

Comprendre la parole dans le bruit : Un nouveau départ pour un problème séculaire



Sarah R. Iverson, Au.D., CCC-A, Maddie M. Olson, Au.D., and Ben Waite, M.Eng.

L'un des principaux objectifs d'une aide auditive est d'aider les patients malentendants à comprendre la parole dans le bruit, mais tous les fabricants d'aides auditives n'appliquent pas la même philosophie à ce problème.

Les aides auditives Genesis AI de Starkey associent notre nouvel algorithme numérique de réduction du bruit aux avantages des microphones directionnels, pour offrir aux patients une meilleure compréhension de la parole dans le bruit ; tout en obtenant des améliorations significatives dans l'évaluation de la qualité sonore, de la clarté de la parole et de l'effort d'écoute.

Introduction

La technologie des aides auditives évolue, mais l'un de ses principaux objectifs reste le même : améliorer la compréhension de la parole dans le bruit. Les patients souffrant d'une perte auditive se plaignent souvent d'avoir du mal à entendre dans le bruit de fond, même s'ils sont équipés d'aides auditives. D'après l'enquête MarkeTrak 2022, les personnes interrogées ont indiqué qu'elles étaient globalement moins satisfaites du son de leurs aides auditives que des aspects physiques de ces dernières. Cela s'est particulièrement manifesté dans la satisfaction à l'égard de la capacité des aides auditives à minimiser les bruits de fond (Picou, 2022). Pour combattre le problème du bruit de fond, la plupart des aides auditives actuelles sont équipées de microphones directionnels et d'un système de réduction numérique du bruit. Les microphones directionnels sont connus pour améliorer la compréhension de la parole dans le bruit de fond (Ricketts & Hornsby, 2006 ; Walden et al., 2005).

Et bien que les fonctions de réduction numérique du bruit seules montrent rarement un avantage pour la compréhension de la parole, lorsqu'elles sont associées à des microphones directionnels, les fonctions combinées peuvent fournir d'autres

avantages, tels que la réduction de l'effort d'écoute objectif (Desjardins, 2015).

Le système de réduction du bruit Genesis AI a été conçu dans le but d'offrir aux patients un mélange optimal d'audibilité, de clarté de la parole et de confort d'écoute. L'équilibre approprié de ces attributs varie en fonction de l'environnement d'écoute, le système de réduction du bruit Genesis AI analyse en permanence la scène auditive pour décider du moment et de l'intensité du traitement de réduction du bruit à fournir. Lorsque le patient se trouve dans un environnement bruyant, le système de réduction du bruit donne la priorité au confort d'écoute et applique la plus grande réduction du bruit. En revanche, lorsque le patient se trouve dans un environnement plus riche en paroles, le système de réduction du bruit donne la priorité à l'audibilité et à la clarté. Entre ces deux extrêmes, le système s'ajuste automatiquement à un juste milieu, offrant un équilibre approprié entre l'audibilité, la clarté et le confort. Imaginons par exemple que nous nous rendions à l'épicerie. Sur le trajet, le bruit de la voiture domine la scène auditive ; le bruit fort et non modulé est détecté comme un contenu indésirable et le système de réduction du bruit donne la priorité au confort d'écoute et agit pour supprimer le bruit.

Lorsque la parole est introduite dans la scène sous la forme d'un passager de voiture, le système s'ajuste à un niveau intermédiaire où le bruit de la voiture est réduit, mais où l'impact sur la parole est minimisé de manière à ce que la parole soit toujours audible. À la caisse, la conversation avec l'employé du magasin est prioritaire et le niveau de réduction du bruit est considérablement réduit pour garantir l'audibilité.

L'un des objectifs de l'évaluation de Genesis AI était d'évaluer les performances du nouveau système de gestion de l'information. Genesis AI et les fonctions de traitement du signal, notamment la nouvelle architecture de compression additive, la nouvelle formule d'adaptation e-STAT 2.0, ainsi que les algorithmes de réduction du bruit et la directionnalité mis à jour. Plus précisément, deux expériences ont été conçues pour démontrer les performances pour la compréhension de la parole lors de l'écoute dans un bruit de fond (dans ce cas, le babillage de la parole de plusieurs interlocuteurs). La première expérience a été menée pour détailler les effets combinés de la réduction du bruit et des microphones directionnels sur la compréhension de la parole dans le bruit, quantifiée comme le pourcentage de phrases répétées correctement lorsqu'elles sont présentées dans un bruit de fond à un rapport signal/bruit (RSB) fixe. Cette expérience a également mesuré les impressions subjectives de la parole dans le bruit dans les mêmes conditions d'écoute.

