

Phonak Field Study News.

La mise en œuvre des nouvelles configurations de focalisation directionnelle montre une amélioration de la compréhension vocale et une réduction de l'effort auditif

Les tests d'intelligibilité vocale dans le bruit réalisés à Hörzentrum Oldenburg ont montré que les deux nouvelles fonctions de Phonak Audéo™ Lumity améliorent la compréhension vocale lorsque la parole vient d'en face, mais aussi du côté et de l'arrière. Par ailleurs, la classification de l'effort auditif a indiqué une réduction de l'effort auditif lorsque la parole provenait à la fois du côté et de l'arrière.

Octobre 2022 : Latzel, M., Lesimple, C. et Woodward, J.

Points clés

- 15 % d'amélioration de la compréhension vocale dans le bruit lorsque la parole vient du côté/de derrière*
- 11 % de réduction de l'effort auditif dans le bruit lorsque la parole vient du côté/de derrière*
- 16 % d'amélioration de la compréhension vocale dans le bruit lorsque la parole provient d'en face**
- Un meilleur accès au son apporte de la clarté, mais il réduit également l'effort auditif (Hornsby, 2013, Picou et coll., 2013 ; Pichora-Fuller et Singh, 2006).

Considérations pour la mise en pratique

- Discutez des difficultés auditives principales de votre patient et expliquez comment les nouvelles configurations de focalisation directionnelle peuvent aider à les surmonter.
- Grâce à des appareils d'essai (Trial), démontrez les bénéfices de différents microphones directionnels en fonction de l'environnement d'écoute.
- Montrez comment myPhonak app aide les patients à ajuster les réglages de leur aide auditive en temps réel pour tenir compte de leurs besoins d'écoute.

*Directionnel fixe/Real Ear Sound par rapport à StereoZoom (mode microphone focalisé vers l'avant)

**Intensité par défaut de StereoZoom 2.0 (24) par rapport à Directionnel fixe

Introduction

L'importance de la compréhension vocale et des performances auditives

La compréhension vocale est centrale à de très nombreux aspects de notre vie : les relations, le travail, les études, le bien-être, la connexion avec les personnes qui nous entourent et la qualité de vie globale. Les études de marché montrent qu'une meilleure compréhension vocale constitue l'un des besoins les plus importants exprimés par les utilisateurs d'aides auditives (Appleton, 2022).

La communication dans le bruit constitue l'une des situations auditives les plus difficiles pour les personnes atteintes de perte auditive et l'un des facteurs les plus importants de satisfaction dans l'utilisation d'aides auditives (Abrams et Kihm, 2015). Les utilisateurs d'aides auditives ont besoin d'un meilleur rapport signal sur bruit (RS/B) comparé aux normo-entendants pour un même niveau de performance (Killion, 1997).

Comment les aides auditives modernes contribuent-elles à l'amélioration de la compréhension vocale, à la réduction de l'effort d'écoute et à la facilitation de la perception du monde qui nous entoure ? Un concept bien connu est celui du traitement par microphones multiples appelé la focalisation. La focalisation utilise les informations spatiales fournies par deux microphones fonctionnant ensemble sur les aides auditives pour augmenter significativement la sensibilité dans une direction et la réduire dans les autres directions, formant ainsi un « faisceau » virtuel (Derleth et coll., 2021).

Les bénéfices des technologies de focalisation réputées de Phonak ont été démontrés dans le cadre de plusieurs études (pour une étude complète des preuves, voir Woodward, Kühnel et Latzel, 2022).

Real Ear Sound

La technologie Real Ear Sound (RES), mise au point en 2005, est conçue pour rétablir le modèle de directivité naturel de l'oreille externe en appliquant la directionnalité uniquement dans les aigus (au-dessus de 1,5 kHz). Elle associe l'avantage de la détection du son environnant et la réduction des confusions entre l'avant et l'arrière, qui sont communes avec les microphones omnidirectionnels (Appleton, 2020 ; Keidser et coll., 2009 ; Raether, 2005). Plusieurs études ont démontré les avantages de ces « technologies numériques de préservation des indices et du pavillon » par rapport aux microphones omnidirectionnels / directionnels dans des laboratoires, avec des avantages individuels autodéclarés lors d'expériences dans le monde réel spécifiques (Xu et Han, 2014 ; Jensen et coll., 2013).

Focalisation monaurale

Le focalisateur appelé « Directionnel fixe » est un focalisateur statique monaural avec une valeur nulle fixe (là où la réponse directionnelle est moins sensible) à l'arrière. Cependant, les situations de communication ne sont pas toujours statiques. UltraZoom est un focalisateur adaptatif monaural qui adapte continuellement la valeur nulle afin de maximiser l'avantage du RS/B (Stewart et coll., 2019).

