimise pas la différence perçue par les auditeurs. Des tests de préférence interne ont été effectués sur la version finale d'Oticon MyMusic et ont montré une préférence 72% plus élevée pour Oticon MyMusic par rapport à l'ancien programme musical. Pour la description complète de ces tests, voir Man B.K.L., Garnæs M.F., Kjeldal R., Sørup Yssing M., Løve S (2021). Oticon MyMusic Clinical Evidence. Livre blanc Oticon.

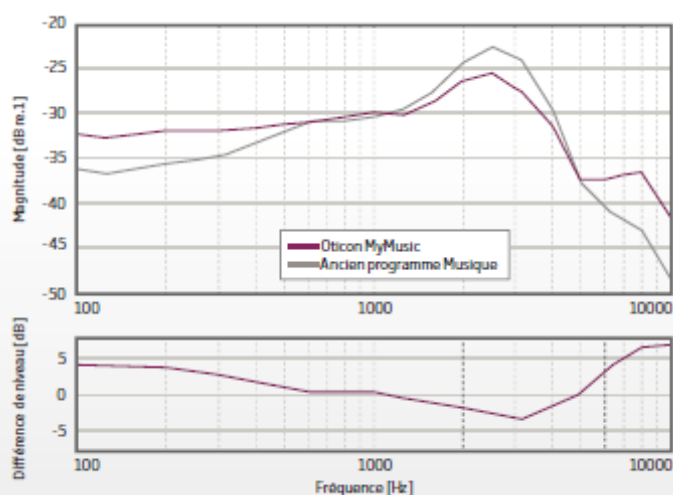


Figure 4. Graphique du haut : Sortie de l'aide auditive pour MyMusic d'Oticon et l'ancien programme Musique.

Le signal d'entrée est un bruit en forme de musique (IEC 60268-1) présenté à 70 dB SPL. La mesure est effectuée avec une perte auditive plate de 30 dB HL. Graphique du bas : différence de niveau pour les deux mesures.

ANNEXE 5 : STATISTIQUES du Questionnaire LAM Partie 3 (Questions 2, 7 et 13)

Comparaison entre le programme « habituel » et le programme « MyMusic » pour la question 2 :

Vérification de la normalité

Il s'agit de vérifier la normalité des données.

Si la valeur p obtenue lors de ce test est supérieure à 0,05 alors nous pouvons conclure à la normalité.

Test de Normalité (Shapiro-Wilk)

	W	p
Score prog ""Habituel"" Q2 - Score prog ""MyMusic"" Q2	0.866	0.010

Note. Des résultats significatifs suggèrent une déviation de la normalité.

Tableau 1A : Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 2

On peut conclure à la normalité car $p < 0,05$.

Graphique de la distribution

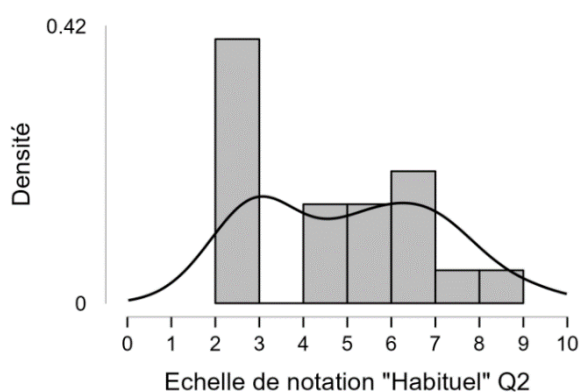


Figure 1A : Graphique de la distribution
- LAM Partie 3 – question 2 avec (P1)

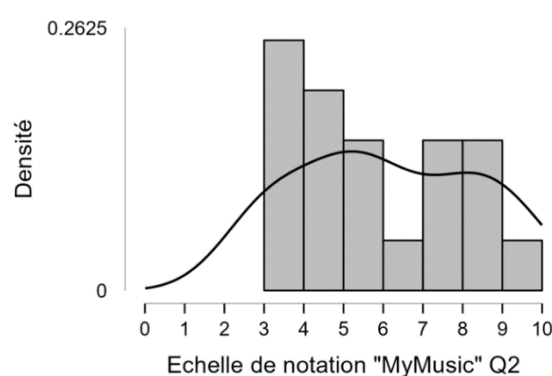


Figure 2A : Graphique de la distribution
- LAM Partie 3 – question 2 avec (P2)

La figure 2A montre que pour le programme « MyMusic » (P2), nous avons une dispersion étalée et homogène de la densité entre les scores allant de 3 à 10 sauf pour les scores allant de 6 à 7 et 9 à 10 qui sont inférieurs mais identiques. Sur la figure 1A, pour le programme « Habituel » (P1), on constate également une certaine homogénéité entre les scores allant de 4 à 7, mais la densité la plus importante se trouve sur le score 2.