La deuxième expérience, réalisée à l'aide du test QuickSIN, a été menée pour quantifier les performances sous la forme d'une perte RSB estimée, ou le rapport parole/bruit nécessaire pour une personne malentendante à comprendre la parole dans le bruit par rapport à une personne ayant une sensibilité auditive normale (Killion, 1997). Bien que deux méthodologies différentes aient été utilisées, les résultats des deux expériences concordent : Genesis AI apporte des avantages significatifs pour l'audition dans le bruit.

Expérience 1

Participants

Quarante-trois participants, 27 hommes et 16 femmes, âgés de 45 à 87 ans, avec une moyenne d'âge de 72 ans, ont passé les tests dans toutes les conditions. La perte auditive moyenne du groupe était une perte auditive neurosensorielle légère à modérément sévère. La figure 1 montre l'audiogramme moyen des participants testés dans l'expérience 1.

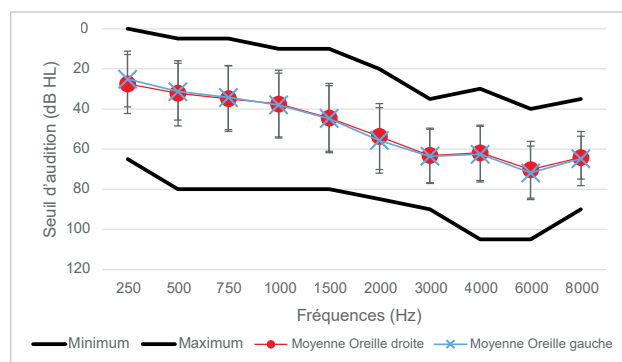


Figure 1 : Audiogramme moyen des participants à l'expérience 1 (n=43). Les lignes et symboles rouges et bleus indiquent les seuils d'audition moyens pour l'oreille droite et l'oreille gauche, respectivement. Les lignes noires indiquent les seuils auditifs minimum et maximum pour le groupe.

Méthodes

La première expérience a été menée pour évaluer les effets combinés du bruit de Genesis AI sur la compréhension de la parole dans le bruit. Les participants ont été équipés d'aides auditives rechargeables Genesis AI 24 dans l'un des styles suivants : Contour Écouteur déporté (RIC RT) (n=14), Micro Contour Écouteur déporté (mRIC R) (n=13), Intra-conque (ITE R) (n=6), ou Intra-conduit (ITC R) (n=10). Tous les types d'appareils avaient les mêmes paramètres de réduction du bruit par défaut et les mêmes microphones directionnels adaptatifs. Les aides auditives ont été programmées pour e-STAT 2.0 à l'aide de Pro Fit, le nouveau logiciel d'adaptation de Starkey.

Ces tests ont été effectués après que les participants aient porté les aides auditives Genesis AI sur le terrain pendant six à huit semaines pour s'acclimater aux aides auditives. Les tests en laboratoire ont été effectués dans un ordre aléatoire pour les conditions suivantes :

- Sans aide : Pas d'aides auditives
- NR Off + Omni : Aides auditives dont les fonctions de réduction du bruit sont désactivées et dont les microphones sont en mode omnidirectionnel.
- NR On + Omni : Aides auditives dont les fonctions de réduction du bruit sont réglées par défaut et dont les microphones sont en mode omnidirectionnel.
- NR On + Dir : Aides auditives dont les fonctions de réduction du bruit sont réglées par défaut et les microphones en mode adaptatif directionnel par défaut.

