

Phonak

Field Study News.

Le Renforcement de la parole réduit l'effort d'écoute et la fatigue

Cette étude menée au Hörzentrum Oldenburg a constaté que l'utilisation du Renforcement de la parole réduisait l'effort d'écoute subjectif de 29 % lors de l'écoute d'une parole faible ou distante. L'écoute avec le Renforcement de la parole a également réduit l'accumulation de fatigue de 21 % lors d'une journée d'écoute comprimée dans le temps.

Latzel, M., Heeren, J. et Lesimple, C., août 2024

Points clés

- Le Renforcement de la parole entraîne une augmentation sensiblement inférieure de la fatigue subjective lors de la période de test de 2,5 heures. L'effet de la fatigue a été réduit de 21 % (RP activé par rapport à RP désactivé).
- Il a été prouvé que le Renforcement de la parole réduit considérablement l'effort d'écoute. À une distance de 2 mètres, il a été calculé que l'effort d'écoute subjectif était réduit de 34 % (RP activé par rapport à désactivé). En moyenne sur 2, 4 et 8 mètres, il a été calculé que la diminution de l'effort d'écoute subjectif était de 29 % (RP activé par rapport à désactivé).
- Il a également été prouvé que le Renforcement de la parole améliore de façon significative l'intelligibilité vocale, en plus de la mémoire et de la compréhension.

Considérations pour la mise en pratique

- La fatigue mentale est un symptôme typique signalé par les personnes présentant une perte auditive (Hetu et al., 1988 ; Holman et al., 2019).
- Le Renforcement de la parole est un algorithme adaptatif conçu pour améliorer les crêtes d'un signal vocal faible dans le cadre de situations calmes.
- Le Renforcement de la parole a été introduit pour la première fois en 2020, avec les appareils premium Paradise (niveau de performances 90) et a été défini par défaut uniquement pour les utilisateurs sélectionnés comme « utilisateurs expérimentés » dans Phonak Target. Dans la plateforme Infinio, le Renforcement de la parole est désormais activé par défaut également pour les nouveaux utilisateurs. Il peut être défini sur toutes les valeurs entre 0 (désactivé) et 20 (intense).
- Une étude distincte a montré que le Renforcement de la parole réduisait l'effort d'écoute de 45 % lorsque la parole venait d'une pièce voisine (Habicht et al., 2024).

Introduction

De nombreuses études ont démontré que les personnes présentant une perte auditive signalent qu'elles ont besoin d'un effort d'attention, de concentration et mental/d'écoute plus important pour compenser les difficultés résultant de leur déficience auditive (Hétu et al., 1988 ; Kramer et al., 2006). Winneke et al. (2020) se sont intéressés à l'influence de différentes modes de microphone sur l'effort d'écoute et ont découvert la présence de taux inférieurs d'effort d'écoute lors de l'utilisation de StereoZoom (focalisateur binaural) par rapport à Real Ear Sound (omnidirectionnel, avec une directionnalité uniquement dans les fréquences les plus hautes) dans les situations présentant un rapport signal sur bruit inférieur (RS/B). L'effort consomme des ressources et le système cognitif est censé disposer de ressources limitées à tout moment (Edwards, 2007). Il s'agit d'un coût de renonciation, lorsque les ressources utilisées dans un domaine (par exemple, pour contribuer à la lecture labiale et au processus descendant afin de compléter les informations manquées à cause de la perte auditive) ne sont pas disponibles autre part. Cela a été corroboré par McCoy et al. (2005), qui ont constaté que les participants plus âgés présentant une perte auditive obtenaient de moins bons résultats pour un test de mémoire (remémoration de mots) qu'un groupe dans une tranche d'âge similaire, et ont conclu que ce fait était dû à une augmentation de la charge cognitive. De manière intuitive, un effort d'écoute soutenu dans la durée peut entraîner une fatigue « mentale », qui correspond à une diminution des performances cognitives en raison d'un effort mental prolongé (DeLuca, 2005). Des signalements anecdotiques et des autodéclarations de stress et de fatigue liés aux difficultés de communication résultant de la perte auditive renforcent ce constat (Hornsby, 2013; Hétu et al., 1988). Hornsby (2013) a étudié l'effort d'écoute et la fatigue chez 16 participants présentant une perte auditive déclinante légère à sévère. Il a constaté un bien meilleur rappel des mots mémorisés et des temps de réaction plus rapides chez les personnes bénéficiant d'une aide par rapport aux personnes ne bénéficiant pas d'aide, ce qui signifie que l'effort d'écoute nécessaire est moindre en cas d'amplification. Chose intéressante, alors que la reconnaissance des mots et le rappel de mémoire sont restés relativement stables sur des sessions répétées chez les personnes bénéficiant d'une aide et ne bénéficiant pas d'aide, les temps de réaction augmentaient systématiquement lorsque les participants ne portaient pas leurs aides auditives, ce qui semble indiquer que l'utilisation d'aides auditives réduit la fatigue mentale.

