

Oticon MyMusic™ - Éléments cliniques

RÉSUMÉ

Oticon présente le programme MyMusic™ dans Oticon More. MyMusic est le résultat du développement d'une méthodologie musicale à part entière, basée sur les données actuelles relatives à la perception de la musique chez les personnes utilisant des aides auditives et les recommandations pour une amplification et une écoute optimales de la musique.

Dans ce livre blanc, nous partageons avec vous l'étude clinique réalisée avec 23 participants au test qui ont comparé Oticon MyMusic au programme de musique précédent et au programme général d'Oticon More. Les participants représentaient un large éventail de déficiences auditives. Parmi eux, nous avons des auditeurs de musique passionnés ainsi qu'occasionnels. Avant cette étude, un total de 8 scènes sonores de musique et de parole ont été enregistrées afin d'inclure différents types et styles de musique, ainsi que différentes modalités d'écoute (scènes sonores de musique live, scènes sonores stéréo/de salon et en streaming). Chaque participant a exprimé sa préférence avec une configuration à l'aveugle et aléatoire où il a écouté les enregistrements sonores avec des écouteurs. La méthode utilisée était un test de préférence sonore similaire à celui de Man et al (2021).

Les résultats ont montré une préférence significative pour Oticon MyMusic tant en ce qui concerne le programme musical précédent que le programme général, pour toutes les scènes sonores musicales. En effet, Oticon MyMusic a obtenu un score de +72 % par rapport au programme musical précédent, en moyenne.

Ce résultat témoigne de la nouvelle méthodologie musicale révolutionnaire des aides auditives Oticon More qui améliore l'expérience d'écoute de la musique pour les personnes souffrant de pertes auditives.

AUTEURS

**Brian Kai Loong Man, Regitze Kjeldal, Matilde Sørup Yssing,
Marie Frederikke Garnæs et Susanna Løve**

Centre de recherche en audiologie appliquée, Oticon A/S

Il s'agit de la toute première partie de la nouvelle Série d'adaptations optimales Oticon.

La satisfaction est à la base de toutes les actions humaines. Ces actions ont toutes pour but d'obtenir autre chose, généralement une émotion essentiellement agréable (Zatorre et Salimpoor, 2013). La musique peut apporter cette valeur à travers l'expérience subjective qu'elle évoque. Cela englobe une grande variété de conceptualisations qui peuvent être ultérieurement caractérisées comme des émotions. Par exemple, elle peut provoquer la joie, la tristesse, la colère et bien d'autres émotions. Dans de nombreuses études, les questionnaires ont été soumis dans le but de découvrir les raisons pour lesquelles les participants écoutaient de la musique. Cela a montré que de nombreuses personnes utilisent la musique pour gérer leurs émotions et pas simplement pour se détendre. Il a également été démontré que la musique joue un rôle dans le sentiment d'identité et d'appartenance, tous deux considérés comme essentiels à notre bien-être (Laukka, 2006).

Les différences entre la musique et la parole

Les aides auditives permettent aux auditeurs souffrant de perte auditive d'entendre des sons qui seraient autrement inaudibles pour eux. Les méthodologies d'adaptation propriétaires et génériques des aides auditives sont

généralement basées sur des modèles vocaux, définissant une fréquence et sa plage dynamique respective de manière à prescrire une amélioration cible de l'audibilité que l'aide auditive doit atteindre. Le résultat est un niveau d'amplification optimisé à la fois pour l'intelligibilité et le confort des sons de parole.

Le son de la musique et celui de la parole sont toutefois très différents. Les différences structurelles entre les sons vocaux humains sont limitées par rapport à celles des instruments de musique ; la musique a une plus vaste gamme de fréquences et de dynamiques que la parole et contient également des variations dramatiques importantes non caractéristiques de la parole (Chasin et Russo 2004). De plus, la musique varie considérablement selon les types d'instruments, d'ensemble (instrument solo ou orchestre) et le style de composition. La représentation visuelle des différences résultantes dans la bande passante et la plage dynamique sont visibles à la figure 1.

