LIVRE BLANC
2019

Oticon Opn S Preuves cliniques

INTRODUCTION

Ce livre blanc présente un résumé des études cliniques réalisées sur les avantages des technologies clés d'Opn S pour les utilisateurs, à savoir l'OpenSound Optimizer™ et l'OpenSound Booster. Les clients peuvent s'attendre à des avantages comme une meilleure compréhension de la parole, un effort cognitif réduit et une meilleure mémorisation. La nouvelle plateforme, Velox S, permet à l'OpenSound Optimizer de détecter et d'éliminer le Larsen avant qu'il ne devienne audible. Cette nouvelle technologie permet aux audioprothésistes d'ouvrir le paysage sonore des clients avec six décibels de gain supplémentaires avec la même acoustique, sans risque de Larsen* (voir le livre blanc Présentation d'OpenSound Optimizer, Callaway 2019 pour en savoir plus). Grâce à ce nouvel OpenSound Optimizer et au Booster dans OpenSound Navigator, Opn S offre à présent une expérience sonore ouverte à davantage d'utilisateurs.

La reconnaissance de la parole est l'une des mesures clés de la performance d'une aide auditive et a naturellement fait partie des études de performance d'Opn S. Les évaluations de la reconnaissance de la parole permettent de déterminer si l'audibilité est correctement restituée et si les indices acoustiques sont suffisamment perçus, mais ne prennent pas en compte les processus cognitifs complexes au niveau du cerveau lorsque l'on donne du sens à la parole dans un environnement bruyant, ni de tous les avantages du traitement du signal (ex., Keidser, 2016). Par conséquent, des mesures cognitives ont également été réalisées, lors des études cliniques sur les avantages avancés de BrainHearing™ dans Opn S.

*Pour les réglages prescrits par les guides de bonne pratique

Josefine Juul Jensen, M.A.
Audiologiste en recherche clinique,
Centre de Recherche en Audiologie appliquée,
Oticon A/S

oticon
PEOPLE FIRST

Adaptation à la cible : un défi clinique actuel

En utilisant les technologies actuelles, les audioprothésistes doivent souvent faire un compromis au niveau de l'adaptation. Ils souhaitent fournir un gain optimal avec une bonne qualité sonore dans une adaptation ouverte sans Larsen, mais la réalité est bien plus complexe. Les systèmes de gestion du Larsen sont une nécessité dans les aides auditives, mais ils peuvent affecter négativement la qualité sonore (Waterschool, 2009 : Guo, Jensen & Jensen, 2013) et réduire le gain réduit pour lutter contre le sifflement et ainsi introduire des distorsions dans le signal de parole sous la forme d'importants décalages de fréquence ou autres éléments liés au Larsen. En plus des stratégies de gestion du Larsen, il y a d'autres raisons qui expliquent pourquoi les utilisateurs finaux ne reçoivent pas la quantité de gain prescrit. La recherche démontre que jusqu'à 70% des appareillages sont au moins 10 dB en-dessous de la cible, entre 1 et 4 kHz dans les appareillages pour lesquels l'approche First Fit est utilisée (Sanders et al, 2015 ; Munro et al, 2016 ; Valente et al, 2018).

Dans cette approche, contrairement aux recommandations de bonne pratique, la cible n'est pas vérifiée avec des mesures REM ; toutefois, l'avantage est qu'elle fait gagner du temps et peut être utilisée pour des méthodologies génériques ou propriétaires. Bien qu'il y ait de bonnes raisons pour que les audioprothésistes optent pour l'approche First Fit, elle peut comporter certains inconvénients qui ne sont pas nécessairement évidents. La recherche démontre que même en cas de perte auditive légère, le cerveau peut subir des changements très tôt à cause d'une perte auditive (non traitée) (Campbell & Sharma, 2013). Il est possible que ces changements ne soient pas pris en charge de manière satisfaisante si les utilisateurs finaux sont mal équipés. Heureusement, pour Opn S, la précision du premier appareillage est passée de 62% à 84% avant un réglage fin (Callaway, 2019). Néanmoins, même les audioprothésistes employant des mesures REM pour la vérification font souvent face au défi que les aides auditives ne peuvent pas atteindre la cible sans compromis sur le risque de Larsen ou sur la taille du venting (ex. occlusion). Avec l'OpenSound Optimizer, ce défi est minimisé en donnant accès à un gain supplémentaire de 6 dB combiné à une prévention proactive du Larsen.