Configuration du test

Les participants ont été testés dans une cabine acoustique simulant un restaurant bruyant, avec un ensemble de 8 haut-parleurs, le participant étant assis au centre. La parole était présentée de face (0 degré d'azimut) et un bruit de fond non corrélé était présenté par les sept autres locuteurs, avec une intensité sonore de 67 dBA. Les participants devaient répéter deux listes de phrases de l'IEEE dans chaque condition, soit un total de 20 phrases par condition. Pour commencer, les phrases ont été présentées dans la condition NR Off + Omni, afin de calculer un RSB50, c'est-à-dire le niveau de présentation auquel 50 % des phrases ont été répétées correctement.

Au cours de ce test initial, à chaque répétition correcte ou incorrecte d'une phrase, le niveau de présentation de la parole était diminué de 2 dB ou augmenté de 2 dB, respectivement. Le niveau de présentation moyen de toutes les phrases dans cette condition initiale NR Off + Omni a ensuite été utilisé pour tester chacune des quatre conditions expérimentales dans un ordre aléatoire. Ainsi, le RSB50 était individualisée pour chaque participant. À l'exception de la condition sans aide, les participants ne savaient pas quelle condition était testée.

Mesures des résultats

Quatre mesures de résultats ont été évaluées. La mesure principale était une mesure objective de la compréhension de la parole dans le babillage à plusieurs interlocuteurs, calculée en totalisant le nombre de phrases pour lesquelles les cinq mots cibles ont été répétés correctement par le participant. Les trois autres mesures de résultats étaient des mesures subjectives évaluées à l'aide d'échelles de Likert en 7 points, notées par le participant après chaque condition de test. Ces trois mesures subjectives étaient des évaluations de la qualité sonore, de l'effort d'écoute et de la clarté de la parole.

Résultats objectifs

Les résultats sont présentés dans la figure 2, qui montre le pourcentage de phrases correctes dans chaque condition : sans aide, NR Off + Omni, NR On + Omni et NR On + Dir : Le diagramme en boîte montre la distribution des données pour chaque condition, de sorte que les lignes représentent l'éventail des scores du minimum au maximum, et les boîtes représentent les premier et troisième quartiles des données, les lignes traversant les boîtes représentant le résultat médian.

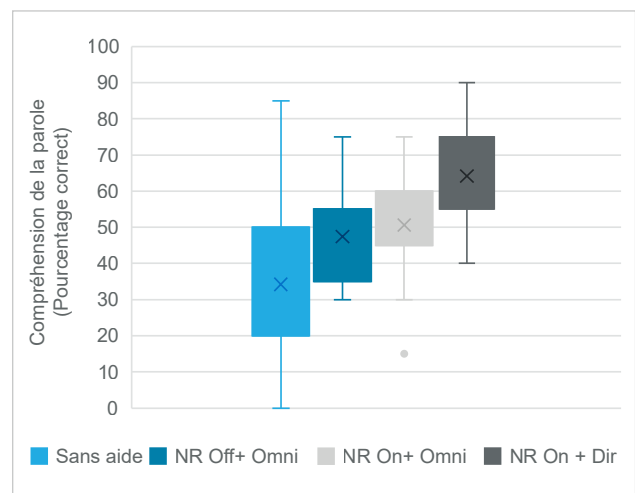


Figure 2 : Diagramme en boîte de la compréhension de la parole (exprimée en pourcentage de phrases correctes) pour les phrases de l'IEEE présentées dans le babillage du multilocuteur au RSB50 spécifique au participant pour le stimulus vocal et à 67 dBA pour le stimulus sonore. Les symboles "X" représentent la performance moyenne. Le point indique une valeur aberrante dans les données.

Un test de Friedman a révélé une différence statistiquement significative dans les scores de compréhension de la parole ($\chi^2(3)=49,99$, $p<0,001$) entre les conditions. Les analyses post-hoc réalisées à l'aide des tests de Wilcoxon Signed-Rank sont présentées dans le tableau 1. Les résultats statistiquement significatifs ($p<0,05$) sont surlignés en bleu. Les astérisques indiquent quelle condition avait la moyenne statistiquement la plus élevée. Les comparaisons ont révélé une amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit pour toutes les conditions assistées (NR Off + Omni, NR On + Omni, et NR On + Dir) par rapport aux conditions non assistées. En outre, les comparaisons ont révélé une amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit pour NR On + Dir par rapport aux autres conditions assistées (NR Off + Omni et NR On + Omni). Il est important de noter que les meilleures performances en matière de compréhension de la parole dans le bruit ont été observées avec la combinaison des paramètres par défaut de réduction du bruit et de directionnalité utilisés dans le programme personnel Best Fit par défaut du logiciel d'appareillage Pro Fit.