Comme on peut le voir à la figure 1, la musique englobe une gamme plus ample, à la fois en termes de volume (gamme dynamique) et de fréquence. Ainsi, des méthodologies d'adaptation optimisées pour la parole ne se traduisent pas nécessairement par une bonne

dB SPL

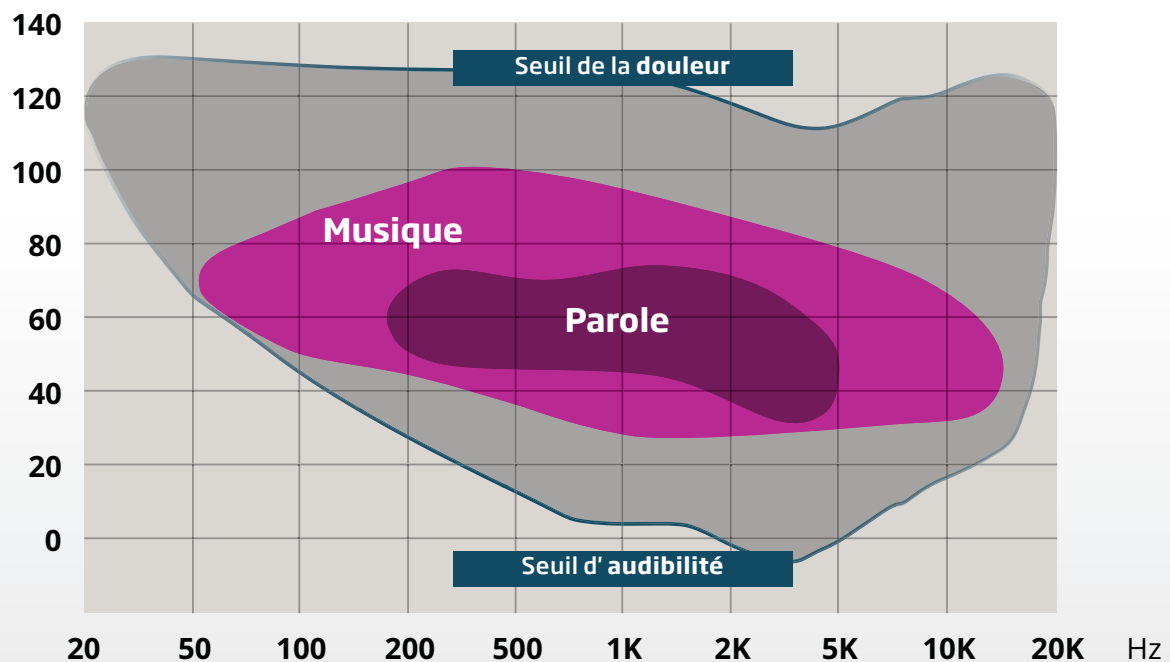


Figure 1 : Gamme d'intensité de fréquence de la parole et de la musique dans l'audibilité du système auditif humain. Adapté de Vaisberg et al. (2017)

expérience d'écoute musicale. En fait, les utilisateurs d'aides auditives signalent généralement qu'ils perçoivent une qualité sonore inférieure de la musique, en particulier pour la musique live (Madsen et Moore 2014). Compte tenu des différences acoustiques et des difficultés signalées concernant le plaisir musical des utilisateurs d'aides auditives, il existe un besoin certain d'un programme musical qui surmonte les défis mentionnés ci-dessus.

Pour reprendre les principes que nous venons d'illustrer, Oticon propose désormais un nouveau programme musical - Oticon MyMusic - conçu pour améliorer l'expérience d'écoute musicale de ses utilisateurs (pour plus d'informations, voir Brængaard, 2021). Par conséquent, afin d'évaluer ses performances, un paradigme MUSHRA modifié (voir Man et al., 2021 pour une description détaillée du paradigme) a été utilisé pour comparer le nouveau programme Oticon MyMusic au programme musical original et au programme de général de parole.

Méthodologie

Étant donné que l'objectif principal était d'évaluer la qualité sonore subjective de la musique dans différents programmes d'aides auditives, on a choisi d'utiliser le paradigme modifié MULTi Stimulus with Hidden Reference and Anchor (MUSHRA) de Man et al (2021). Cependant, certains enseignements ont également été tirés des limites de la méthodologie précédente et, à ce titre, cette section expliquera brièvement les concepts

répétés tout en se concentrant davantage sur les différences entre les deux configurations expérimentales. En bref, l'objectif premier de cette étude était de créer un certain nombre d'enregistrements sonores musicaux à des fins de comparaison. Ensuite, nous avons recruté 23 participants pour le test présentant divers degrés de perte auditive dans le but de comparer et évaluer leurs préférences relatives aux enregistrements musicaux. Les sections suivantes examineront cette méthodologie plus en détail :

Commençons par analyser l'interface de l'expérience (Figure 2) :