StereoZoom

StereoZoom (SZ) est un focalisateur binaural avec une valeur nulle adaptative qui utilise le réseau de quatre microphones d'un appareillage binaural afin de créer un faisceau plus étroit que celui obtenu avec un focalisateur monaural. Cette focalisation étroite améliore l'intelligibilité vocale dans le bruit intense pour la parole provenant d'en face. L'effet combiné d'un faisceau encore plus étroit et d'une valeur nulle adaptative permet de maximiser la reconnaissance vocale en présence de sources sonores diffuses et localisées (Stewart et coll., 2019). Nombre d'études ont démontré une meilleure intelligibilité vocale avec SZ par rapport aux autres technologies de focalisation dans les dispositifs Phonak (Appleton et König, 2014, Picou et coll., 2014) et concurrents (Latzel et Appleton-Huber, 2015). Une amélioration de l'effort auditif et de l'effort de mémoire avec SZ par rapport à RES a également été observée (Winneke et coll., 2020). De plus, l'utilisation de SZ par rapport à l'approche reposant sur un focalisateur directionnel fixe conduit à une augmentation de la communication en général et à une réduction du besoin pour l'utilisateur de se pencher vers le locuteur (Schulte et coll., 2018).

Il est possible de mesurer les performances de ces différents focalisateurs lorsque le locuteur se déplace autour de l'auditeur (Fig. 1). La sortie de l'aide auditive a été enregistrée, et le RS/B peut être calculé à l'aide de la technique d'inversion (Hagerman et Olofsson, 2004). Ces mesures démontrent l'avantage du focalisateur étroit (SZ) lorsque le locuteur est positionné devant l'auditeur. Cependant, le RS/B de la sortie de l'aide auditive est nettement meilleur avec des focalisateurs larges tels que Directionnel fixe ou RES lorsque le locuteur se trouve sur le côté ou derrière.

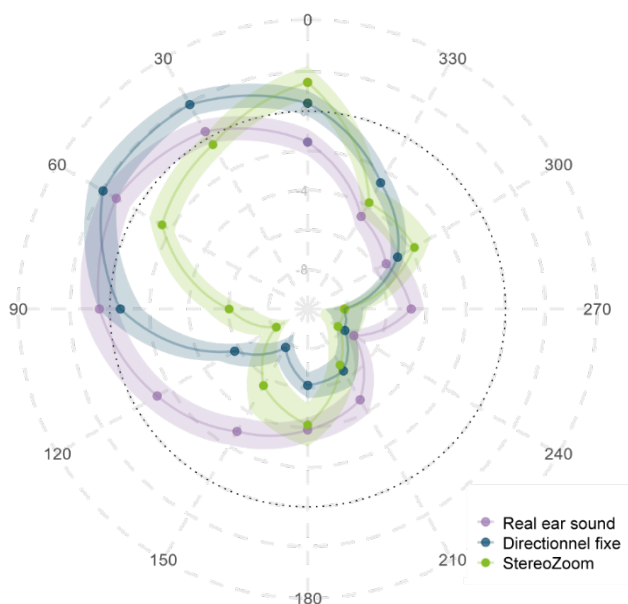


Fig. 1 : Différences moyennes entre le RS/B d'entrée et le RS/B de la sortie de l'aide auditive, mesurés sur l'oreille gauche avec Real Ear Sound (violet), Directionnel fixe (bleu) et StereoZoom (vert). L'aide auditive est placée sur la tête d'un modèle (KEMAR) et le locuteur se déplace par pas de 30°. Les enregistrements sont mesurés avec des RS/B d'entrée allant de -5 à +10 dB RS/B et avec 4 bruits ambiants différents.

Un meilleur accès au son apporte de la clarté, mais il réduit également l'effort auditif (Hornsby, 2013, Picou et coll., 2013 ; Pichora-Fuller et Singh, 2006). Cependant, la directionnalité peut interférer avec la capacité des utilisateurs à rester conscients de leur environnement d'écoute et leur capacité à tourner leur attention vers d'autres sources sonores dans l'environnement (Jespersen et coll., 2021). Il est donc très important de pouvoir sélectionner le mode du microphone en fonction de l'environnement acoustique. Deux nouvelles fonctions, StereoZoom 2.0 et SpeechSensor, désormais incluses dans les aides auditives Phonak Audéo Lumity, visent à résoudre les défis restants que sont (1) le fait de maintenir plus de perception spatiale ou de focalisation sur la conversation en fonction de l'environnement auditif ; et (2) la capacité à écouter la parole provenant d'une autre direction que l'avant.

StereoZoom 2.0

StereoZoom 2.0 (SZ 2.0), représenté dans la Fig. 2, qui remplace le SZ des générations précédentes, est un mode de microphone directionnel binaural étroit, actif dans le programme Parole dans le bruit intense. Par rapport à SZ, il permet désormais une transition progressive de Parole dans le bruit (UltraZoom) à Parole dans le bruit intense (SZ 2.0), ce qui permet de passer plus doucement d'un programme d'écoute à un autre. L'intensité de SZ 2.0 dépend également du niveau, l'objectif étant de maintenir plus de perception spatiale lorsque le niveau de bruit est faible, et plus de focalisation sur la conversation lorsque le niveau de bruit est élevé. Le patient peut désormais personnaliser ce mode de focalisateur grâce à myPhonak app.