Environnements bruyants : un défi constant pour l'utilisateur final

D'autres défis, en lien avec la vie quotidienne des malentendants, existent. L'écoute avec une perte auditive fatigue et nécessite davantage de ressources cognitives (Pichora-Fuller, 2016). Bien que des preuves solides démontrent que l'OpenSound Navigator réduit significativement ce problème (cf. Preuves cliniques Opn 2016, Livre blanc Oticon), il y a encore des choses à améliorer. Avec les nouveaux automatismes du Booster dans l'OpenSound Navigator, celui-ci peut aider davantage en ajoutant le choix d'une transition très élevée et en ajoutant 3 dB de réduction du bruit dans les environnements simples. Les utilisateurs peuvent également activer le Booster lorsqu'ils en ressentent le besoin, rendant l'écoute encore plus facile pour le cerveau.

Basées sur les preuves solides d'Oticon Opn, deux études ont été menées sur la compréhension de la parole, la charge cognitive et la remémoration. Elles ont évalué les apports supplémentaires de BrainHearing avec Oticon Opn S, en se concentrant sur les technologies présentées ci-dessus et leurs avantages par rapport aux problèmes présentés. Ce livre blanc se compose de trois sections principales : compréhension de la parole, effort d'écoute et remémoration, avec les résultats des deux études (présentées dans le contexte de ces trois sections).

Les conditions expérimentales

Le Tableau 1 montre un aperçu des conditions expérimentales. L'avantage pour la compréhension de la parole et l'effort cognitif lors de l'écoute a été testé en comparant d'abord Opn S avec l'OpenSound Optimizer à Opn

Tableau 1 Aperçu des conditions expérimentales

OpenSound Optimizer		OpenSound Booster	
Oticon Opn 1	Oticon Opn S	Oticon Opn avec OSN Modéré	Oticon Opn S avec OSN Booster
Réglage inférieur (aucune cible atteinte) sur NAL-NL2	Cible atteinte sur NAL-NL2	Approche First Fit, DVO+	Approche First Fit, DVO+
55 dB Bruit masquant → env. simple ; gain léger		67 dB Bruit masquant → bruyant, complexe ; gain modéré	

avec une gestion du Larsen traditionnel et ensuite Opn S avec l'OpenSound Booster à Opn avec l'OpenSound Navigator avec une transition Modérée.

Pour l'OpenSound Optimizer, les aides auditives ont été adaptées à la cible selon la méthodologie NAL-NL2, avec une tolérance de 2 dB, vérifiés en mesures REM. Les appareils Opn ont été adaptés avec un réglage de 6 dB inférieur à la cible sur 2-4 kHz. Un réglage inférieur à 6 dB de moins a été le paramètre choisi pour différentes raisons : une analyse concurrentielle interne de 2017, a démontré que certains fabricants limitaient le gain et ne pouvaient pas atteindre la cible, tandis que d'autres le pouvaient. La différence entre ces dispositifs était de 6 dB dans la zone de 2-4 kHz. Cette zone est importante pour la parole, mais est souvent propice au Larsen, pouvant alors nécessiter une limitation du gain. L'autre raison était que les critères d'acceptation de l'écart de correspondance avec la cible selon les guides de bonnes pratiques est de 5 dB (British Society of Audiology, 2018; Bagatto et al, 2011). Ainsi, on suppose que de nombreux utilisateurs utilisent actuellement des dispositifs ayant un réglage inférieur dans la zone importante pour la parole et si l'on doit simuler cela, il faut être à plus de 5 dB en-dessous de la cible.

L'OpenSound Optimizer a été testé avec un niveau moyen de masquage de 55 dB SPL, pour provoquer un gain dans les niveaux faibles sur les aides auditives, car une amplification des sons faibles stimule le plus les systèmes anti-Larsen. Le Booster a été testé avec un niveau moyen de masquage de 67 dB SPL créant une situation plus complexe et plus bruyante, simulant ainsi les environnements où les utilisateurs finaux ont généralement besoin de plus d'aide. Les rapports signal-bruit (SNR) ont été ajustés individuellement pour correspondre à 50%, 77% ou 80% de compréhension de la parole. Ces conditions ont été à la base des deux expériences portant sur Opn S : une au Danemark en collaboration avec le Centre de recherche d'Eriksholm (18 participants) et une à Oldenburg Hörzentrum en Allemagne (19 participants). Tous présentaient des pertes auditives neurosensorielles allant de légères à modérées avec pour certains, des pertes en pente de ski. Les tests se sont réalisés sur chacuns des deux sites. Les figures 1 et 2 montrent les audiogrammes moyens des deux types de pertes auditives.