Crowhen et al., 2022 et Blümer et al., (soumise) ont pu démontrer qu'un traitement de la parole soutenu entraîne une augmentation de la fatigue mentale. Cependant, grâce à la fourniture d'aides auditives, la concentration nécessaire et la fatigue mentale sont moindres. En outre, un test de concentration visuelle (d2-R, Brickenkamp, 1962) a révélé que la vitesse de traitement mental était plus rapide en cas de port d'aides auditives par rapport à l'absence d'aide. Cela suggère que le port d'aides auditives peut réduire la fatigue liée à la perte auditive, et par conséquent

améliorer le bien-être général en permettant une communication plus efficace.

Le Renforcement de la parole est un algorithme adaptatif des aides auditives Phonak (plateforme Lumity et au-delà) conçu pour améliorer les crêtes d'un signal vocal dans le cadre de situations calmes (Pittmann et al., 2023). Un gain supplémentaire de 10 dB maximum sera appliqué dans les circonstances suivantes :

- une parole entre 30 et 50 dB de niveau d'entrée est détectée ; et
- le RS/B est d'au moins +10 dB.

L'avantage principal de permettre aux utilisateurs d'aides auditives d'accéder au Renforcement de la parole est qu'il vise à améliorer la compréhension de la parole dans le calme. Entendre la parole dans le calme est le meilleur indicateur d'efficacité des aides auditives (Dillon, 2018). Le Renforcement de la parole est activé lorsque les utilisateurs d'aides auditives utilisent le programme Situations calmes d'AutoSense OS. D'après notre lac de données d'appareillage, nous savons que les utilisateurs d'aides auditives utilisent le programme Situations calmes 68 % du temps*. Il serait possible d'avancer l'hypothèse que, si le Renforcement de la parole améliore l'intelligibilité vocale dans le calme ou de parole distante, un effort d'écoute moindre serait nécessaire et la fatigue mentale serait réduite.

L'étude actuelle vise à déterminer si l'activation de la fonction du Renforcement de la parole entraîne effectivement une diminution de l'effort d'écoute, et, par conséquent, une diminution de la fatigue mentale. Les objectifs secondaires consistaient à vérifier si le Renforcement de la parole améliorerait l'intelligibilité vocale ainsi que la mémoire et la compréhension.

Méthodologie

22 utilisateurs d'aides auditives expérimentés ont participé à cette enquête clinique. Leur âge médian était 76 ans (min. = 55, max. = 83). 10 étaient des femmes et 12 des hommes. Les seuils d'audition ont été mesurés à l'aide de l'audiométrie tonale pure (voir la figure 1). La moyenne tonale pure (PTA) était de 58,5 dB HL (ET = 5,5 dB HL).