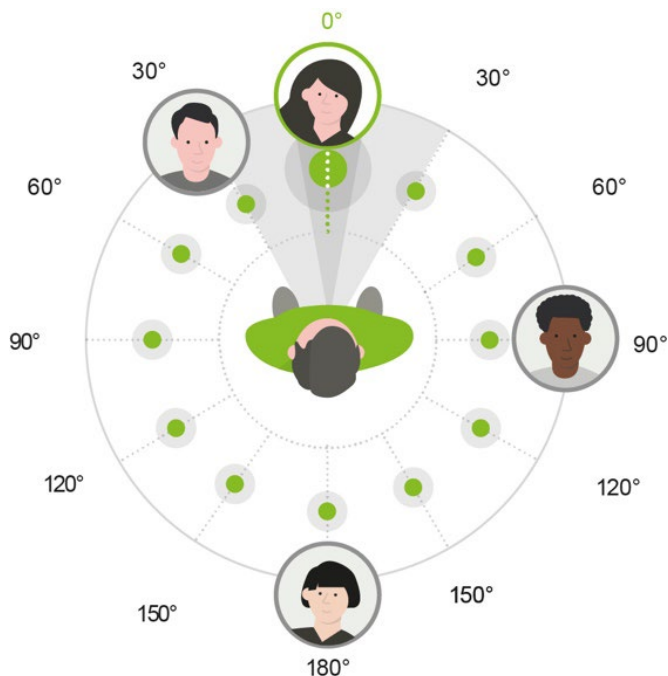


Fig. 2 : StereoZoom 2.0

Lorsque le niveau de bruit qui entoure le patient augmente, la directionnalité du microphone passe progressivement d'UltraZoom (faisceau large) à StereoZoom 2.0 (faisceau étroit). Cela permet de trouver un équilibre entre une perception spatiale accrue et une focalisation sur la conversation en face, en fonction de l'environnement d'écoute. L'intensité de StereoZoom 2.0 s'active de façon fluide en fonction de l'augmentation du niveau de bruit.

SpeechSensor

Walden et coll. (2004) ont évalué les réponses d'utilisateurs d'aides auditives ayant réalisé un suivi des signaux et du bruit sur une période de 4 semaines. Ils ont rapporté que 80 % du temps, les signaux venaient d'en face, tandis qu'ils provenaient d'une autre direction dans 20 % des situations. Ainsi, dans un nombre important de situations auditives, il est possible que les patients ne regardent pas directement l'orateur (Hayes, 2019). L'avantage principal du SZ est atteint lorsque la parole provient d'en face, car les utilisateurs d'aide auditive ont tendance à regarder en direction du locuteur. Cependant, la recherche de Walden et coll. montre que ce n'est pas toujours le cas. SpeechSensor (Fig. 3) détecte automatiquement l'endroit où se situe l'orateur dominant et envoie ces informations à AutoSense OS 5.0, le système de classification automatique qui équipe les aides auditives Phonak, afin d'ajuster le mode du microphone directionnel en fonction. Si la parole provient de la droite ou de la gauche, un focalisateur Directionnel fixe se déclenche. Si la parole provient de derrière, Real Ear Sound s'active. Enfin, si la parole vient d'en face, SZ 2.0 est utilisé.

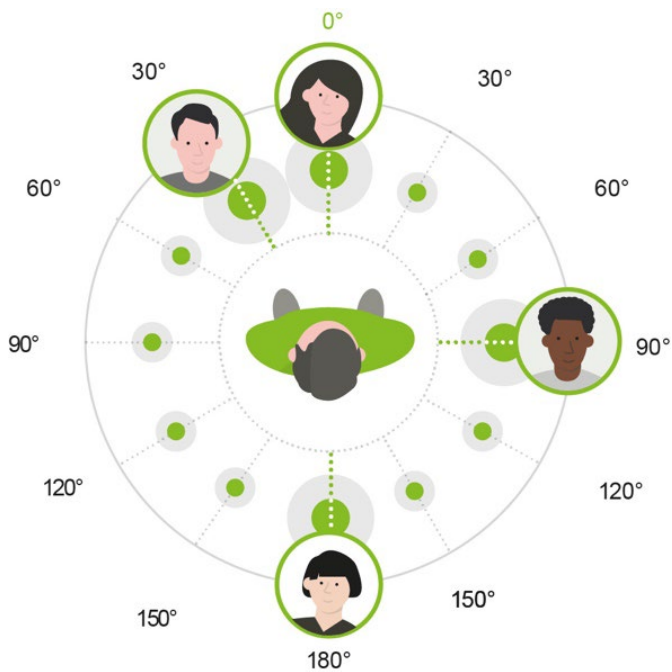


Fig. 3 : SpeechSensor

SpeechSensor détecte automatiquement l'endroit où se situe le locuteur dominant et envoie ces informations à AutoSense OS 5.0 pour ajuster le mode du microphone en fonction. SpeechSensor contribue à améliorer l'accès à la parole venant du côté et de derrière dans les programmes Parole dans le bruit (SpiN) ou Parole dans le bruit intense (SPiLN).