Compréhension de la parole

Pour évaluer l'amélioration de la compréhension de la parole avec Opn S, l'étude danoise a utilisé le Danish Hearing Noise Test (HINT, Nielsen & Dau, 2011), tandis que l'étude allemande a utilisé le test de phrase Oldenburg (Oldenburger Satztest, OLSA). Dans les deux méthodes, les phrases sont présentées dans le bruit, et les personnes qui écoutent doivent répéter ce qu'ils entendent une fois que le bruit s'arrête. En testant ceci dans différentes conditions, il est possible d'explorer les améliorations de la compréhension de la parole d'Opn à Opn S.

Résultats

Les études danoises et allemandes ont démontré une amélioration de la compréhension pour Opn S. La Figure 3 montre les résultats de l'OpenSound Optimizer en fonction du SRT pour les participants allemands, avec une amélioration significative moyenne du RSB de 1,2 dB. La Figure 4 montre les résultats pour l'Opn S Booster, dans lesquels on trouve une amélioration du RSB significative moyenne de 1,6 dB. Des résultats similaires ont été trouvés chez les participants danois, avec une amélioration moyenne de 12 points de pourcentage (non

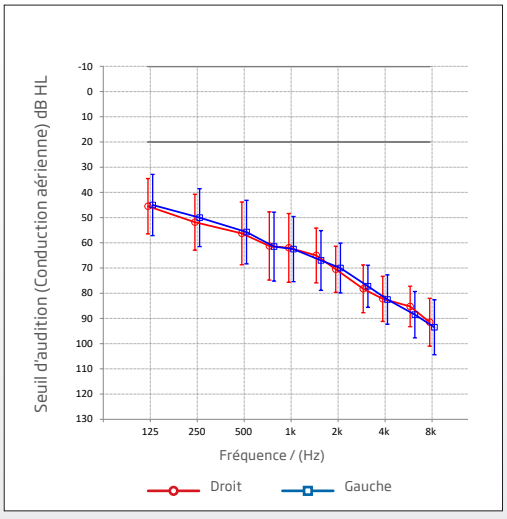


Figure 1. Audiogramme moyen avec écarts moyens pour les participants allemands

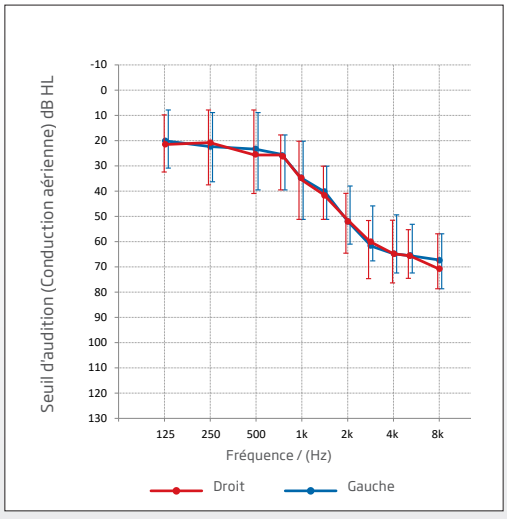


Figure 2. Audiogramme moyen avec écarts moyens pour les participants danois

affiché ici). Dans l'étude danoise, le RSB devait rester constant car c'est une condition pour la méthode de pupillométrie (voir la section suivante). Par conséquent, les résultats de l'étude danoise sont décrits en points de pourcentage, tandis que l'étude allemande s'intéressait aux améliorations du RSB. Pour Opn S, les résultats montrent que le nouveau traitement optimise une compréhension de la parole déjà excellente, ajoutant la reconnaissance des quelques mots supplémentaires nécessaires à la reconnaissance complète de la phrase.

Effort cognitif pendant l'écoute

Pour évaluer l'effort cognitif pendant l'écoute, deux méthodes différentes ont été appliquées sur les deux sites de recherche. La pupillométrie est la méthode d'enregistrement constant de la dilatation pupillaire de la personne testée tout en effectuant une autre tâche, comme écouter un locuteur dans le bruit. La pupillométrie est une excellente méthode objective pour enquêter sur l'effort d'écoute et a déjà été utilisée à de nombreuses reprises pendant les recherches sur l'audition (ex. Wendt et al, 2017 ; Ohlenforst et al, 2018). Lors d'activités éprouvantes – comme suivre une conversation dans le bruit – une augmentation de l'effort se reflète dans la dilatation de la pupille (Beaty, 1982). Les études ont utilisé le pic de dilatation pupillaire crête (PPD) comme mesure principale pour l'effort maximum (ex. Ohlenforst et al, 2018, Wendt et al, 2017, Zekveld et al. 2011). Toutefois, d'autres études montrent qu'il existe des manières plus sensibles d'analyser la dilatation pupillaire (Mirman et al, 2008, Wendt et al, 2018, Juul Jensen et al, 2018). L'analyse de la courbe de croissance (GCA) examine comment la pupille change au fil du temps et peut, par conséquent, analyser, par exemple, à quel point il était éprouvant de reconnaître la parole et de s'en souvenir avant de répondre à la tâche, offrant une interprétation bien plus précise de la charge cognitive. Dans l'étude danoise, le GCA a été appliqué aux données.