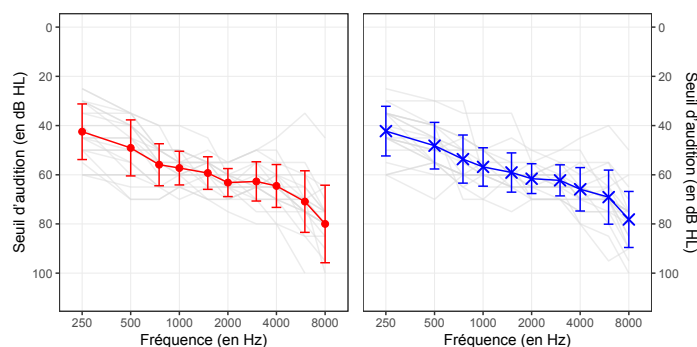


Figure 1. Moyenne des seuils d'audition avec un écart type pour les oreilles rouge (droite) et bleue (gauche). Les audiogrammes individuels sont représentés en bleu.

*Lac de données d'appareillage extrapolées le 14 mai 2024 pour les utilisateurs de Phonak Lumity avec un temps d'utilisation, aux États-Unis.

Les participants ont été équipés d'aides auditives Audéo L90-R (écouteur M ou P, en fonction de la perte auditive) avec des SlimTip sans événement. Ils ont été équipés selon la formule de présélection Phonak Digital Adaptive (APD 2.0) avec une compression de fréquences, des fonctions adaptatives et AutoSense OS désactivé. Leur appareillage incluait deux programmes manuels :

Situations calmes : Renforcement de la parole désactivé (0)

Situations calmes : Renforcement de la parole activé (20)

(intensité maximale)

Les mesures de la réponse de l'oreille réelle assistée (REAR) ont été obtenues à 50, 65 et 80 dB SPL.

Fatigue

L'approche méthodologique générale de cette étude était la journée d'écoute comprimée dans le temps (TCAD ; Blümer et al., soumise), une séquence de tests en laboratoire qui rassemble des difficultés auditives qui surviennent lors d'une journée typique en une session de test de 2,5 heures. Il s'agit d'une simulation de la fatigue, avec une validité écologique élevée, mais aussi de conditions de test contrôlées dans une configuration de laboratoire en champ libre. Pour gérer les situations dans lesquelles le Renforcement de la parole est actif, tous les tests ont été effectués à des niveaux de parole faibles et sans bruit ambiant. Au cours de la TCAD, les sujets ont évalué leur sensation de fatigue sur une échelle à 10 points au début de chaque session de test suivie par un effort d'écoute et par de la fatigue après chaque test d'écoute. La méthode d'évaluation subjective a été retenue pour l'objectif principal, car elle permet de suivre l'état de fatigue individuel, alors que chacun des tests inclus n'apporte qu'un seul point de données. L'évaluation a été effectuée onze fois pour chacune des conditions de RP désactivé et RP activé.

Effort d'écoute subjectif

Dans le cadre de la TCAD, les participants ont effectué un test ACALES modifié (Krüger et al., 2017), au cours duquel ils ont évalué l'effort d'écoute subjectif pour des phrases OLSA en fonction de la distance de la source sonore. Ainsi, les phrases ont été convoluées avec des réponses à l'impulsion de la pièce (ambiophonie du premier ordre) mesurées dans une pièce à réverbération moyenne ($T60 = 0,8$ s) à des distances de 2 m, 4 m et 8 m. Elles ont été diffusées au moyen d'une configuration horizontale de haut-parleurs composée de 16 haut-parleurs. Les niveaux de diffusion étaient de 8 dB de plus que les seuils de reconnaissance vocale (SRV). Les sujets ont évalué l'effort d'écoute sur une échelle allant de 1 (aucun effort) à 13 (effort extrêmement intense). Ce test a été inclus comme référence, puisqu'il faisait déjà partie d'une étude précédente.

Le test ACALES a été effectué deux fois pour chacune des conditions de RP désactivé et RP activé.

Intelligibilité vocale

Le Concurrent OLSA test (CC-OLSA) est un test de reconnaissance vocale qui comprend la présentation de phrases du test de

phrases d'Oldenburg (OLSA, Wagener et al., 1999a-c) à des rapports signal sur bruit fixes par trois interlocuteurs parlant à tour de rôle (Heeren et al., 2022). Dans cette étude, la parole a été diffusée sans bruit ambiant à des niveaux de 5 dB au-dessus des RS/B individuels. Le CC-OLSA fait également partie de la TCAD. Le CC-OKSA mesure la reconnaissance vocale en pourcentage de répétitions correctes des mots cibles, et a été effectué deux fois pour chacune des conditions de RP désactivé et RP activé.