Le tableau 2 indique le pourcentage moyen de réponses correctes dans chaque condition. Rappelons que cette tâche a été réalisée à un RSB50 établi pour chaque participant dans la condition NR Off + Omni. Il convient de noter que le score moyen de compréhension de la parole dans le bruit s'est amélioré de 13 % par rapport à l'amplification seule (NR Off + Omni) et de 17 % supplémentaires avec les fonctions de réduction du bruit et de directionnalité actives (NR On + Dir). Ainsi, les scores moyens de compréhension de la parole dans le bruit ont augmenté de 30 % entre l'absence d'aide et l'aide avec les paramètres de gestion du bruit par défaut utilisés dans Genesis AI.

Résultats subjectifs

Après chaque condition de test, les participants ont été invités à utiliser des échelles de Likert en 7 points pour évaluer leur perception des éléments suivants : qualité sonore, clarté de la parole et effort d'écoute, la note 7 indiquant la meilleure évaluation perceptuelle. Les résultats perceptuels sont cohérents avec les données objectives documentées

ci-dessus, ce qui signifie que toutes les conditions assistées ont été mieux notées que les conditions non assistées, et que la condition NR On + Dir par défaut a été mieux notée que les autres conditions assistées. Ces résultats sont présentés dans les figures 3, 4 et 5.

COMPARAISON	z-VALEUR	p-VALEUR
Sans aide : NR Off + Omni*	-3.814	<0.001
Sans aide : NR On + Omni*	-4.069	<0.001
Sans aide : NR On + Dir*	-5.352	<0.001
NR Off + Omni: NR On + Omni	-1.554	0.121
NR Off + Omni: NR On + Dir*	-4.880	<0.001
NR On + Omni: NR On + Dir*	-4.249	<0.001

Tableau 1 : Tests de Wilcoxon Signed-Rank pour les tests objectifs de compréhension de la parole. Le surlignage bleu indique des résultats significatifs ($p<0,05$). L'astérisque dans chaque ligne indique la condition qui a obtenu des résultats significativement meilleurs dans chaque comparaison.

CONDITION DU TEST	DISCOURS MOYEN
Sans aide	34.14%
NR Off + Omni	47.44%
NR On + Omni	50.58%
NR On + Dir	64.14%

Tableau 2 : Résumé des scores moyens de compréhension de la parole dans le babillage à plusieurs interlocuteurs pour chaque condition de test.

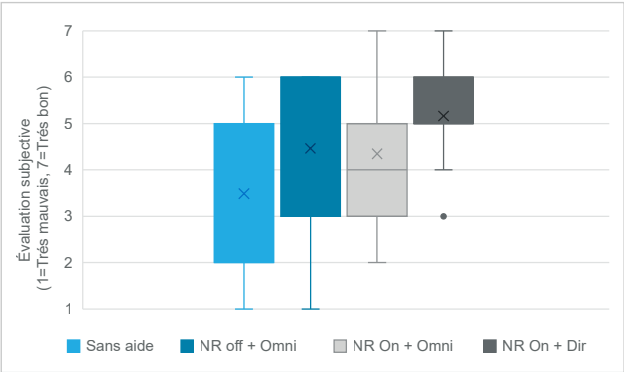


Figure 3 : Diagramme en boîte des évaluations de la qualité sonore de la parole présentée dans le babillage à plusieurs interlocuteurs (n=43). Les symboles "X" représentent l'évaluation moyenne de la qualité sonore. Le point indique une valeur aberrante dans les données.

Ces résultats indiquent que la programmation par défaut des aides auditives avec Genesis AI, en utilisant e-STAT 2.0 avec microphones directionnels et réduction du bruit, a non seulement permis une meilleure compréhension de la parole, mais a également été préférée à toutes les autres conditions pour la qualité sonore, la clarté de la parole et l'effort d'écoute pour la parole présentée dans le babillage de plusieurs interlocuteurs.