A Une description de l'une des scènes sonores données a été fournie en haut de l'interface. L'objectif était d'inclure une grande variété de scènes sonores musicales afin de répertorier la variété d'environnements musicaux auxquels les auditeurs souffrant d'une perte auditive peuvent être exposés quotidiennement. Nous avons donc enregistré un total de 8 scènes sonores, dont six étaient purement musicales. Deux d'entre elles étaient des scènes sonores de parole, afin de déterminer comment Oticon MyMusic gérait les signaux vocaux si un porteur d'aide auditive utilisait ce programme à des fins plus générales, délibérément ou par hasard. Les 8 scènes sonores ont été divisées en live, stéréo et streaming. Les scènes live comprenaient une chorale et un concert de rock où des reproductions ambisoniques étaient lues à partir d'un réseau de 16 canaux pour simuler le son

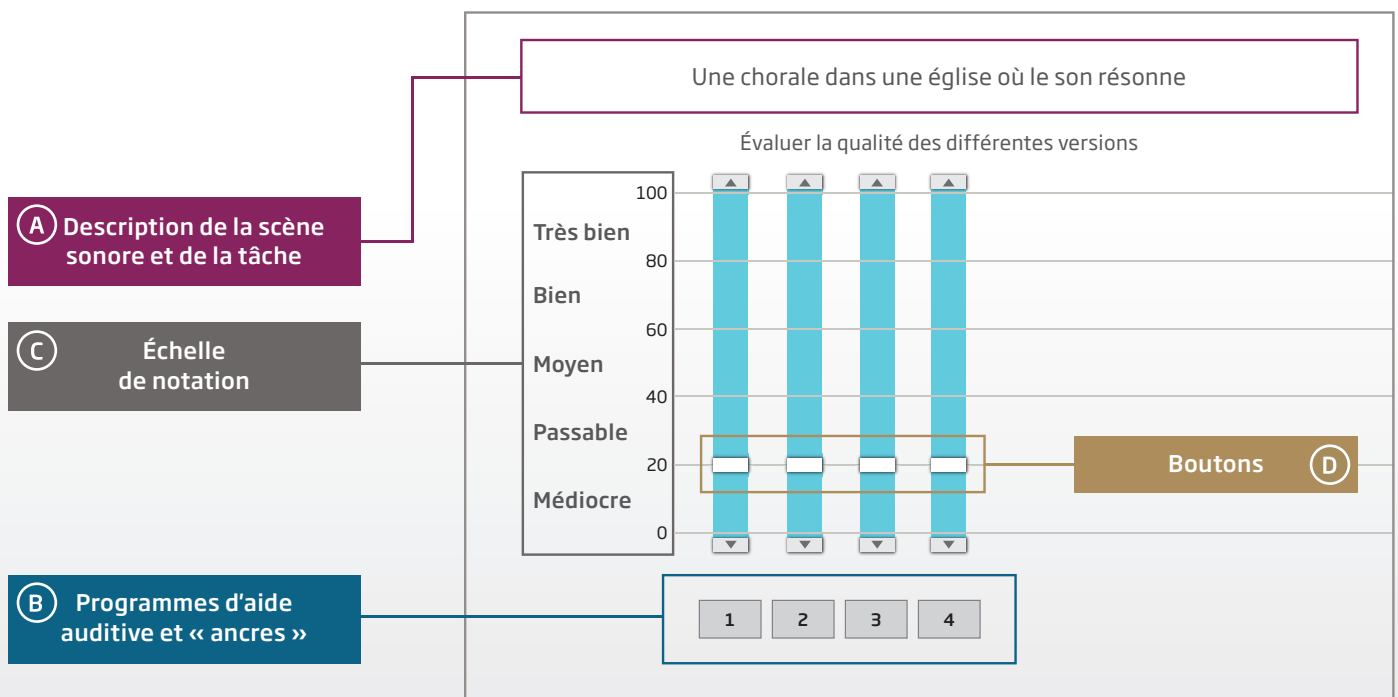


Figure 2 : L'interface expérimentale. En raison des essais à l'aveugle des conditions expérimentales, le participant ne savait pas qu'il y avait deux programmes d'aides auditives identiques parmi les conditions et quel bouton correspondait à quelle condition expérimentale

ambiant d'un concert en direct. Les scènes stéréo, composées d'une chanson pop, de musique classique et de parole seule, ont été utilisées pour simuler un environnement typique d'« écoute chez soi » où les gens ont accès à des systèmes stéréo. Enfin, les scènes sonores en streaming impliquaient les trois mêmes stimuli que les scènes stéréo, qui étaient directement diffusées depuis un iPhone vers les aides auditives. Cependant, afin de simuler un environnement tel que l'écoute d'une musique ou d'un podcast dans un train ou un café, le bruit de fond a été présenté dans un champ sonore d'environ 3 à 7 dB inférieur aux stimuli cibles. Les conditions de streaming résultantes étaient respectivement le streaming pop, le streaming classique et le streaming de parole. Le tableau 1 ci-dessous en fournit un résumé.