Mémoire et compréhension

Lors du test de mémoire et de compréhension (Mirkovic et al. 2016), les participants ont écouté le conte allemand « Zwerg Nase », qui a été diffusé à 2 dB en dessous des RS/B individuels. Par la suite, ils ont rempli un questionnaire sur le contenu du conte. Comme les autres tests, ce test était inclus dans le cadre de la TCAD. Le test de mémoire et de compréhension a été effectué deux fois pour chacune des conditions de RP désactivé et RP activé.

Résultats

Fatigue

Les évaluations de la fatigue subjective ont été recueillies à plusieurs reprises pendant toute la TCAD. La fatigue accumulée est la moyenne de toutes ces évaluations de la fatigue. Le changement de la fatigue entre le début de la TCAD et la fin de la TCAD a été mesuré pour les deux conditions de RP désactivé et RP activé. Les résultats de la fatigue accumulée sont représentés dans la figure 2. L'utilisation de la valeur cumulée permet d'éviter que les effets d'un seul test affectent la fatigue générale ressentie.

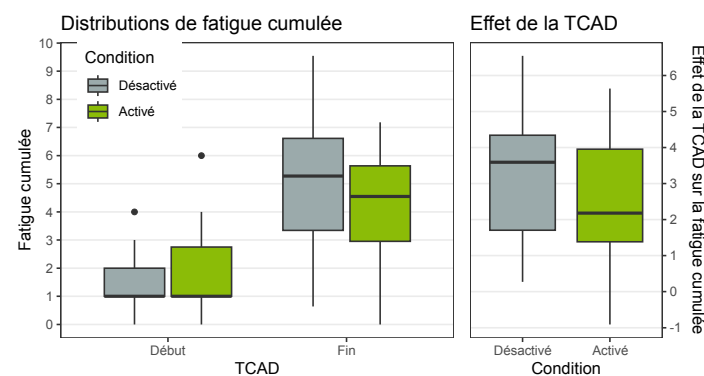


Figure 2. Distribution, à gauche, du score brut de fatigue (médianes et écarts interquartiles) pour le début et la fin de la TCAD pour le RP activé (vert) et le RP désactivé (gris). L'effet intrasujet de la TCAD est indiqué à droite.

L'effet moyen de la TCAD sur la fatigue avec le RP désactivé était de 3,3 (ET = 1,1) et, avec le RP activé, de 2,6 (ET = 1,1). L'effet de la TCAD sur la fatigue accumulée était significativement plus faible avec le RP activé par rapport au RP désactivé (différence médiane = -0,4), $p = 0,028$, $r = 0,406$. Le Renforcement de la parole s'est donc révélé capable de réduire l'effet de la fatigue de 21 % lors du déroulement de la TCAD en fonction de ses paramètres.

Effort d'écoute subjectif

Les scores d'effort d'écoute du test ACALES sont affichés dans la figure 3. L'ACALES a été mesuré pour 3 distances croissantes d'interlocuteurs : à 2 m, 4 m et 8 m deux fois pendant la TCAD. La distribution des résultats cumule les résultats pour chaque répétition. Les scores plus élevés indiquent une augmentation de l'effort d'écoute.

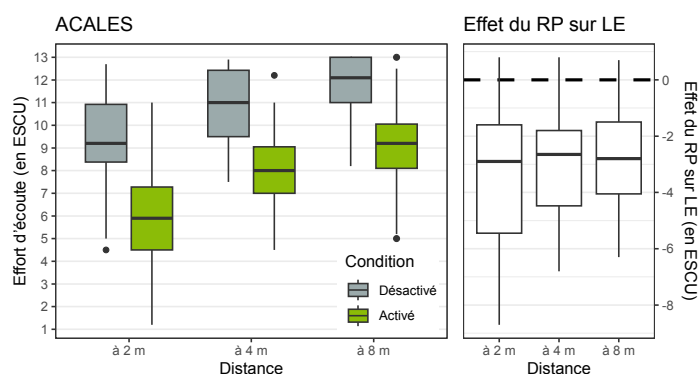


Figure 3. Distribution, à gauche, des scores de l'ACALES (médianes et écarts interquartiles) pour les distances croissantes d'interlocuteurs (de 2 m à 8 m) pour le RP activé (vert) et le RP désactivé (gris). L'effet intrasujet du RP est indiqué à droite.