Les objectifs de l'étude actuelle étaient de :

1. évaluer si SpeechSensor offre de meilleurs seuils de reconnaissance vocale (SRV) dans les situations bruyantes lorsque la parole vient du côté et de derrière par rapport au système précédent, dans lequel SZ était actif dans ces situations ;
2. évaluer si SpeechSensor permet un effort auditif moindre dans les situations bruyantes lorsque la parole vient du côté et de derrière, par rapport à SZ ;
3. évaluer si SZ offre de meilleurs SRV dans les situations très bruyantes lorsque la parole vient d'en face par rapport au mode Directionnel fixe.

Méthodologie

Participants

Vingt-deux (22) sujets (14 hommes, 8 femmes) présentant une perte auditive légère à sévère (Fig. 4) ont participé à l'étude entre mars et juillet 2022. Tous les sujets étaient expérimentés dans l'utilisation d'aides auditives. Ils ont été appareillés avec des aides auditives Phonak Audéo Paradise 90-R (écouteur dans le conduit, RIC) dotées de batteries rechargeables. L'âge moyen des participants était de 76 ans.

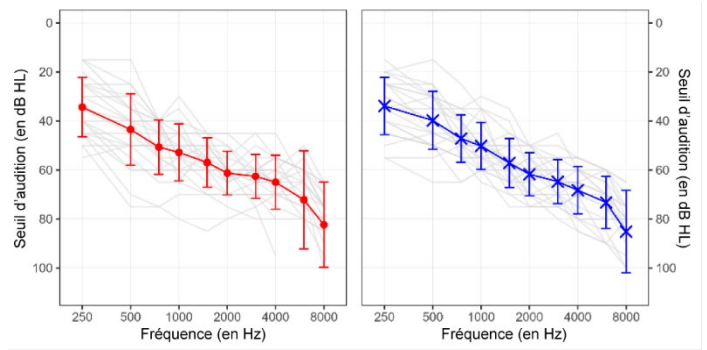


Fig. 4 : Seuils d'audition : perte auditive moyenne par fréquence et par oreille pour les 22 sujets ayant participé à l'étude.

Configuration du test

La Fig. 5 représente la configuration du test pour évaluer l'avantage de SpeechSensor lorsque la parole vient du côté, d'en face et de derrière. Tous les tests ont été réalisés avec des appareils Audéo P, car les appareils Lumity n'étaient pas encore disponibles pour les tests. Pour simuler et évaluer SpeechSensor dans les appareils Audéo P, les réglages d'aide auditive suivants ont été programmés :

- Formule de présélection Phonak Digital Adaptative (PDA) : niveau de gain de 100 %
- Paramètres adaptatifs : désactivés
- Système de compression fréquentielle : désactivé
- Programme de référence : Parole dans le bruit intense (SiLN) ; microphone : SZ (REF)
- Programme pour la parole venant du côté (imite SpeechSensor venant du côté) : SiN (Parole dans le bruit) ; microphone : Directionnel fixe
- Programme pour la parole venant de derrière (imite SpeechSensor venant de derrière) : SiN (Parole dans le bruit) ; microphone : RES

SZ 2.0 dans les appareils Lumity a une plage d'intensités allant de 21 à 27, avec une intensité par défaut de 24. SZ dans les appareils Paradise ne dispose que d'une seule intensité (24), qui imite l'intensité par défaut dans Lumity, ce qui permet une comparaison équivalente. Une étude supplémentaire est en cours pour continuer d'évaluer les bénéfices de SpeechSensor et SZ 2.0 dans les appareils Lumity après leur lancement.

Les seuils de reconnaissance vocale (SRV) ont été mesurés à l'aide de l'Oldenburg Satztest, ou OLSA (Wagner et coll., 1999), dans un modèle test-retest. Le SRV correspond au RS/B (en dB) nécessaire pour atteindre 50 % d'intelligibilité des mots présentés. Le brouhaha diffus d'une cafétéria était présenté au moyen de 11 haut-parleurs à 71 dB(A) (représentés par « N » sur la Fig. 5). Le matériel vocal de test (« T ») se composait de phrases OLSA présentées à 90°, 180° et 0° (Fig. 5). Les sujets étaient assis au milieu du cercle formé par les haut-parleurs et devaient regarder vers l'avant.

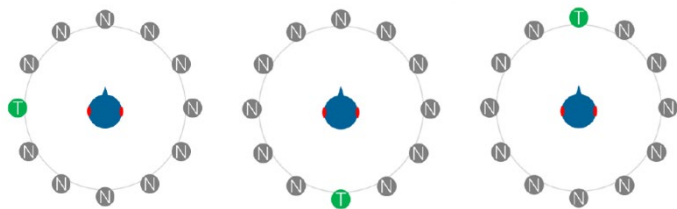


Fig. 5 : Configuration du test pour évaluer l'avantage de SpeechSensor lorsque la parole vient du côté, de derrière et d'en face.

Les fonctions à l'étude étaient activées par le chercheur via Phonak Target. L'ordre de test était rendu aléatoire afin de contrer tout effet d'apprentissage et de fatigue. Les conditions de test étant toutes mises en œuvre dans la même aide auditive, les sujets ne pouvaient pas identifier la condition testée.