Dans l'étude allemande, l'Adaptive Categorical Listening Effort Scaling (ACALES) (Krueger et al, 2017) a été utilisée pour mesurer l'effort d'écoute perçu. Dans cette méthode, les personnes qui écoutaient ont évalué leur effort lors de l'écoute de parole dans le bruit sur une échelle de 13 catégories, allant d'aucun effort à un effort extrême, avec une catégorie supplémentaire "seulement du bruit", correspondant à l'absence de perception de la parole. De cette façon, une Unité d'échelonnement de l'effort (ESCU) peut être obtenue, qui correspond à une catégorie d'une certaine quantité d'effort (ex., 7 ESCU = effort modéré). En ayant des données issues de mesures de l'effort objectives et subjectives, il est possible de se faire une meilleure idée sur l'expérience d'écoute avec Opn S.

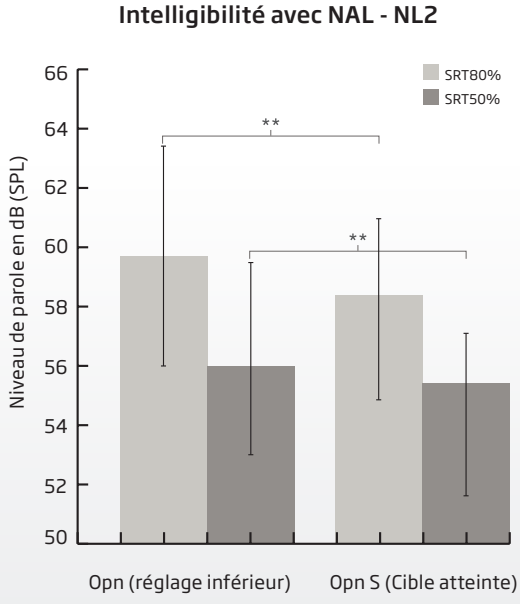


*Figure 3. Résultats de la compréhension de la parole pour l'OpenSound Optimizer d'Opn S des participants allemands, montrant une amélioration moyenne du RSB de 1,2 dB. Ceci correspond à une amélioration de l'intelligibilité de la parole d'environ 15%. ** p < 0,001*

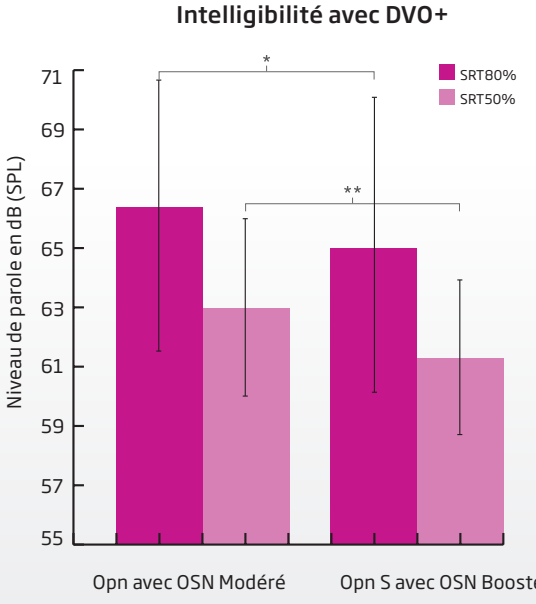


*Figure 4. Résultats de la compréhension de la parole pour l'OSN Booster d'Opn S des participants allemands, montrant une amélioration moyenne du RSB de 1,6 dB. Ceci correspond à une amélioration de l'intelligibilité de la parole d'environ 15%. * p < 0,05 ; ** p < 0,001*

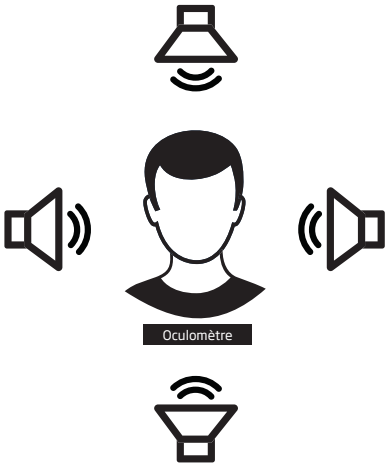


Figure 5. Disposition spatiale pour les deux études, avec une parole cible à 0°, locuteurs hommes venant de +/- 90°, et bruit constant venant de -180°. La caméra oculométrique (eye-tracker) a été uniquement utilisée dans l'étude danoise.