Il a été prouvé que le Renforcement de la parole réduit considérablement l'effort d'écoute (effet moyen = -3,1 ESCU, $p < 0,001$). À une distance de 2 mètres, il a été calculé que l'effort d'écoute était réduit de 34 % (RP activé par rapport à désactivé). En moyenne sur 2, 4 et 8 mètres, il a été calculé que la diminution de l'effort d'écoute était de 29 % (RP activé par rapport à désactivé).

L'effet de la distance a été important ($p < 0,001$), ce qui suggère que l'effort d'écoute augmente avec la distance de l'interlocuteur : +1,8 ESCU de 2 m à 4 m et +0,9 de 4 m à 8 m. L'effet de la répétition du test ($p = 0,08$) et son interaction avec la condition du test ($p = 0,95$) n'étaient pas significatifs.

Intelligibilité vocale

Les scores de reconnaissance vocale du CC-OLSA sont indiqués dans la figure 4. Le test CC-OLSA a été répété deux fois lors de la TCAD. Les pourcentages regroupent l'identification du genre de l'interlocuteur et l'identification correcte du mot cible. Les scores plus élevés indiquent de meilleurs résultats.

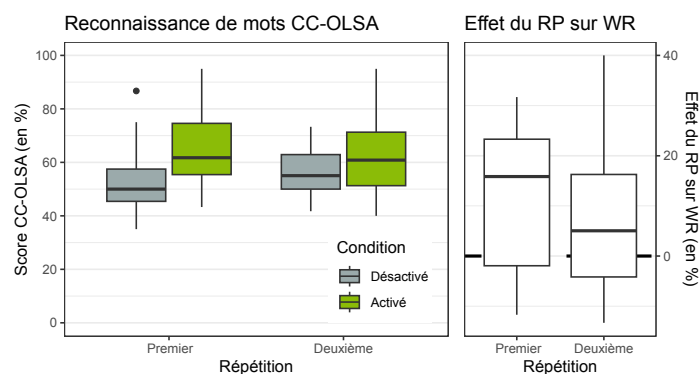


Figure 4. Distribution, à gauche, des scores de reconnaissance vocale du CC-OLSA (médianes et écarts interquartiles) pour les deux répétitions lors de la TCAD pour le RP activé (vert) et le RP désactivé (gris). L'effet intrasujet du RP est indiqué à droite.

Il a été prouvé que le Renforcement de la parole améliore considérablement l'intelligibilité vocale de 9,2 % ($p < 0,001$). L'effet de la répétition du test ($p = 0,35$) et son interaction avec la condition du test ($p = 0,16$) n'étaient pas significatifs.

Mémoire et compréhension

La distribution du nombre de réponses correctes du test de mémoire et de compréhension est indiquée dans la figure 5. Le test a été répété deux fois pendant la TCAD et les scores plus élevés représentent de meilleurs résultats.

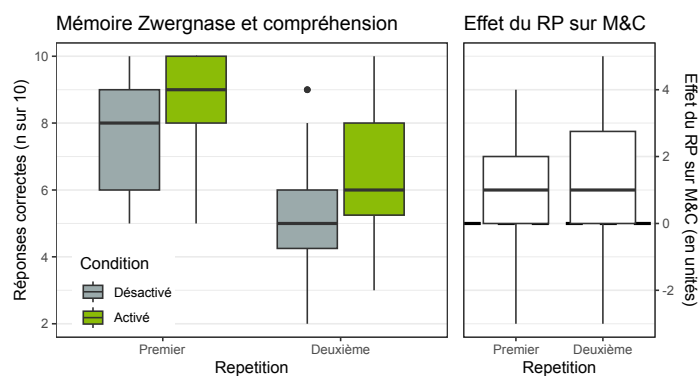


Figure 5. Distribution, à gauche, des réponses correctes du test de mémoire et de compréhension (médianes et écarts interquartiles) pour les deux répétitions lors de la TCAD pour le RP activé (vert) et le RP désactivé (gris). L'effet intrasujet du RP est indiqué à droite.