L'effort auditif était mesuré en dB RS/B à l'aide du test de Classification de l'effort d'écoute catégorisé adaptatif (ACALES, Adaptive Categorical Listening Effort Scaling) (Lutz et coll., 2010 ; Krueger et coll., 2017) dans un modèle test-retest. Ce test adaptatif permet aux sujets de noter l'effort requis pour comprendre les phrases à différents RS/B. Le RS/B est adapté pour couvrir une gamme de conditions d'écoute classées de « aucun effort » (1) à « effort extrême » (13). Les résultats sont ensuite résumés en dB RS/B pour trois notes d'effort : aucun effort (1), effort moyen (7) et effort extrême (13). Un RS/B plus bas signifie que le participant peut tolérer plus de bruit pour la même note d'effort auditif subjectif, ce qui indique de meilleurs résultats.

Résultats

L'amélioration des SRV avec la nouvelle fonction, SpeechSensor, est visible dans la Fig. 6. Les résultats ont montré que SpeechSensor permet une amélioration des seuils de reconnaissance vocale (SRV) de 1,7 dB dans les situations bruyantes lorsque la parole vient du côté et une amélioration de 1,4 dB lorsque la parole vient de derrière, par rapport au système précédent dans lequel SZ aurait été activé pour chaque situation auditive. Une valeur dB RS/B plus basse sur l'axe Y indique une meilleure compréhension vocale. En pourcentage, cela correspond à 17 % d'amélioration de la compréhension vocale avec le mode Directionnel fixe lorsque la parole vient du côté, et à 14 % d'amélioration avec RES lorsque la parole vient de derrière, par rapport à SZ. Ensemble, ces résultats montrent que SpeechSensor offre un bénéfice de 1,55 dB de SRV (15 %) ($p < 0,001$) lors du test de parole dans le bruit par rapport à SZ, lorsque la parole vient du côté ou de derrière. Le calcul de conversion de la valeur en dB à la valeur en pourcentage repose sur une estimation suggérée par Wagener et Brand (2005).

Compréhension vocale de la parole provenant des côtés et de l'arrière

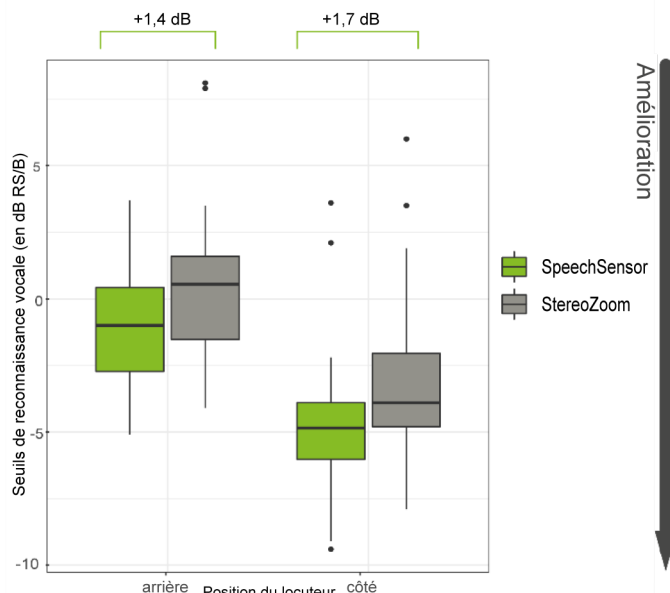


Fig. 6 : Distribution des seuils de reconnaissance vocale par position du locuteur (axe X) et focalisateur testé. Les boîtes représentent la valeur médiane (ligne épaisse), l'écart interquartile (boîtes) et les valeurs correspondant à 1,5 fois l'EI (lignes verticales).

La Fig. 7 montre comment SpeechSensor permet un effort auditif moindre dans les situations bruyantes lorsque la parole vient du côté et de derrière, par rapport à SZ. On a constaté un bénéfice moyen de 1,37 dB ($p < 0,001$) pour l'effort auditif avec SpeechSensor par rapport à SZ, lorsque la parole provenait de derrière (0,7 dB RS/B) ou du côté (2,0 dB RS/B). Cela correspond à une réduction de l'effort auditif de 11 %.