La Figure 5 présente la disposition spatiale des deux expériences (l'Eye-tracker a été uniquement utilisé sur le site danois). La parole a été présentée de face et un locuteur homme a été présenté de chaque côté pour créer des signaux de parole perturbateurs, tandis qu'un bruit constant était présenté de l'arrière.

Résultats

Les résultats illustrés dans la figure 6 démontrent une dilatation pupillaire réduite pour la compréhension et la remémoration de la parole, indiquant un effort d'écoute réduit pour Opn S. Notez que la « zone sous la courbe », correspond à la dilatation pupillaire générale au fil du temps. Lorsque cette zone est plus petite, l'effort évalué à partir de la charge cognitive globale via la pupillométrie était également réduit. Pour Opn S, une réduction de 45% maximum a été vue pour l'écoute de la parole et la mémorisation des informations, se traduisant en un effort cognitif significativement réduit ($p < 0{,}000$).

Pour la mesure subjective de l'effort d'écoute, les résultats démontraient également une réduction importante. La figure 7a montre le niveau de parole présenté à 55 dB, ce qui signifie qu'un niveau de parole de 65 avait un RSB de 10 dB. Pour la figure 7b, le bruit était présenté à 67 dB, de sorte qu'un niveau de parole de 65 avait un RSB de -2 dB. Dans la méthode ACALES, plus la ligne est à gauche, moins l'effort est perçu comme important. En comparant les lignes roses et grises, il est possible d'estimer la différence d'effort pour les différents niveaux d'écoute. Opn S a démontré une réduction moyenne de 10% de l'effort d'écoute perçu, indiquant que l'expérience d'écoute avec Opn S est bien moins difficile pour le cerveau qu'avec Opn.

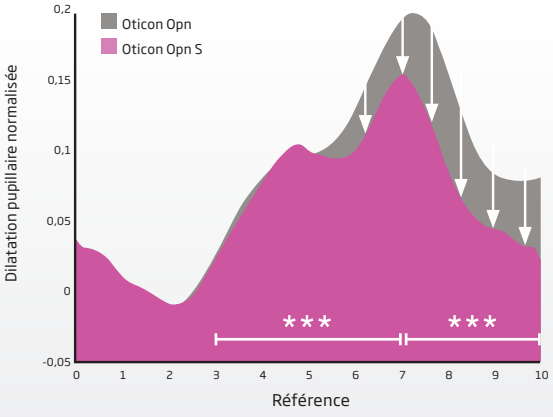
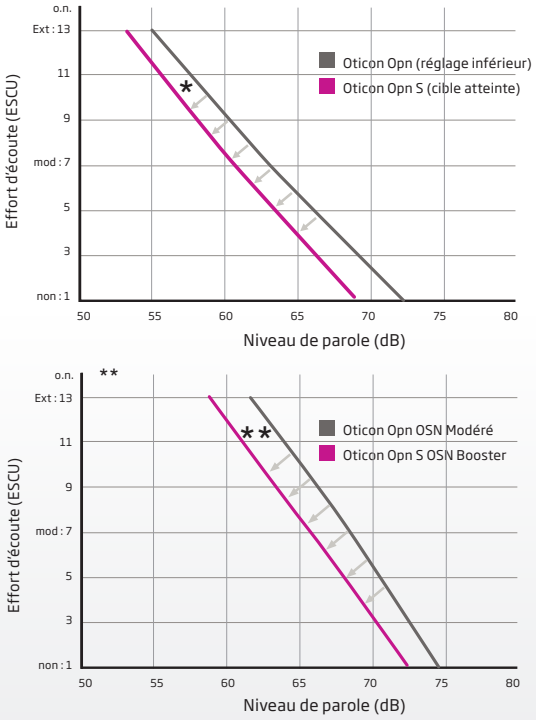


Figure 6. Dilatations pupillaires au fil du temps, montrant une « zone sous la courbe » significativement plus petite pour Opn S. Les dilatations sont bien plus petites pendant le traitement de la parole (3-7 secondes) ($p < 0{,}000$) et pour la mémorisation d'informations (7-10 secondes) ($p < 0{,}000$).



*Figures 7a (en haut) et b (en bas). Opn Réglage inférieur (17.1) ligne grise, et Opn S Cible atteinte (19.1), ligne rose. Plus la courbe est à gauche, plus l'effort est réduit. * $p<0{,}05$, ** $p < 0{,}001$*

Globalement, les résultats relatifs à la réduction de la charge cognitive ont démontré un effort d'écoute significativement réduit qu'il soit mesuré objectivement ou subjectivement. En d'autres termes, Opn S facilite une communication fluide pour le cerveau et ceci libère des ressources pour d'autres tâches cognitives.