Il a été prouvé que le Renforcement de la parole améliore considérablement la mémoire et la compréhension d'une unité ($p < 0,001$). On peut également noter un effet considérable de la répétition du test ($p < 0,001$), c'est-à-dire qu'à la fin de la TCAD, les scores étaient inférieurs de 2 unités à ceux du début. Il n'y a pas eu d'interaction significative entre la condition et la répétition du test ($p = 0,54$).

Conclusion

Les études de Hornsby (2013) et Blümer (soumise) suggéraient que l'utilisation d'aides auditives réduit la fatigue mentale. Cette étude est la toute première étude qui signale des différences considérables concernant la fatigue lors de l'activation d'une seule fonction d'aide auditive.

Il a été prouvé que le Renforcement de la parole des appareils Lumity réduisait considérablement l'effet de la fatigue lorsque les utilisateurs écoutaient une parole trop faible pendant une plus longue période. C'est extrêmement pertinent au vu de l'étude qui montre que la fatigue mentale est un symptôme courant signalé par les personnes présentant une perte auditive (Hetu et al., 1988 ; Holman et al., 2019). En outre, il a été prouvé que le Renforcement de la parole entraîne une amélioration de l'intelligibilité vocale, une baisse de l'effort d'écoute et de meilleures performances de mémoire et de compréhension. Cela montre les nombreux avantages de l'activation du Renforcement de la parole pour les utilisateurs d'aides auditives.

Références

Blümer, M., Heeren J., Mirkovic B., Latzel M., Gordon C., Crowhen D., Meis M., Wagener K., Schulte M. (soumise). The impact of hearing aids on listening effort and listening related fatigue – investigations in a virtual realistic listening environment. *Trends in Hearing*.

Brickenkamp, R. (1962). *Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (Test d2) [Le test d'attention d2]*. Göttingen, Allemagne : Hogrefe.

Crowhen, D. J., Gordon, C. M. D. et Latzel, M. (2022). Phonak hearing instrument technology reduces both listening effort and fatigue. *Phonak Field Study News*, disponible sur <https://www.phonak.com/en-int/professionals/audiology-hub/evidence-library>.

DeLuca, J. (2005). *Fatigue as a Window to the Brain*. Cambridge, MA: MIT Press.

Dillon H, Hickson L, et Seeto M. (2018). Hearing aids: What audiologists and ENTs should know. *Discours d'ouverture : Congrès mondial d'audiologie*. Le Cap, Afrique du Sud.

Edwards, B. (2007). The future of hearing aid technology. *Trends in Amplification*. 11, 31–46.

Habicht, J. et Schuepbach-Wolf, M. (2024). Speech Enhancer reduces subjective listening effort. *Phonak Field Study News*, disponible sur <https://www.phonak.com/en-int/professionals/audiology-hub/evidence-library>.

Heeren, J., Nuesse, T., Latzel, M., Holube, I., Hohmann, V., Wagener, K. C., et Schulte, M. (2022). The Concurrent OLSA test: A method for speech recognition in multi-talker situations at fixed SNR. *Trends in Hearing*, 26, doi : 23312165221108257.

Hetu, R., L. Riverin, N. Lalande, L. Getty, et C. St-Cyr. (1988). Qualitative analysis of the handicap associated with occupational hearing loss. *British Journal of Audiology*, 22 (4): 251–264. doi :10.3109/03005368809076462.

Holman, J. A., Drummond, A., Hughes, S. E., Naylor, G. (2019). Hearing impairment and daily-life fatigue: a qualitative study. *International Journal of Audiology*, 58(7), 408–416. doi : 10.1080/14992027.2019.1597284.