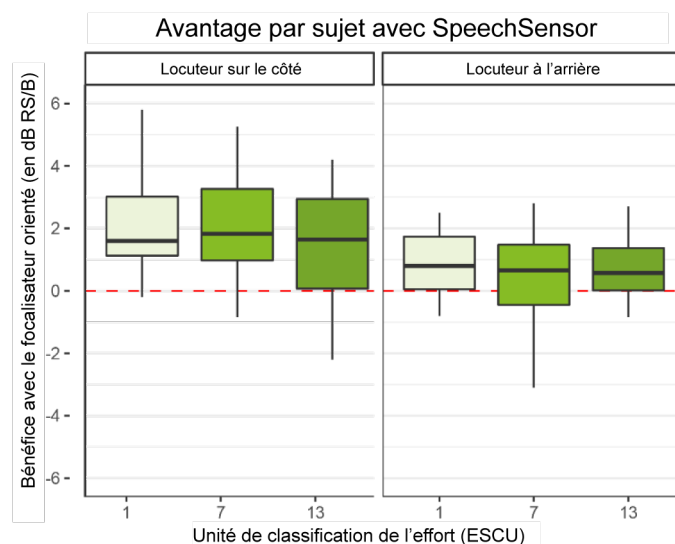


Fig. 7 : Avantage par sujet permis par SpeechSensor en dB RS/B pour un effort auditif donné (1 = aucun effort, 7 = effort moyen, 13 = effort extrême) lorsque le locuteur se trouve sur le côté (gauche) ou derrière (à droite).

Les résultats de SpeechSensor ont montré un avantage pour les utilisateurs lorsque la parole vient de derrière et du côté. L'avantage de SZ a été mesuré afin de démontrer le bénéfice

clinique de l'aide auditive lorsque la parole vient d'en face. La Fig. 8 illustre que SZ offre de meilleurs SRV dans les situations très bruyantes lorsque la parole vient d'en face par rapport au mode Directionnel fixe. Les résultats ont montré une amélioration de 1,6 dB ($p < 0,001$) des niveaux de SRV avec SZ par rapport au mode Directionnel fixe, lorsque la parole cible vient d'en face et que le bruit vient des haut-parleurs environnants. Cela correspond à une amélioration de la compréhension vocale de 16 % avec SZ par rapport au mode Directionnel fixe. La Fig. 8 démontre également que le mode Directionnel fixe et SZ permettent tous deux une amélioration significative par rapport à la condition sans aide auditive ($p < 0,001$).

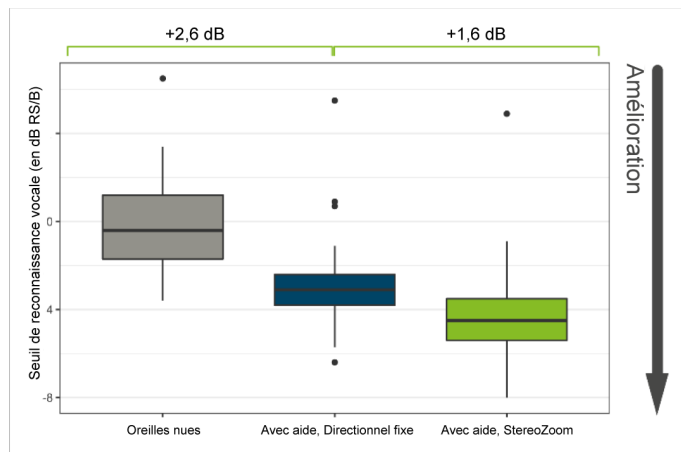


Fig. 8 : Distribution des SRV mesurés dans les conditions avec le mode Directionnel fixe et StereoZoom. Les boîtes représentent la valeur médiane (ligne épaisse), l'écart interquartile (EI, boîte) et les valeurs correspondant à l'EI (lignes verticales).

Discussion

Concernant les objectifs de l'étude présentés dans l'introduction, la nouvelle fonction SpeechSensor de Lumity a montré des améliorations de la compréhension vocale comme de l'effort auditif pour les patients atteints de perte auditive légère à sévère. SpeechSensor détecte automatiquement la direction d'où vient la parole. Lorsque la parole vient du côté, le mode de microphone Directionnel fixe s'active, ce qui permet une amélioration de 17 % lors du test de parole dans le bruit avec les phrases OLSA par rapport au système précédent dans lequel SZ aurait été activé. Lorsque la parole vient de derrière, SpeechSensor active RES. Les résultats ont montré une amélioration de 14 % par rapport à SZ. Ensemble, ces résultats montrent que SpeechSensor offre un bénéfice de 15 % lors du test de parole dans le bruit.

Le deuxième objectif de l'étude était d'évaluer si SpeechSensor permettait de réduire l'effort auditif dans les situations bruyantes lorsque la parole vient du côté et de derrière, par rapport aux situations dans lesquelles le

microphone est focalisé vers l'avant (SZ), à l'aide du test ACALES. SpeechSensor a montré une amélioration de 11 % de l'effort auditif par rapport à SZ lorsque la parole venait du côté ou de derrière.

Enfin, pour évaluer le bénéfice clinique d'un focalisateur binaural (SZ) par rapport à un focalisateur monaural (Directionnel fixe), le test de parole dans le bruit avec les phrases OLSA a été réalisé lorsque la parole cible était présentée en face. La compréhension vocale était améliorée de 16 % (1,6 dB SRV) avec SZ (intensité par défaut : 24) par rapport à celle obtenue avec un focalisateur Directionnel fixe.