Les tests de Friedman effectués pour examiner les évaluations dans chacune des conditions ont révélé une différence statistiquement significative dans les évaluations pour chaque domaine perceptif : qualité sonore ($\chi^2(3)=29.71$, $p<0.001$), clarté de la parole ($\chi^2(3)=17.31$, $p<0.001$), et effort d'écoute ($\chi^2(3)=38.39$, $p<0.001$). Les analyses post-hoc réalisées à l'aide des tests de Wilcoxon Signed-Rank ont révélé des améliorations de la qualité sonore perçue, de la clarté de la parole et de l'effort d'écoute pour toutes les conditions assistées par rapport aux conditions non assistées. En outre, les comparaisons ont révélé que la condition NR On + Dir par défaut a été évaluée de manière significativement plus élevée que toutes les autres conditions assistées pour chacun des trois domaines subjectifs. Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau 3.

Les résultats statistiquement significatifs ($p<0,05$) sont surlignés en bleu. Les astérisques indiquent la condition dont la moyenne est statistiquement la plus élevée.

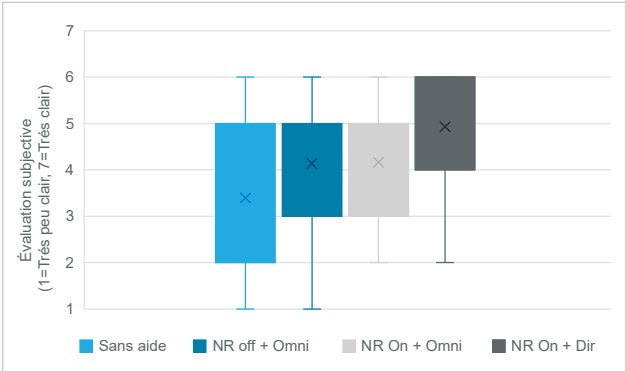


Figure 4 : Diagramme en boîte des évaluations de la clarté du discours présenté dans un babillage à plusieurs interlocuteurs (n=43). Les symboles "X" représentent l'évaluation moyenne de la clarté de la parole.

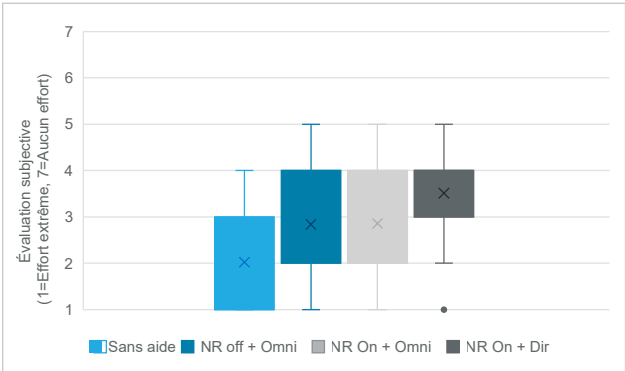


Figure 5 : Diagramme en boîte des évaluations de l'effort d'écoute pour la parole dans le babillage à plusieurs interlocuteurs (n=43). Les symboles "X" représentent l'évaluation moyenne de l'effort d'écoute. Le point indique une valeur aberrante dans les données.

COMPARAISON	QUALITÉ SONORE		CLARTÉ DE LA PAROLE		EFFORT D'ÉCOUTE	
	z-VALEUR	p-VALEUR	z-VALEUR	p-VALEUR	z-VALEUR	p-VALEUR
Sans aide: NR Off + Omni*	-2.910	0.003	-2.540	0.011	-3.484	<0.001
Sans aide : NR On + Omni*	-2.800	0.005	-2.551	0.012	-3.929	<0.001
Sans aide : NR On + Dir*	-4.701	<0.001	-4.469	<0.001	-5.018	<0.001
NR Off + Omni: NR On + Omni	-0.357	0.719	-0.205	0.834	-0.076	0.936
NR Off + Omni: NR On + Dir*	-2.618	0.009	-2.966	0.003	-3.146	0.002
NR On + Omni: NR On + Dir*	-3.171	0.002	-3.211	0.001	-2.854	0.004

Tableau 3 : Tests de Wilcoxon Signed-Rank pour la qualité sonore, la clarté de la parole et les évaluations de l'effort d'écoute pour la parole dans le babillage à plusieurs interlocuteurs. Le surlignage bleu indique des résultats significatifs ($p<0,05$). Un astérisque indique la condition qui a obtenu des résultats significativement meilleurs dans la comparaison.