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, DOI : 10.1097/AUD.0b013e31828003d8

Kramer, S. E., Kapteyn, T. S., et Houtgast, T. (2006). Occupational performance: comparing normally-hearing and hearing-impaired employees using the Amsterdam Checklist for Hearing and Work. *International Journal of Audiology*, 45, 503–512.

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.

McCoy, S. L., Tun, P. A., Cox, L. C., Colangelo, M., Stewart, R. A. et Wingfield, A. (2005). Hearing loss and perceptual effort: downstream effects on older adults' memory for speech. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58, 22–33.

Mirkovic, B., Bleichner, M. G., De Vos M., et Debener S. (2016). Target speaker detection with concealed EEG around the ear. *Frontiers in Neuroscience*, 10 (311). doi : 10.3389 / fnins.2016.00349.

Pittman, A.L., et Stewart, E.C. (2023). Dependent effects of signal audibility for processing speech: Comparing performance with NAL-NL2 and DSL v5 hearing aid prescriptions at threshold and at suprathreshold levels in 9- to 17-year-olds with hearing loss. *Trends in Hearing*, 27, 1–16. DOI : 10.1177/23312165231177509".

Wagener, K.C., Kühnel, V., et Kollmeier, B. (1999a). Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache I: Design des Oldenburger Satztests. *Z Audiol* 38(1), 4–15.

Wagener, K.C., Brand, T., et Kollmeier, B. (1999b). Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache II: Optimierung des Oldenburger Satztests. *Z Audiol*, 38(2), 44–56.

Wagener, K.C., Brand, T., et Kollmeier, B. (1999c). Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache III: Evaluation des Oldenburger Satztests. *Z. Audiol.*, 38(3):86-95

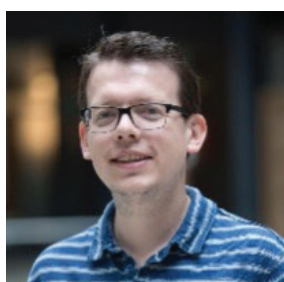
Winneke, A.H., Schulte, M., Vormann, M. et Latzel, M. (2020). Effect of directional microphone technology in hearing aids on neural correlates of listening and memory effort: an electroencephalographic study. *Trends in Hearing*, 24, 2331216520948410. doi : 10.1177/2331216520948410.

Auteurs et chercheurs

Chercheurs internes



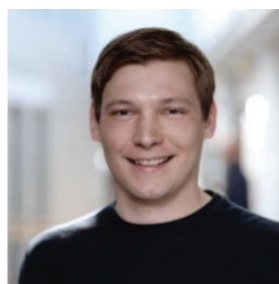
Le Dr Matthias Latzel a suivi une formation en génie électrique à Bochum et à Vienne en 1995. Après avoir terminé sa thèse en 2001, il a fait un postdoctorat à l'université de Giessen, dans le département d'audiologie, de 2002 à 2004. En 2011, il a été responsable du département d'audiologie de Phonak Allemagne. De 2012 à 2022, il a travaillé comme Directeur de la recherche clinique pour Phonak AG, en Suisse. Depuis 2022, il est expert principal des études cliniques pour Sonova AG.



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.

Chercheurs externes



Jan Heeren a étudié la physique à l'Université d'Oldenbourg, 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 gGmbH, où il est employé comme chef de projet depuis 2016. 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.



Lisa Puhlemann travaille comme audioprothésiste depuis 2012. En 2022, elle a débuté comme chercheuse en audiologie au Hörzentrum Oldenburg.

Auteur



Jennifer Appleton-Huber a obtenu son Master de Sciences en audiologie à l'université de Manchester en 2004. Jusqu'en 2013, elle a occupé le poste de chercheuse en audiologie, principalement au Royaume-Uni et en Suisse, où elle a travaillé avec des adultes et des enfants, dans le domaine des aides auditives et des implants cochléaires. Elle est actuellement audioprothésiste scientifique au sein du département Audiologie mondiale au siège social de Phonak.