Conclusion

Les études de marché ont montré qu'une meilleure compréhension vocale constitue l'un des besoins les plus importants exprimés par les utilisateurs d'aides auditives (Appleton 2022). En outre, Walden et coll., (2004) ont démontré que dans environ 20 % des situations, la parole cible ne vient pas nécessairement d'en face. Les résultats de l'étude actuelle indiquent que SpeechSensor peut offrir une amélioration de 15 % des SRV pour la parole venant du côté et de derrière, par rapport à SZ. Dans les situations restantes (80 %) dans lesquelles la parole a tendance à venir d'en face, SZ peut offrir 16 % d'amélioration de la compréhension vocale. Ces résultats indiquent que SZ et SpeechSensor peuvent aider à fournir une meilleure compréhension vocale, même dans les environnements d'écoute les plus difficiles.

Références

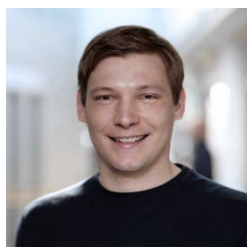
- Abrams, H. B. et Kihm, J. (2015). An introduction to MarkeTrak IX: A New Baseline for the Hearing Aid Market. *Hearing Review*, 22(6).
- Appleton, J. (2022). What Is Important to Your Hearing Aid Clients...and Are They Satisfied? *Hearing Review*. 29(6).
- Appleton, J. (2020) AutoSense OS 4.0 – significantly less listening effort and preferred for speech intelligibility. *Phonak Field Study News*, disponible sur www.phonakpro.com/evidence, consulté le 31 octobre 2022.
- Appleton, J. et König, G. (2014). Improvements in speech intelligibility and subjective benefit with binaural beamformer technology. *Hearing Review*, 21(11), 40-42.
- Derleth, P., Georganti, E., Latzel, M., Courtois, G., Hofbauer, M., Raether, J. et Kuehnel, V. (2021). Binaural Signal Processing in Hearing Aids. *Seminars in Hearing*, 42, 206-223.

- Hagerman, B. et Olofsson, A. (2004). A method to measure the effect of noise reduction algorithms using simultaneous speech and noise. *Acta Acustica united with Acustica*, 90, 356-361.
- Hayes, D. (2019). Speech detection by direction. Unitron White Paper. Disponible sur : https://www.unitron.com/fr/fr_fr/learn/speech-detection-by-direction0.html, consulté le 31 octobre 2022.
- Hornsby, B. W. Y. (2013) The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. *Ear and Hearing*, 34(5), 523-534.
- Jensen N. S., Neher T., Laugesen S., Johannesson, R. B. et Kragelind, L. (2013). Laboratory and field study of the potential benefits of pinna cue-preserving hearing aids. *Trends in Amplification*, 17 (3/4). 171-188.
- Jespersen, C. T., Kirkwood, B. C., Groth, J. (2021). Increasing the effectiveness of hearing aid directional microphones. *Seminars in Hearing*, 42: 224-236.
- Keidser, G., O'Brian, A., Hain, J., McLelland, M. et Yeend, I. (2009). The effect of frequency-dependent microphone directionality on horizontal localization performance in hearing-aid users. *International Journal of Audiology*, 48(11), 789-803.
- Killion, M. C. (1997). The SIN report: Circuits haven't solved the hearing-in-noise problem. *Hearing Journal*, 50(10), 28-32.
- Latzel, M. et Appleton-Huber, J. (2015). StereoZoom – Le comportement adaptatif améliore l'intelligibilité vocale, la qualité sonore et la suppression du bruit. *Field Study News*. Disponible sur www.phonakpro.fr/etudes, consulté le 31 octobre 2022.
- Luts, H., Eneman, K., Wouters, J., Schulte, M., Vormann, M., Buechler, M., Dillier, N., Houben, R., Dreschler, W. A., Froehlich, M., Puder, H., Grimm, G., Hohmann, V., Leijon, A., Lombard, A., Mauler, D. et Spriet, A. (2010). Multicenter evaluation of signal enhancement algorithms for hearing aids. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3), 1491-1505.
- Krüger, M., Schulte, M., Brand, T. et Holube, I. (2017). Development of an adaptive scaling method for subjective listening effort. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(6), 4680-4693.
- Pichora-Fuller, M. K. et Singh, G. (2006). Effects of age on auditory and cognitive processing: implications for hearing aid fitting and audiologic rehabilitation. *Trends in Amplification*, 10(1), 29-59.
- Picou, E.M., Ricketts, T.A., Et Hornsby, B.W.Y. (2013). How hearing aids, background noise, and visual cues influence objective listening effort. *Ear and Hearing*, 34(5), e52-e64.
- Picou, E., Aspell, E. et Ricketts, T. (2014). Potential benefits and limitations of three types of directional processing in hearing aids. *Ear and Hearing*, 35(3), 339-52.
- Raether, J. (2005). Real Ear Sound – A simulation of the pinna effect optimizes sound localization also with open fittings. *Phonak Field Study News*. Disponible sur www.phonakpro.fr/etudes, consulté le 31 octobre 2022.
- Schulte, M., Meis, M., Krüger, M., Latzel, M. et Appleton-Huber, J. (2018). Augmentation significative du nombre d'interactions sociales lors de l'utilisation de StereoZoom. *Phonak Field Study News*. Disponible sur : www.phonakpro.fr/etudes, consulté le 31 octobre 2022.
- Stewart, E., Rakita, L. et Drexler, J. (2019). Phonak Compendium: StereoZoom Part 1: The benefit of wirelessly connected narrow directionality in Phonak hearing aids for speech intelligibility. Disponible sur : www.phonakpro.fr/etudes, consulté le 31 octobre 2022.
- Xu, J. et Han, W. (2014). Improvement of Adult BTE Hearing Aid Wearers' Front/Back Localization Performance Using Digital Pinna-Cue Preserving Technologies: An Evidence-Based Review. *Korean Journal of Audiology*, 18, 97-104.
- Walden B. E., Surr R. K., Cord M. T. et Dyrland O. (2004). Predicting hearing aid microphone preference in everyday listening. *J Am Acad Audiol*, 15(5):365-96.
- Wagener, K., Kühnel, V. et Kollmeier, B. (1999). Development and evaluation of a German sentence test I: Design of the Oldenburg sentence test. *Z. Audiol.* 38, 4-15.
- Wagener, K. C. et Brand, T. (2005). Sentence intelligibility in noise for listeners with normal hearing and hearing impairment: influence of measurement procedure and masking parameters. *International Journal of Audiology*, 44(3), 144-156.
- Winneke, A., Schulte, M., Vormann, M. et Latzel, M. (2020). Effect of directional microphone technology in hearing aids on neural correlates of listening and memory effort: an electroencephalographic study. *Trends in Hearing*, 24:1-16. Disponible sur www.phonakpro.com/evidence, consulté le 31 octobre 2022.
- Woodward, J., Kühnel, V. et Latzel, M. (2022). Innovative speech understanding solutions: Lumity with SmartSpeech™ Technology. *Phonak Insight*. Disponible sur : www.phonapro.com/evidence, consulté le 15 octobre 2022.