Mémorisation pendant l'écoute

La recherche démontre que pour bein s'en sortir dans des situations d'écoute difficiles comme par exemple la compréhension de la parole dans le bruits, les malentendants doivent puiser dans d'autres ressources cognitives, comme par exemple la mémoire de travail (Rudner, Rönnberg, & Lunner, 2013). Selon le modèle de Facilité de la compréhension du langage, (modèle ELU, Rönnberg, 2003 ; Rönnberg et al, 2008 ; Rönnberg et al, 2013), étant donné que les ressources de la mémoire de travail ne sont pas illimitées, si la mémoire de travail est utilisée pour donner du sens à la parole, elle n'est pas disponible pour assurer une mémorisation de ce qui a été entendu sur le long terme. De plus, ces ressources ne sont pas illimitées et lorsque l'utilisateur doit constamment en utiliser pour comprendre la parole, cela peut être éprouvant et avoir des effets à long terme, comme une fatigue et un isolement social (Hornsby, 2016). Heureusement, les nouvelles technologies telles que l'OpenSound Navigator peuvent améliorer la mémorisation (cf. livre blanc Opn Preuve clinique, 2016).

Pour étudier de manière plus approfondie sur les avantages vis-à-vis des capacités de remémoration de l'Opn S par rapport à Opn, les mêmes participants ont été testés dans les conditions susmentionnées, en utilisant le Span Test à Oldenburg. Pendant ce test d'intervalle d'écoute, des blocs de 4 ou 6 phrases sont présentés au sujet à des RSB élevés (intelligibilité de la parole autour de 95%) et celui-ci doit répéter chaque phrase et se souvenir du dernier mot. Une fois le bloc terminé, elle doit se souvenir d'un maximum de mots. La position des mots dans les listes a également été analysée, sachant que les mots qui étaient présentés au début du bloc sont appelés « primauté » et ceux présentés à la fin sont appelés « récence ».

Résultats

Une analyse de la variance (ANOVA) a démontré une interaction importante selon la position dans la liste, $F(1, 18) = 4{,}9$, $p < 0{,}05$. Les résultats (présentés dans la figure 8) indiquent que pour la récence, Opn et Opn S sont au même niveau, alors que pour la primauté, Opn S est bien meilleur, ce qui signifie que Opn S aide à mémoriser plus de mots à long terme qu'Opn. Comme expliqué dans les livres blancs précédents, il s'agit d'un aspect important de la compréhension de la parole du point de vue écologique (Le Goff, 2016).

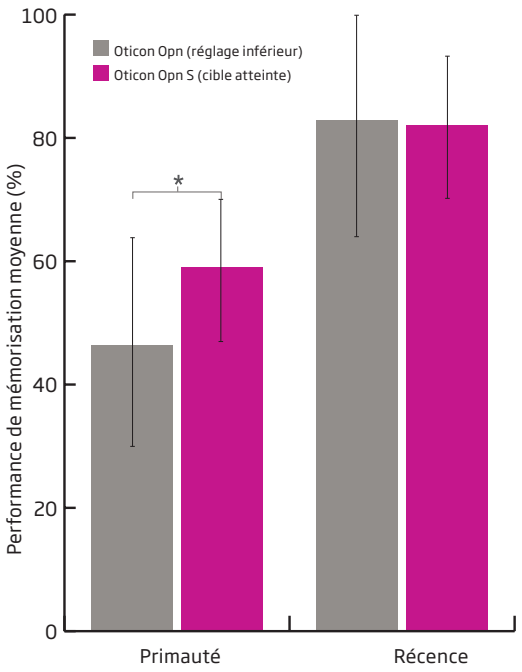


Figure 8. Performance de remémoration moyenne en pourcentage, présentant un effet important de l'Opn S sur la primauté $p < 0{,}05$*

Avec une remémoration améliorée, les utilisateurs peuvent s'attendre à avoir davantage de ressources mentales disponibles pour autre chose que seulement comprendre la parole dans le bruit. Ce peut être se souvenir de conversations et rester actif dans des situations sociales plus longtemps (voir également le livre blanc Réduction de l'écart entre une audition déficiente appareillée avec OSN et audition normale / Closing a gap to normal hearing, Juul Jensen, 2018).

Résumé et interprétation clinique

Les études sur l'amélioration de la compréhension de la parole à réduction de l'effort cognitif et l'augmentation de la remémoration, sont construites sur les études réalisées sur Oticon Opn en 2016. Avec Oticon Opn S, les avantages de BrainHearing passent au niveau supérieur grâce à l'OpenSound Optimizer et la puissance accrue de la plateforme Velox S, pilotant la nouvelle version de l'OpenSound Navigator.