Tests de t de Student

Si p est inférieur à 0,05, on peut dire que la différence est statistiquement significative des moyennes des rangs entre les deux conditions.

Test t à deux échantillons appariés

Measure 1		Measure 2	W	z	dl	p
Score prog ""Habituel"" Q2	-	Score prog ""MyMusic"" Q2	0.000	-3.180		0.001

Note. Test de rangs signés de Wilcoxon.

Tableau 2A : Test t à deux échantillons appariés – LAM Partie 3 – question 2 avec (P1) et (P2)

$p < 0,05$ la différence est donc statistiquement significative.

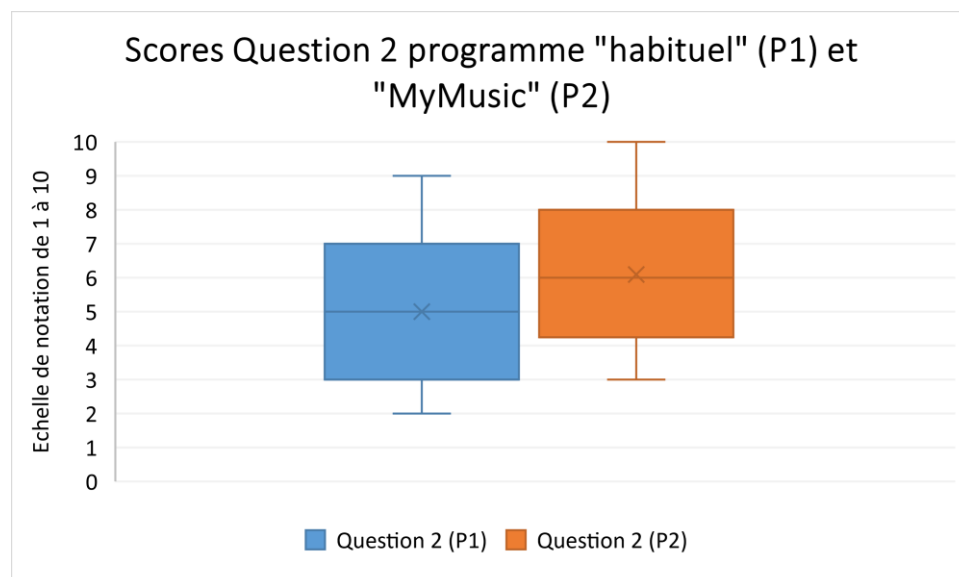


Figure 3A : Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 2 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »

Les résultats obtenus pour le programme « MyMusic » sont plus élevés que pour le programme « Habituel ». En effet, il en ressort que les patients discernent mieux les instruments de musique avec le programme « MyMusic ».

Comparaison entre le programme « habituel » et le programme « MyMusic » pour la question 7 :

Vérification de la normalité

Il s'agit de vérifier la normalité des données.

Si la valeur p obtenue lors de ce test est supérieure à 0,05 alors nous pouvons conclure à la normalité.

Test de Normalité (Shapiro-Wilk)

	W	p
Score prog ""Habituel"" Q7 - Score prog ""MyMusic"" Q7	0.941	0.300

Note. Des résultats significatifs suggèrent une déviation de la normalité.

Tableau 3A : Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 7

On ne peut pas conclure à la normalité car $p > 0,05$.

Graphique de la distribution

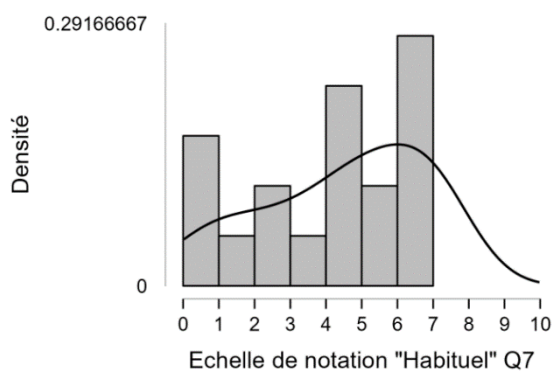


Figure 4A : Graphique de la distribution
LAM Partie 3 – question7 avec (P1)

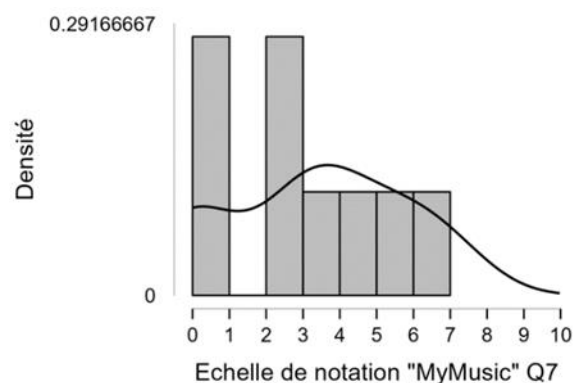


Figure 5A : Graphique de la distribution
LAM Partie 3 – question7 avec (P2)

Les figures 4A et 5A, nous apprennent que pour les programmes (P1) et (P2), nous avons une dispersion concentrée pour les scores allant de 0 à 7. Pour le programme (P1), le score le plus haut se trouve être entre 6 et 7 et pour (P2) il se trouve entre 0 et 1, et, 2 et 3 puis entre 3 et 7 avec une densité équivalente.