Les sorties des trois programmes d'aides auditives ont été enregistrées à l'aide d'aides auditives Oticon More avec un micro-embout fermé adapté à un simulateur tête et torse (HATS) placé au centre d'un ensemble de 16 haut-parleurs. La raison pour laquelle nous avons utilisé l'effet acoustique d'occlusion était de nous assurer que les enregistrements obtenus étaient le résultat du traitement du signal des aides auditives, et que le son n'était pas passé directement dans les oreilles de l'auditeur. En outre, le fait d'utiliser l'acoustique recommandée exigeait de prendre en compte le degré d'occlusion comme une nouvelle variable, qui pourrait à nouveau réduire la validité de l'attribution des différences perçues en raison des algorithmes de gestion de la musique dans les programmes.

Groupe Condition	Son Scène	Niveau ciblé	Niveau du bruit
Musique live	Chorale	78 dB SPL	-
	Rock (Eagles)	80 dB SPL	-
Streaming avec bruit de fond	Streaming pop	78 dB SPL	71 dB SPL
	Streaming classique	76 dB SPL	71 dB SPL
	Streaming reproduction vocale	74 dB SPL	71 dB SPL
Stéréo (écoute chez soi)	Stéréo pop	75 dB SPL	-
	Stéréo classique	75 dB SPL	-
	Stéréo reproduction vocale	65 dB SPL	-

Tableau 1 : Résumé de toutes les scènes sonores et niveaux de présentation correspondants

B Les participants au test ont écouté les enregistrements de trois programmes d'aides auditives différents : MyMusic, le programme musical précédent (Préc.) et le programme général d'Oticon (Gen). Le programme musical précédent fait référence au programme musical dédié avant MyMusic tandis que le programme de parole général (Gen) est le programme par défaut. Une fois de plus, l'expérience devait tenir compte de la gamme de sensibilités auditives des participants au test. Par conséquent, les enregistrements ont été effectués avec les aides auditives adaptées aux mêmes audiogrammes que Man et al (2021, voir figure 3). Par conséquent, un participant au test n'aurait écouté que des enregistrements d'aides auditives adaptées à l'audiogramme standard se rapprochant le plus de son propre audiogramme personnel.

Contrairement à Man et al (2021), nous avons apporté une modification à l'ancre cachée (ITU 1534-1, 2015). Au lieu d'une ancre de bas niveau qui donnerait la plus mauvaise des conditions expérimentales, nous avons utilisé une ancre de niveau moyen. Cela a été défini comme une condition pouvant être classée comme intermédiaire, entre les meilleures et les pires conditions. Nous avons pensé que le programme de musique précédent remplirait ce rôle. Par conséquent, une copie supplémentaire du programme de musique précédent a été ajoutée en tant qu'ancre de niveau intermédiaire. Dans les faits, le résultat a été que les participants ont dû évaluer à l'aveugle quatre conditions expérimentales, dont deux étaient en fait identiques. L'ancre de niveau intermédiaire a été choisie

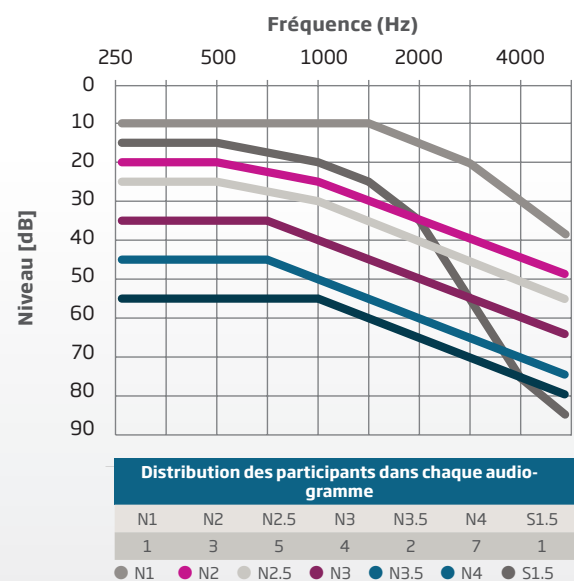


Figure 3 : Audiogrammes standards (Bisgaard et al 2010) et audiogrammes intermédiaires utilisés lors des enregistrements