Expérience 2

Participants

Trente-trois participants, 23 hommes et 10 femmes, âgés de 57 à 84 ans, avec une moyenne d'âge de 72 ans, ont effectué des tests QuickSIN sans aide et avec aide. La perte auditive moyenne du groupe était une perte auditive neurosensorielle légère à modérément sévère. La figure 6 montre l'audiogramme moyen des participants testés dans le cadre de cette étude.

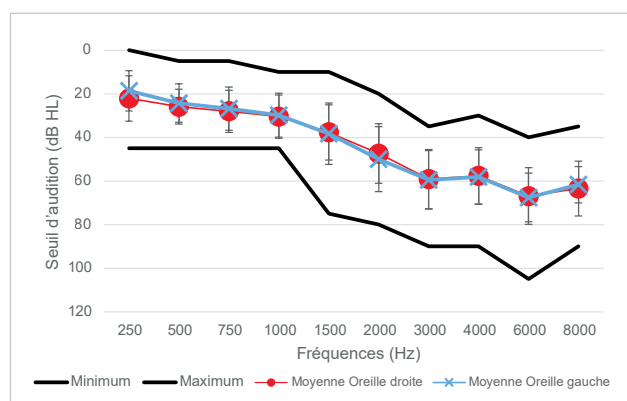


Figure 6 : Audiogramme moyen des participants à l'expérience 2 (n=33). Les lignes et symboles rouges et bleus indiquent les seuils auditifs moyens pour l'oreille droite et l'oreille gauche, respectivement. Les lignes noires indiquent les seuils auditifs minimum et maximum pour le groupe.

Méthodes

Les participants ont été testés avec le QuickSIN afin de comparer la perte estimée de RSB pour les conditions non assistées et assistées. Les participants ont été équipés d'aides auditives rechargeables Genesis AI 24 dans l'un des modèles suivants : RIC RT (n=11), mRIC R (n=9), ITE R (n=6), ou ITC R (n=7). Tous les modèles avaient les mêmes paramètres de réduction du bruit par défaut et les mêmes microphones directionnels adaptatifs. Les aides auditives ont été programmées pour e-STAT 2.0 à l'aide du logiciel d'adaptation Pro Fit. Ce test a été réalisé après que les participants aient porté les aides auditives Genesis AI sur le terrain pendant quatre à six semaines afin de s'acclimater aux aides auditives. Les participants ont été répartis au hasard pour savoir s'ils effectuaient d'abord le test sans aide ou le test avec aide.

Configuration du test

Le test QuickSIN évalue la perte de RSB par rapport à des personnes normo-entendantes en présentant une liste de six phrases IEEE, chacune contenant cinq mots cibles, dans un bruit de babillage à plusieurs interlocuteurs. Les RSB diminuent pour chaque phrase par paliers de 5 dB, de 25 à 0, comme suit le niveau de bruit augmente (Killion *et al.*, 2004). Pour cette étude, deux listes de six phrases ont été présentées dans chaque condition. Les sources de parole et de bruit étaient séparées dans l'espace de 180 degrés ; la parole était présentée par un haut-parleur à 0 degré d'azimut et le bruit de fond était présenté par un haut-parleur à 180 degrés d'azimut, le participant étant assis au centre entre les haut-parleurs. L'installation était calibrée à 65 dBC.

Le QuickSIN attribue des plages de perte de RSB estimée à des degrés de perte de RSB, calculés à l'aide de la formule $25,5 - (\text{nombre total de mots corrects})$ (Killion, 2004). Les catégories attribuant la perte de RSB au degré de perte de RSB sont les suivantes :

- 0-3 dB est une perte normale/proche de la normale de RSB
- 3-7 dB est une perte légère de RSB
- 7-15 dB est une perte modérée de RSB
- >15 dB est une perte sévère de RSB

Mesures des résultats

Les principaux critères d'évaluation étaient la perte de RSB estimée sans aide et avec aide, mesurée par le QuickSIN.