Tests de rangs signés de Wilcoxon

Enfin, nous allons appliquer le test de Wilcoxon afin de comparer les ordres de la variable de notation mesurée deux fois dans des conditions différentes, avec (P1) et avec (P2) pour le même panel de sujet.

Si p est inférieur à 0,05, on peut dire que la différence est statistiquement significative des moyennes des rangs entre les deux conditions.

Test t à deux échantillons appariés

Measure 1		Measure 2	W	z	dl	p
Score prog ""Habituel"" Q7	-	Score prog ""MyMusic"" Q7	52.500	1.734		0.089

Note. Test de rangs signés de Wilcoxon.

Tableau 4A : Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – LAM Partie 3 – question 7 avec (P1) et (P2)

$p > 0,05$ la différence n'est donc pas statistiquement significative.

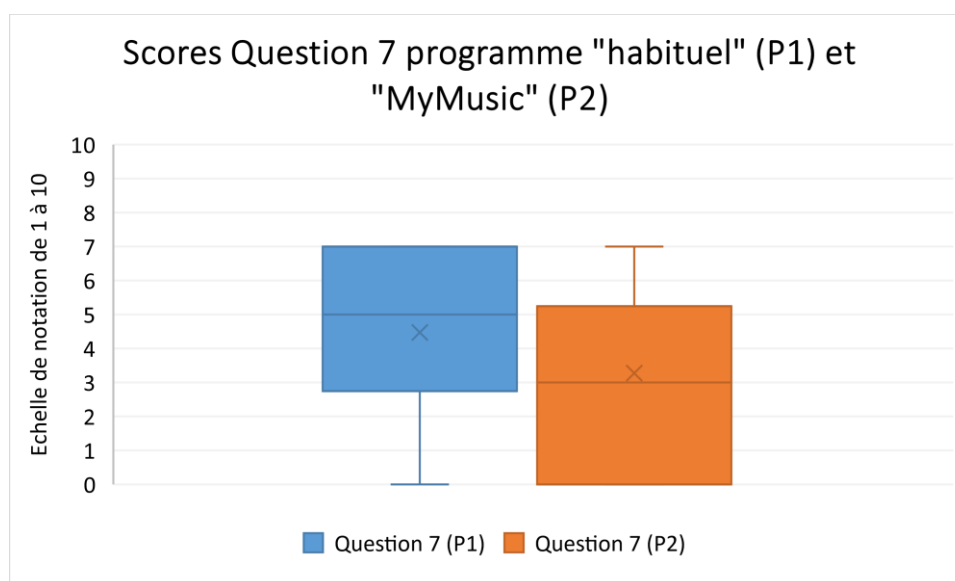


Figure 6A : Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 7 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »

Pour cette question, c'est le programme « Habituel » qui a le score le plus élevé. Les patients constatent que lorsqu'ils écoutent de la musique, certains passages sont trop faibles avec le programme « Habituel », par conséquent c'est le programme « MyMusic » qui apporte une meilleure qualité d'écoute

Comparaison entre le programme « habituel » et le programme « MyMusic » pour la question 13 :

Vérification de la normalité

Il s'agit de vérifier la normalité des données.

Si la valeur p obtenue lors de ce test est supérieur à 0,05 alors nous pouvons conclure à la normalité.

Test de Normalité (Shapiro-Wilk)

			W	p
Score prog ""Habituel"" Q13	-	Score prog ""MyMusic"" Q13	0.987	0.780

Note. Des résultats significatifs suggèrent une déviation de la normalité.

Tableau 5A : Test de normalité (Shapiro-Wilk) – LAM Partie 3 – Question 13

On ne peut pas conclure à la normalité car $p > 0,05$.