par rapport à la variante de bas niveau pour les raisons suivantes : Premièrement, les résultats de Man et al (2021) ont révélé que même si une condition était considérablement mieux notée que les autres, les conditions les plus mal notées différaient peu en termes d'évaluation et leurs différences étaient imperceptibles. Cela était inattendu et, par conséquent, en plaçant l'ancre au milieu, les différences de notation entre chaque condition expérimentale devraient être plus prononcées. Deuxièmement, étant donné que deux des boutons correspondaient au même enregistrement (Précédent et ancre), les auditeurs devaient théoriquement évaluer les deux de manière très similaire. Cette méthode a permis après coup d'évaluer si les participants comprenaient suffisamment bien la tâche et ne donnaient pas une note simplement au hasard.

C **D** Chaque participant a été invité à écouter les quatre conditions (3 programmes HA + 1 ancre) pour chaque scène sonore, et à les noter sur l'échelle de notation présentée sur leur écran allant de 0 (très mauvais) à 100 (très bon). Cela était fait en réglant les quatre boutons sur l'écran pour chaque condition expérimentale. Les participants ont pu écouter les différentes conditions autant de fois qu'ils le souhaitaient avant de passer à la scène sonore suivante. Tout comme Man et al (2021), il n'y avait pas d'accent particulier sur des attributs spécifiques tels que la clarté ou le confort, car l'accent était mis sur la qualité sonore dans son ensemble.

Pour cette expérience, les 23 participants recrutés présentaient des pertes auditives neurosensorielles liées à l'âge allant de légères à sévères. Leurs âges variaient de 48 à 83 ans avec un âge moyen de 68 ans (écart-type = 9,2). Parmi eux, sept étaient des auditeurs passionnés tandis que seize étaient des auditeurs occasionnels de musique. Cela a été déterminé par un questionnaire concernant leurs habitudes d'écoute musicale avant l'expérience. Chaque participant a été invité à faire un cycle de formation pour se familiariser avec la méthode, puis le test a été répété deux fois pour la collecte de données réelle.

Résultats

Après avoir rassemblé toutes les données obtenues, il est utile de commencer par présenter les données telles qu'elles sont. Les notes appartenant à l'ancre et au programme Préc. ont été fusionnées, car il s'agit en réalité du même programme et ont été jugées très similaires les unes aux autres sur la base des observations faites. La distribution de toutes les évaluations est résumée dans le graphique de densité de probabilité ci-dessous (figure 4).

Afin de comprendre le tracé de la densité de probabilité, il faut lire en termes d'aire sous une courbe donnée. Sous chaque courbe colorée se trouve une aire totale de 1 ou 100 % de tous les points de données résultant d'une certaine condition expérimentale. À partir de là, on peut dériver la zone appartenant à une certaine plage