Les études sur l'effort cognitif pendant l'écoute démontrent une réduction moyenne d'environ 40% de la dilatation pupillaire pendant l'écoute, et une réduction significative à la fois lorsque les participants travaillent à reconnaître la parole et lorsqu'ils doivent mémoriser des informations avant de les restituer. Ce résultat objectif montre à quel point la charge cognitive globale d'écoute est réduite avec Opn S. De plus, l'effort d'écoute perçu a été réduit de 10% en moyenne, démontrant clairement que la tâche de communication est plus facile pour le cerveau.

L'étude sur la remémoration démontre une amélioration moyenne de 12 points de pourcentage pour Opn S avec l'OpenSound Optimizer, s'ajoutant aux 20% d'amélioration de la mémorisation héritée d'Opn. Ces résultats étaient importants pour la primauté, démontrant à quel point les nouvelles fonctions dans Opn S facilitent la mémorisation à long terme.

Les études sur la compréhension de la parole montrent une amélioration de 15% en moyenne, et que les participants pouvaient gérer une moyenne de 1,5 dB de bruit en plus avec Opn S comparé à Opn. En utilisant la fonction psychométrique du test de parole dans le bruit (Wagener, Brand, & Kollmeier, 1999), ceci se traduit par une amélioration de l'intelligibilité de la parole d'environ 15%. Cela s'ajoute à une compréhension de la parole déjà excellente avec Opn, offrant aux utilisateurs une compréhension encore meilleure avec Opn S.

Ces résultats montrent que la puissance accrue de la plateforme Velox S qui contient l'OpenSound Optimizer et les nouveaux automatismes de l'OpenSound Navigator mettent en relief les avantages de BrainHearing dans Oticon Opn S. Le Booster et l'OpenSound Optimizer contribuent aux bénéfices du BrainHearing avec une plus grande flexibilité d'appareillage : des appareillages plus ouverts, une correspondance à la cible prescrite améliorée, une meilleure perception des indices de parole et une plus grande marge de manœuvre dans les environnements d'écoute dynamiques, tout en permettant à l'audioprothésiste de mieux répondre aux besoins de leurs clients (Callaway, 2019). Ce livre blanc décrit comment ces innovations technologiques offrent les nouveaux avantages de BrainHearing, permettant aux utilisateurs de mieux comprendre la parole tout en profitant d'un effort cognitif réduit. En faisant moins d'efforts pour comprendre la parole, Opn S facilite le travail du cerveau, libérant des ressources cognitives pour faire d'autres choses importantes, comme se souvenir de plus de mots.

Références

1 Aazh, H., & Moore, B. C. (2007). The value of routine real ear measurement of the gain of digital hearing aids. Journal of the American Academy of Audiology, 18(8), 653-664.

2 Bagatto, M. P., Moodie, S. T., Malandrino, A. C., Richert, F. M., Clench, D. A., Scollie, S. D. (2011). The University of Western Ontario pediatric audiological monitoring protocol (UWO PedAMP). Trends in Amplification, 15(1), 57-76.

3 Beatty, J. (1982). *Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources.* (Réponses pupillaires évoquées par la tâche, charge de traitement et structure des ressources de traitement). Psychol Bull, 91, 276–292.

4 British Society of Audiology (2018). Practice Guidance. Guidance on the verification of hearing devices using probe microphone measurements. Bathgate, UK: Jindahl, J., Hawkins, A., Murray, M.

5 Callaway (2019). Introduction to OpenSound Optimizer. Livre blanc d'Oticon.

6 Campbell, J., & Sharma, A. (2013). Compensatory changes in cortical resource allocation in adults with hearing loss. Frontiers in systems neuroscience, 7, 71.

7 Guo, M., Jensen, S.M. & Jensen, J. (2013). Evaluaion of State-of-the-Art Acoustic Feedback Cancellation Systems for Hearing Aids. J. Audio Eng. Soc., Vol. 61(3).

8 Hornsby, B.W.Y., Naylor, G. & Bess, F.H. (2016). A Taxonomy of Fatigue Concepts and Their Relation to Hearing Loss. Ear & Hearing. Vol. 37(1), pp. 136-144.

9 Juul Jensen (2018). Closing a gap to normal hearing. Livre blanc d'Oticon.

10 Juul Jensen, J., Callaway, S. L., Lunner, T., & Wendt, D. (2018). Measuring the Impact of Tinnitus on Aided Listening Effort Using Pupillary Response. Trends in hearing, 22, 2331216518795340.