Graphiques de distribution

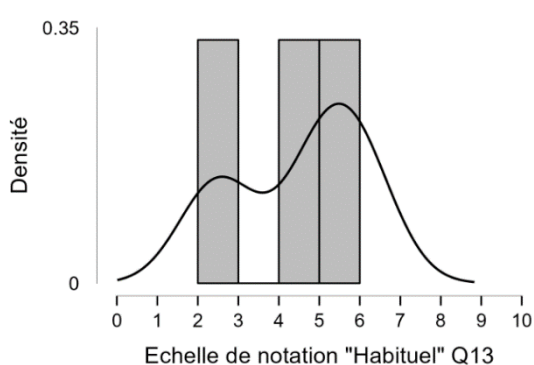


Figure 7A : Graphique de la distribution
LAM Partie 3 – question 13 avec (P1)

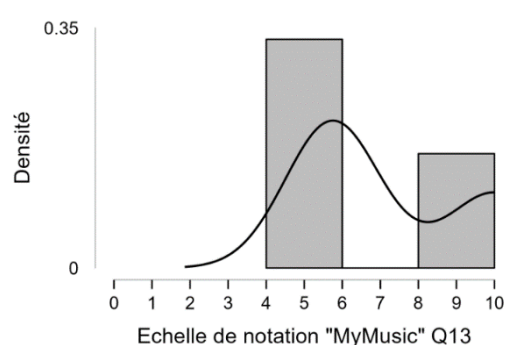


Figure 8A : Graphique de la distribution
LAM Partie 3 – question 13 avec (P2)

La figure 7A montre que pour le programme (P1), la dispersion se situe entre 2 et 6 avec des scores identiques sauf entre 3 et 4 qui est nul. La figure 8A indique, pour le programme (P2), une concentration des scores élevés entre 4 et 6, et, une concentration entre 8 et 10 cependant moins élevés que ceux de 4 et 6. Nous pouvons conclure que les scores du programmes « MyMusic » sont très élevés par rapport au programme « P1 » qui n'a aucun score entre 8 et 10.

Tests de rangs signés de Wilcoxon

Enfin, nous allons appliquer le test de Wilcoxon afin de comparer les ordres de la variable de notation mesurée deux fois dans des conditions différentes, avec (P1) et avec (P2) pour le même panel de sujet.

Si p est inférieur à 0,05, on peut dire que la différence est statistiquement significative des moyennes des rangs entre les deux conditions.

Test t à deux échantillons appariés

Measure 1		Measure 2	W	z	df	p
Score prog ""Habituel"" Q13	-	Score prog ""MyMusic"" Q13	0.000	-1.342		0.371

Note. Test de rangs signés de Wilcoxon.

Tableau 6A : Test statistique de rangs signés de Wilcoxon – LAM Partie 3 – question 13 avec (P1) et (P2)

$p > 0,05$ la différence n'est donc pas statistiquement significative.

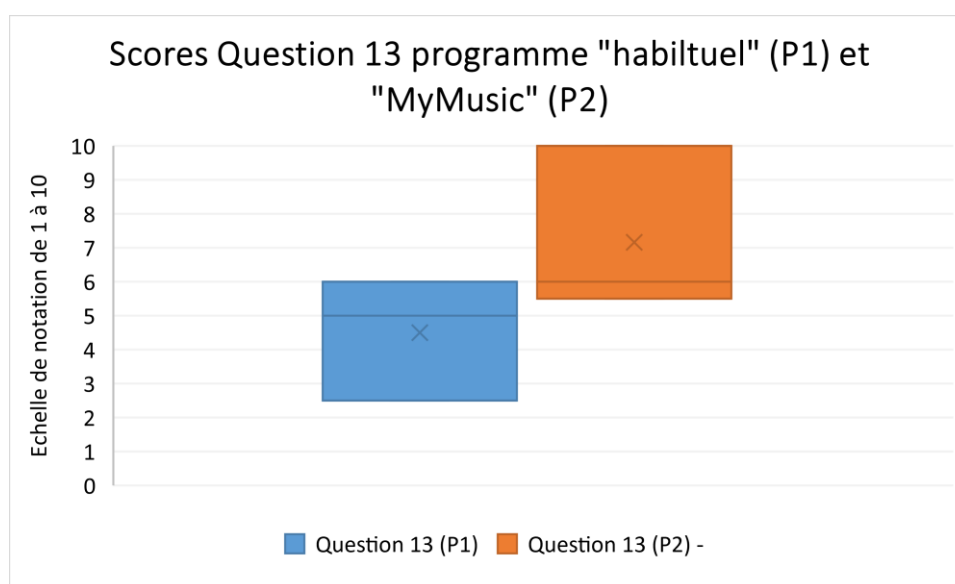


Figure 9A : Boîtes à moustache représentant les scores obtenus pour la question 13 de la partie 3 du questionnaire LAM, avec le programme « MyMusic » et le programme « habituel »

Le programme « MyMusic » obtient le meilleur score pour cette question, si le patient est un musicien alors la pratique de son instrument ou tout autre activité en lien avec la musique devient très agréable.