Résultats

Un test de Wilcoxon Signed-Rank a révélé que la performance QuickSIN assistée était significativement meilleure que la performance non assistée ($z = -2,961$, $p = 0,002$), indiquant que les participants pouvaient effectuer la tâche dans un RSB plus difficile avec Genesis AI qu'ils ne le pouvaient sans aides auditives. Cependant, les résultats sont plus intéressants lorsque les individus sont regroupés dans les quatre catégories de performance ci-dessus en fonction de leur perte RSB estimée sans aide.

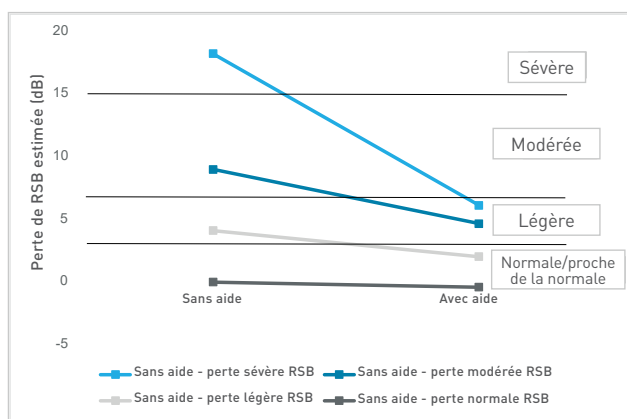


Figure 7 : Diagramme linéaire montrant le changement moyen de la perte de RSB estimée catégorisée par la perte de RSB estimée sans aide (n = 33).

Les résultats moyens de QuickSIN sans aide et avec aide pour chaque groupe sont présentés dans la Figure 7.

Si l'on examine les moyennes présentées dans la figure 7, on constate que pour les participants dont la perte de RSB sans aide est sévère ou modérée, l'IA de Genesis a amélioré leur performance, ramenant leur perte de RSB avec aide dans la gamme des pertes légères. Pour les participants présentant une perte de RSB légère sans aide, leur performance avec Genesis AI a permis de ramener leur perte de RSB avec aide dans la plage normale/proche de la normale.

Les personnes dont la perte de RSB sans aide se situait dans les catégories suivantes dans la plage normale/proche de la normale n'ont montré pratiquement aucune amélioration puisqu'ils avaient déjà atteint ou approché leur meilleure performance dans la condition non assistée. Ces résultats suggèrent que les participants qui ont le plus besoin d'aide dans le bruit (c'est-à-dire qui ont la plus faible perte de RSB sans aide), ont tendance à avoir des difficultés à s'adapter à l'environnement. pour bénéficier au mieux des aides auditives Genesis AI.

Conclusions

Les aides auditives Genesis AI utilisent une nouvelle architecture de compression additive, avec de nouveaux algorithmes numériques de réduction du bruit et de directionnalité pour fournir aux patients un bénéfice assisté en présence de bruit de fond. Ces algorithmes appliquent une approche plus fine pour gérer le bruit en présence de la parole. Pour éviter toute perte de contenu vocal due à un système de réduction du bruit trop agressif, les niveaux d'entrée et les rapports signal/bruit déterminent le traitement appliqué au signal. Les bruits faibles sont traités différemment des bruits forts afin de conserver le plus de parole possible tout en réduisant le niveau de bruit global. Avec ces mises à jour de Genesis AI, l'objectif n'est pas seulement de s'assurer que la parole est audible, mais aussi de fournir une expérience d'écoute positive globale avec une clarté de la parole et un confort d'écoute optimaux.