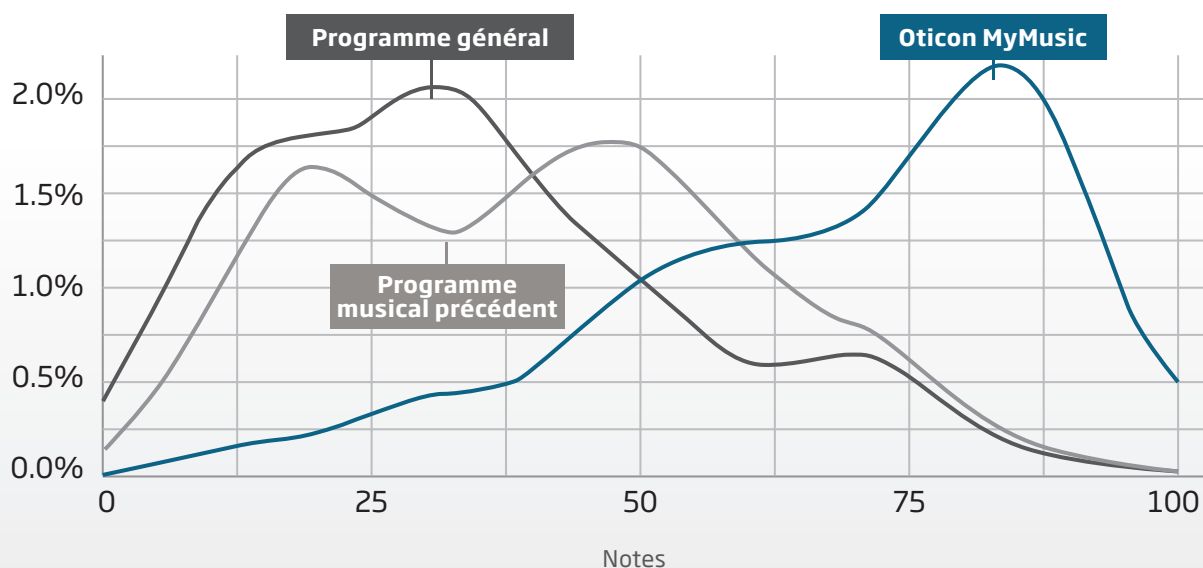


Figure 4 : Diagramme de densité de probabilité pour toutes les données obtenues. Les données de l'ancien programme de musique et de l'ancre ont été combinées, étant donné qu'elles n'ont pas été évaluées différemment après les observations.

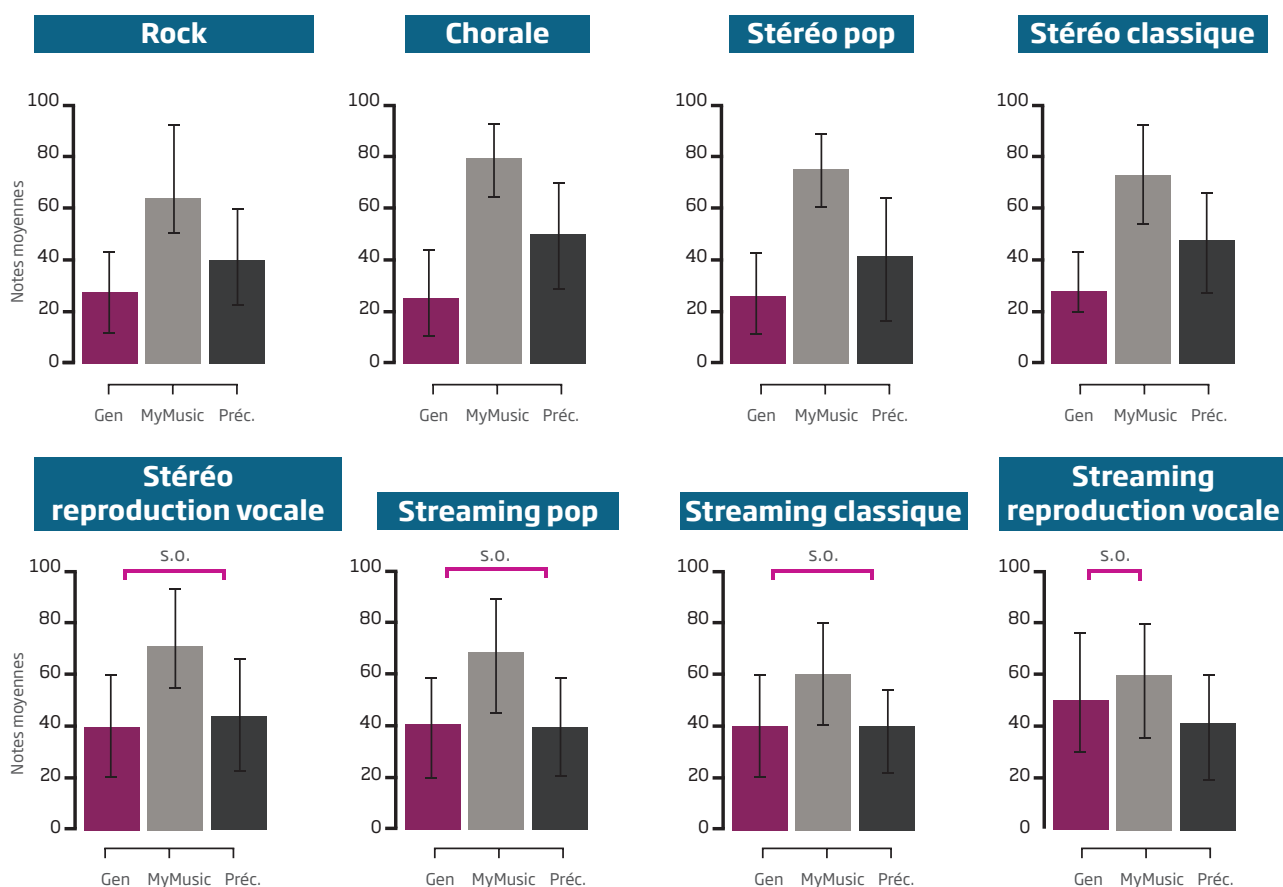


Figure 5 : Comparaisons par paires ($p = 0,05$) entre chaque condition expérimentale à travers les différents modèles LME de chaque scène sonore. Les lignes magenta au-dessus de set de deux barres indiquent des différences non significatives. Cela a été fait afin de ne pas surcharger les graphiques avec trop de lignes au-dessus des barres.