11 Keidser, G. (2016). Towards Ecologically Valid Protocols for the Assessment of Hearing and Hearing Devices, JAAA.

12 Krueger, M., Schulte, M., Brand, T., & 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.

13 Le Goff (2016). Opn Clinical Evidence. Livre blanc d'Oticon.

14 Mirman, D., Dixon, J. A., & Magnuson, J. S. (2008). Statistical and computational models of the visual world paradigm: Growth curves and individual differences. Journal of Memory and Language, 59, 475–494. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.11.006.

15 Munro, K. J., Puri, R., Bird, J., & Smith, M. (2016). Using probe-microphone measurements to improve the match to target gain and frequency response slope, as a function of earmould style, frequency, and input level. International journal of audiology, 55(4), 215-223.

16 Nielsen, J. B., & Dau, T. (2011). *The Danish hearing in noise test.* (HINT danois). International Journal of Audiology, 50(3), 202–208. DOI: https://doi.org/10.3109/14992027.2010.524254.

17 Ohlenforst, B., Wendt, D., Kramer, S. E., Naylor, G., Zekveld, A. A., & Lunner, T. (2018). Impact of SNR, masker type eand noise reduction processing on sentence recognition performance and listening effort as indicated by the pupil dilation response. Hearing research.

18 Pichora-Fuller, M.K., Kramer, S.E., Eckert, M., Edwards, B., Hornsby, B.,W.Y., Humes, L.E., Lemke, U., Lunner, T., Matthen, M., Mackersie, C.L., Naylor, G., Phillips, N.A., Richtner, M., Rudner, M., Sommers, M.S., Tremblay, K.L., Wingfield, A. (2016). Hearing Impairment and Cognitive Energy: The Framework for Understanding Effortful Listening (FUEL). Ear and Hearing. Vol. 37, pp. 5-27

19 Rönnberg, J. (2003). Cognition in the hearing impaired and deaf as a bridge between signal and dialogue: A framework and model. International Journal of Audiology, 42, S68-S76

20 Rönnberg, J., Rudner, M., Foo, C., & Lunner, T. (2008). Cognition counts: A working memory system for ease of language understanding (ELU). International Journal of Audiology, 47(sup2), S99-S105.

21. Rönnberg, J., Lunner, T., Zekveld, A., Sörqvist, P., Danielsson, H., Lyxell, B., ... & Rudner, M. (2013). *The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances.* [Le modèle ELU (Ease of Language Understanding): avancées théoriques, empiriques et cliniques]. Frontiers in systems neuroscience, 7, 31.

22 Rudner, M., Rönnberg, J., & Lunner, T. (2011). Working memory supports listening in noise for persons with hearing impairment. Journal of the American Academy of Audiology, 22(3), 156-167.

23 Sanders, J., Stoody, T., Weber, J., & Mueller, H. G. (2015). Manufacturers' NAL-NL2 fittings fail real-ear verification. The Hearing Review, 21(3), 24-30.

24 Strauss, S., & van Dijk, C. (2008). Hearing instrument fittings of pre-school children: Do we meet the prescription goals?. International journal of audiology, 47(sup1), S62-S71.

25 Valente, M., Oeding, K., Brockmeyer, A., Smith, S., & Kallogjeri, D. (2018). Differences in Word and Phoneme Recognition in Quiet, Sentence Recognition in Noise, and Subjective Outcomes between Manufacturer First-Fit and Hearing Aids Programmed to NAL-NL2 Using Real-Ear Measures. Journal of the American Academy of Audiology.

26 Waterschoot, T. & Moonen, M. (2009). Assessing the acoustic feedback control performance of adaptive feedback cancellation in sound reinforcement systems. EURASIP 2009

27 Wendt, D., Hietkamp, R. K., & Lunner, T. (2017). *Impact of noise and noise reduction on processing effort: A pupillometry study.* (Impact de la réduction du bruit et du bruit sur l'effort de traitement : étude pupillométrique). Ear and Hearing, 38, 690–700(11). DOI:

28 Wendt, D., Koelewijn, T., Książek, P., Kramer, S. E., & Lunner, T. (2018). Toward a more comprehensive understanding of the impact of masker type and signal-to-noise ratio on the pupillary response while performing a speech-in-noise test. Hearing research.

29 Zekveld, A. A., Kramer, S. E., & Festen, J. M. (2011). *Cognitive load during speech perception in noise: The influence of age, hearing loss, and cognition on the pupil response.* (Charge cognitive pendant la perception de la parole dans le bruit : influence de l'âge, de la perte auditive et de la cognition sur la réponse de la pupille). Ear and Hearing, 32(4), 4978–510. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31820512bb

65000FR / 2019.04.26

oticon.fr

oticon
PEOPLE FIRST