Comme l'audition dans le bruit continue d'être l'un des principaux facteurs de satisfaction des patients à l'égard des aides auditives (Picou, 2022), il est essentiel d'améliorer la technologie dans ce domaine. Avec les fonctions de réduction du bruit et de directionnalité par défaut de Genesis AI, les scores moyens de compréhension de la parole dans le babillage d'un interlocuteur multiple ont augmenté de 30 % par rapport à la performance sans aide, et de 13 % par rapport à l'amplification sans ces fonctions. Les évaluations subjectives de la qualité sonore, de la clarté de la parole et de l'effort d'écoute ont également été nettement supérieures à la performance sans aide et à l'amplification sans ces fonctions. En outre, les tests QuickSIN ont révélé que les personnes ayant une perte de RSB plus importante lorsqu'elles ne sont pas aidées avaient tendance à bénéficier davantage de Genesis AI que les personnes ayant une perte de RSB moins importante. Dans l'ensemble, les résultats de ces deux expériences prouvent que Genesis AI apporte aux utilisateurs d'aides auditives des avantages significatifs en termes d'intelligibilité de la parole dans le bruit.

Références

1. Desjardins J. L. (2016). Les effets du microphone directionnel des aides auditives et du traitement de réduction du bruit sur l'effort d'écoute chez les personnes âgées malentendantes. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(1), 29–41. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15030>
2. Killion, M. C. (1997). Perte RSB : je peux entendre ce que les gens disent, mais je ne peux pas les comprendre. *Hearing Review*, 4(12), 8, 10, 12, 14.
3. Killion, M. C., Niquette, P. A., Gudmundsen, G. I., Revit, L. J., & Banerjee, S. (2004). Développement d'un test rapide de parole dans le bruit pour mesurer la perte du rapport signal sur bruit chez les auditeurs normo-entendants et malentendants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116(4), 2395–2405. <https://doi.org/10.1121/1.1784440>
4. Picou, E. M. (2022). Bénéfice des aides auditives et résultats de satisfaction de l'enquête MarkeTrak 2022 : importance des fonctionnalités et des audioprothésistes. *Seminars in Hearing*, 43(04), 301–316. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1758375>
5. Ricketts, T. A., & Hornsby, B. W. Y. (2006). Bénéfice des aides auditives directionnelles chez les auditeurs souffrant d'une perte auditive sévère. *International Journal of Audiology*, 45(3), 190–197. <https://doi.org/10.1080/14992020500258602>
6. Walden, B. E., Surr, R. K., Grant, K. W., Van Summers, W., Cord, M. T., & Dyrland, O. (2005). Effet du rapport signal sur bruit sur les avantages et les préférences du microphone directionnel. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(09), 662–676. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16.9.4>

Biographies des auteurs



Sarah Iverson, Au.D., CCC-A, a rejoint Starkey en 2021 en tant qu'Audiologiste Chercheuse. Elle a obtenu sa licence à l'Université du Minnesota et son doctorat à Northwestern. Université de l'Illinois. Son travail chez Starkey porte sur la validation clinique des aides auditives avant leur mise sur le marché. Le Dr Iverson s'efforce d'inclure dans ses recherches des mesures de résultats cliniquement pertinentes. Elle s'intéresse également à l'évaluation comparative de la concurrence et à la facilité d'utilisation des produits, dans le but de s'assurer que les aides auditives répondent aux besoins des patients.



Maddie Olson, Au.D. a rejoint Starkey en tant qu'Audiologiste Chercheuse en 2021, et a obtenu son Au.D. à l'Université du Wisconsin - Madison. Elle organise les efforts de validation des produits pour évaluer les technologies auditives avant leur mise sur le marché, en s'assurant que les besoins des patients sont satisfaits. En outre, le Dr Olson évalue l'efficacité des appareils pendant toute leur durée de vie, ce qui permet une évaluation longitudinale des avantages pour les patients, par le biais d'études post-commercialisation. Elle s'intéresse particulièrement aux domaines de recherche qui permettent d'étudier les résultats positifs à long terme pour les utilisateurs d'aides auditives.



Ben Waite, M.Eng, est Ingénieur Principal en microprogrammes chez Starkey et se spécialise dans les algorithmes de compression et de réduction du bruit. Ben a rejoint Starkey en 2014 et a occupé plusieurs fonctions au sein du département Recherche et Développement, couvrant les équipes de Feature Management, Systems Engineering et Firmware Development. Depuis qu'il a rejoint l'équipe, Ben a contribué de manière significative à la conception et à la mise en œuvre de diverses fonctionnalités d'aides auditives, ainsi qu'au développement d'outils de simulation utilisés pour mieux comprendre et évaluer les algorithmes d'aides auditives.