le long de l'axe des x pour déterminer la proportion des échantillons qui ont fourni les notes correspondantes. Par exemple, sous la courbe bleue (MyMusic), une grande partie de sa surface se situe dans la plage des notes entre 75 et 85. Cela signifie que MyMusic a reçu cette note de nombreuses fois proportionnellement. D'autre part, une grande partie de la zone sous la courbe gris foncé (Gen) appartient à la plage de notes entre 20-30 et la zone sous la courbe gris clair (Préc.) se situe principalement entre les notes 20-45. La comparaison des résultats des auditeurs passionnés et occasionnels n'a pas révélé de différences significatives. Par conséquent, nous avons décidé de les garder dans le même groupe d'échantillons pour les analyses ultérieures.

Jusqu'à présent, bien qu'apparemment pointant vers une conclusion claire, la figure ci-dessus n'est qu'une visualisation qualitative des données. Afin de quantifier

statistiquement si le programme MyMusic était vraiment préféré aux deux autres programmes, une analyse statistique a dû être effectuée. Pour ce faire, un modèle général à effet mixte linéaire (LME) avec un programme d'aides auditives comme effet fixe et l'identification du participant comme effet aléatoire a été adapté indépendamment aux données de chaque scène sonore. Cela a abouti à 8 modèles LME, chacun révélant l'effet de différents programmes d'aides auditives sur les scores d'évaluation. En traitant les programmes d'aides auditives comme le seul effet fixe, le modèle a l'avantage de tenir compte de la grande variabilité inter-sujets inhérente aux évaluations de la qualité sonore (Man et al 2021). Par la suite, le test de différences significatives honnête de Tukey (Tukey 1949) a été utilisé pour quantifier toutes les comparaisons possibles par paires à un niveau de signification de 0,05. La figure 5 résume les différences par paires des scènes sonores.

Chacun des 8 histogrammes affiche les notes moyennes et l'écart type correspondant des notes pour chaque programme d'aide auditive. Les parenthèses au-dessus de deux barres indiquent deux conditions dans lesquelles aucune différence significative n'a été trouvée. Dans tous les cas sauf un streaming de la reproduction vocale MyMusic a reçu une note significativement plus élevée que Préc et Gen ($p < 0,05$). Enfin, en faisant la moyenne des notes pour les six scènes sonores musicales, MyMusic, Préc. et Gen étaient respectivement de 70,63, 41,01 et 30,76. Par conséquent, la conclusion est que MyMusic a été évalué comme meilleur à 72% par rapport au programme de musique précédent.

Discussion

Les résultats de ce test de préférence clinique comparant Oticon MyMusic au programme général et au programme musical précédent ont montré des performances exceptionnelles, ce qui peut être attribué à notre nouvelle approche fondamentalement différente de l'amplification de la musique dans les aides auditives.

Les résultats ont suivi notre prédiction selon laquelle le programme général aurait obtenu la note la plus basse, suivi d'une meilleure note pour le programme précédent (validant ainsi nos hypothèses concernant l'adéquation de l'ancre), et enfin une note très élevée pour Oticon MyMusic.

Certains lecteurs pourraient être surpris par les résultats des scènes de parole ; pourquoi MyMusic a-t-il obtenu une meilleure note que le programme général pour la scène Clean Speech ? Pour répondre à cette question, examinons les effets de la compression sur des scénarios de complexité croissante. Aux fins de la qualité sonore perçue, les auditeurs ont tendance à préférer des taux de compression plus faibles (ou une amplification plus linéaire) pour la parole dans un environnement calme sans compromettre la reconnaissance vocale (Boike et Souza, 2000 ; van Buuren, Festen et Houtgast 1999). La relation devient plus ambiguë dans les situations de parole difficiles avec du bruit, car la compression peut être nécessaire pour supprimer le bruit trop fort afin d'éviter l'inconfort du volume. Cette interaction est clairement démontrée par les résultats divergents entre