Chercheurs externes



Depuis 2004, le Dr Michael Schulte travaille pour Hörzentrum Oldenburg GmbH en Allemagne, où il est responsable des études en audiologie pour des projets financés grâce à des fonds publics ainsi qu'en coopération avec le secteur. En 2002, il a obtenu son doctorat au Centre de biomagnétisme de l'Institut d'audiologie expérimentale de l'Université de Münster, en Allemagne. De 2002 à 2003, il a travaillé comme étudiant postdoctoral au Centre de neuroimagerie cognitive F.C Donders de Nimègue aux Pays-Bas. Le domaine de recherche de Michael Schulte est l'évaluation des systèmes auditifs avec un intérêt particulier pour l'effort d'écoute.



Jan Heeren a étudié la physique à l'Université d'Oldenburg, en Allemagne, et a obtenu son diplôme dans le groupe de physique médicale en 2014. À partir de 2012, il a travaillé sur plusieurs projets dans le domaine d'évaluation des aides auditives et des acoustiques virtuelles à l'université et au Hörzentrum Oldenburg. En 2016, il a commencé à travailler au service R&D à HörTech GmbH sur des méthodes d'évaluation d'aides auditives. Outre ses activités scientifiques, il a participé à plus de 500 événements en tant qu'ingénieur du son indépendant depuis 2008.



Müge Kaya travaille en tant qu'assistante médico-technique au Hörzentrum Oldenburg depuis 2000, se concentrant sur l'évaluation du système auditif audiolinguistique, les diagnostics audiolinguistiques spéciaux, l'organisation interprojets et l'acquisition de sujets.

Chercheurs internes



Le Dr Matthias Latzel a suivi une formation en génie électrique à Bochum et à Vienne en 1995. Après avoir terminé sa thèse en 2001, il a fait un PostDoc à l'université de Giessen, dans le département d'audiologie, de 2002 à 2004.

En 2011, il a été responsable du département d'audiologie de Phonak Allemagne. Depuis 2012, il travaille comme Directeur de la recherche clinique pour Phonak AG, en Suisse.



Christophe Lesimple a étudié la musique à Stuttgart, l'audiologie à Lyon et les statistiques à Paris et à Berne. Il travaille en tant que chercheur audioprothésiste et participe à plusieurs aspects du développement, notamment aux

concepts, aux essais cliniques et à l'analyse des données. Outre ses activités avec Sonova, il enseigne l'analyse auditive pour l'apprentissage automatique à l'Université des sciences appliquées de Berne, la vérification des aides auditives à l'Akademie Hören Schweiz et est bénévole pour une association de malentendants.

Auteur



Jane a rejoint le siège de Phonak en 2005. Dans son rôle de responsable du service d'audiologie, Jane vise à fournir des produits, des fonctionnalités et des formations efficaces et fondés sur des données probantes. Elle a plus de 20 ans

d'expérience en audiologie et a travaillé en clinique dans des hôpitaux universitaires au Royaume-Uni et en Suisse, dans le développement de systèmes auditifs et de logiciels, ainsi que dans la formation. Jane est titulaire d'un diplôme en audiologie et d'un diplôme en psychologie de l'université de Southampton, au Royaume-Uni.