Parole Stéréo et Parole Streaming. Dans Parole Stéréo, MyMusic était significativement meilleur que le programme général. Cette constatation n'a cependant pas été répétée dans Parole Streaming où du bruit a été introduit. Ainsi, on peut supposer que le programme général pourrait fonctionner encore mieux à mesure que le niveau de bruit augmente. Les deux scènes de parole de cette étude ont été incluses pour garantir que même les auditeurs portant des aides auditives qui utilisent parfois MyMusic pour écouter des situations de parole, puissent toujours utiliser ce programme de manière satisfaisante. Les résultats de l'étude le confirment, mais montrent également pourquoi il est toujours largement recommandé d'utiliser le programme général pour écouter dans divers environnements sonores quotidiens où la parole est présente et où tout le traitement du son disponible dans Oticon More est utilisé au maximum en cas de besoin. Pour plus d'informations techniques concernant les modifications apportées à la compression et d'autres fonctionnalités, voir Brændgaard (2021).

Conclusion

Sur 23 participants au test présentant un large éventail de déficiences auditives et de préférences musicales, le programme Oticon MyMusic a été, en moyenne, bien mieux noté que le programme musical précédent et le programme Oticon General pour toutes les scènes sonores musicales. Cela était vrai pour l'écoute de musique en direct, l'écoute de musique stéréo et les scénarios de streaming musical. Pour les six scènes sonores musicales, Oticon MyMusic a reçu une note de 72 % supérieure à celle du programme musical précédent et encore plus élevée par rapport au programme général. Ceci est attribué à l'approche d'amplification fondamentalement différente appliquée dans Oticon MyMusic, où les propriétés uniques de la musique sont prises en compte dans chaque aspect de la stratégie de traitement du signal. Il est tout à fait clair que les personnes souffrant de perte auditive ont des besoins d'écoute très différents pour la parole et la musique, et il est donc fortement recommandé d'envisager d'ajouter Oticon MyMusic en tant que programme lors de l'adaptation de Oticon More pour améliorer la qualité de vie de tout utilisateur qui aime la musique.

Références

1. Bisgaard, N., Vlaming, M. S., et Dahlquist, M. (2010). Standard Audiograms for the IEC 60118-15 Measurement Procedure. *Trends in Amplification*, 14(2), 113-120.
2. Boike, K. T., & Souza, P. E. (2000). Effect of compression ratio on speech recognition and speech-quality ratings with wide dynamic range compression amplification. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2, 456-468.
3. Brændgaard, M. (2021). The development behind Oticon MyMusic. Oticon Techpaper.
4. Chasin, M., & Russo, F. A. (2004). Hearing Aids and Music. *Trends in Amplification*, 8(2), 35-47.
5. ITU-R. (2015). Recommendation ITU-R BS.1534-3: Method for the subjective assessment of intermediate quality level of audio systems. <https://www.itu.int/rec/R-RECBS.1534/en>. Geneva: International Telecommunication Union.
6. Laukka, P. (2006). Uses of music and psychological well-being among the elderly. *Journal of Happiness Studies*, 8(2), 215-241.
7. Madsen, S. M., & Moore, B. C. (2014). Music and Hearing Aids. *Trends in Hearing*, 18, 2331216514558271.
8. Man B.K.L., Garnæs M.F., Løve S. (2021). Étude comparative d'Oticon More™ Partie 2 - Éléments cliniques. Livre blanc Oticon.
9. Pallavi, J., Perumal, R. C., & Krupa, M. (2018). Quality of Communication Life in Individuals with Broca's Aphasia and Normal Individuals: A Comparative Study. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 21(4), 285-289.
10. Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 99-114.
11. Vaisberg, J., Folkeard, P., Parsa, V., Macpherson, E., Froehlich, M., Littmann, V., & Scollie, S. (2017). Comparison of music sound quality between hearing aids and music programs. *Audiology Online*.
12. van Buuren, R. A., Festen, J. M., & Houtgast, T. (1999). Compression and expansion of the temporal envelope: Evaluation of speech intelligibility and sound quality. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105(5), 2903-2913.
13. Zatorre, R. J., & Salimpoor, V. N. (2013). From perception to pleasure: Music and its neural substrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(2), 10430-10437.

Life-changing technology signifie
Des technologies qui changent la vie.

www.oticon.fr

Oticon est une marque du groupe Demant.

oticon
life-changing **technology**