

Audition inspirée par la nature : la nouvelle formule de présélection PDA 2.0 avec compression adaptative par Phonak

Woodward, J., Jansen, S. et Kühnel, V. / Août 2020

Points clés

- La nouvelle formule de présélection PDA 2.0 est conçue pour offrir un équilibre entre audibilité, sonie et qualité sonore sur Phonak Paradise, les aides auditives dernière génération de Phonak.
- PDA 2.0 se distingue par trois évolutions majeures : (1) vitesse de compression adaptative, (2) gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé et (3) nouveau précalcul pour les pertes auditives légères à moyennes.

Avantages pour les audioprothésistes

- PDA 2.0 a pour objectif d'offrir le meilleur point de départ et le meilleur taux d'acceptation spontanée possibles pour chaque patient présentant une perte auditive.
- PDA 2.0 applique moins de gain sur les entrées fortes par rapport à PDA, de sorte que les sons forts sont plus confortables pour les patients, sans pour autant faire de compromis sur les performances auditives.
- Le nouveau précalcul pour les pertes auditives légères à moyennes modifie le gain pour les niveaux G65 et G80, pour des objectifs de gain qui se rapprochent davantage de la prescription NAL-NL2.

Avantages pour vos patients

- Une étude récente menée à Hörzentrum Oldenburg, en Allemagne, a comparé les formules PDA 2.0 et PDA. Elle a révélé que les patients présentant une perte auditive légère à sévère ressentent un effort d'écoute réduit dans le bruit et une préférence globale dans les environnements du quotidien avec PDA 2.0 (Wright, 2020).
- Selon les travaux publiés, les avantages attendus de PDA 2.0 incluent (1) moins de réverbération et de bruit ambiant et amélioration de la qualité sonore grâce à la vitesse de compression adaptative (Hassager et al., 2017 ; Moore, 2016 ; Madsen et al., 2015) et (2) une qualité sonore naturelle et une meilleure intelligibilité vocale dans le bruit grâce au gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé

Introduction

Pendant la création de notre dernière solution auditive, Phonak Audéo Paradise, nous avons cherché notre inspiration dans la nature. L'audition est un aspect essentiel de notre quotidien, et c'est un véritable pilier de notre bien-être global. C'est également dans la nature que l'on retrouve de nombreux sons qui nous apaisent, nous détendent et nous rassurent. La formule de présélection exclusive Phonak Digital Adaptative (PDA) 2.0 est conçue pour offrir un équilibre entre audibilité, sonie et qualité sonore avec Phonak Paradise. Avec trois évolutions majeures, (1) vitesse de compression adaptative, (2) gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé et (3) nouveau précalcul pour les pertes auditives légères à moyennes, Phonak PDA 2.0 a pour objectif d'offrir le meilleur point de départ et le meilleur taux d'acceptation spontanée possibles pour chaque patient présentant une perte auditive.

Les défis liés à un dysfonctionnement de la cochlée

V1.00/2020-05 © Sonova AG Tous droits réservés

Les patients avec une perte auditive présentent des **seuils auditifs élevés** et un **champ dynamique réduit** (la plage entre les niveaux sonores « à peine audible » et « inconfortable »). La perte ou le dysfonctionnement des cellules ciliées externes entraîne une baisse de l'amplification mécanique cochléaire des sons faibles, mais elle ne réduit pas l'amplification des sons intenses. En conséquence, les patients sont souvent dans l'incapacité de percevoir les sons faibles, mais les sons forts sont ressentis au même niveau que les personnes normoentendantes. Ce phénomène bien connu est appelé « recrutement » (p. ex. Ruggero et al., 1996). Il affecte l'audibilité de nombreux sons importants, notamment la parole faible, et peut entraîner une augmentation de l'effort d'écoute. Cela signifie que les personnes présentant une perte auditive peuvent être contraintes de consacrer davantage d'énergie pour percevoir la parole, mais aussi pour suivre une conversation. Ainsi, une perte auditive peut être à l'origine d'une plus grande fatigue au quotidien (Holman et al., 2019). En plus d'affecter la compréhension vocale, la perte auditive peut aussi réduire le sentiment de lien social et le bien-être (Vercammen et al., 2020).

Lorsqu'on adapte des aides auditives, le signal d'entrée doit donc tenir dans un champ dynamique réduit. Les sons faibles nécessitent de l'amplification pour devenir audibles, tandis que les sons forts ne doivent pas être trop amplifiés, au risque de devenir douloureusement intenses (Heinz et al., 2005). La baisse du champ dynamique et de

l'audibilité représente un véritable défi pour les audioprothésistes.

Appareillage optimal des aides auditives pour les patients

Les formules de présélection constituent le meilleur point de départ pour l'adaptation d'aides auditives. Elles compensent la perte auditive du patient, afin de permettre aux utilisateurs d'aides auditives de profiter pleinement des conversations et des environnements sonores. Les formules de présélection offrent un gain individualisé et adapté au niveau sonore, afin de compenser la perte auditive du patient et de restaurer l'audibilité de la parole tout en maintenant une excellente qualité sonore. Elles génèrent des objectifs de gain en fonction de la fréquence dans le champ dynamique limité du patient.

Les formules de présélection doivent offrir un équilibre entre audibilité, sonie et qualité sonore. Les aides auditives peuvent ensuite être ajustées en fonction des besoins spécifiques à chaque patient. Lorsqu'ils quittent le cabinet de leur audioprothésiste, les patients doivent être prêts à s'adapter à l'amplification et à porter leurs aides auditives pendant toute la journée.

Formules de présélection courantes

Les deux principales formules de présélection génériques et fréquemment utilisées pour les appareillages d'aides auditives sont NAL-NL2 (Keidser et al., 2011) et DSL v5 (adulte) (Scollie et al., 2005). Elles utilisent deux méthodes courantes : la normalisation de la sonie et l'égalisation de la sonie. La normalisation de la sonie vise à restaurer, pour certaines bandes de fréquences, la perception de la sonie pour l'auditeur malentendant sur le même niveau qu'une personne normoentendante. La parole faible, moyenne et forte entendue par les auditeurs normoentendants est amplifiée correctement afin que ces sons soient également perçus comme étant « faibles », « moyens » et « forts » par les auditeurs malentendants. L'égalisation de la sonie vise à égaliser la perception de la sonie sur une plage de fréquences, au lieu de laisser les basses fréquences dominer la sonie, comme pour les auditeurs normoentendants. De manière générale, la formule DSL v5 est basée sur la normalisation de la sonie et la formule NAL-NL2 sur l'égalisation de la sonie. Pour une vue d'ensemble des similarités et des différences entre les formules NAL-NL2 et DSL v5, reportez-vous aux travaux de Johnson (2012).

Les formules de pré-réglage prescrivent plus d'amplification aux fréquences où la perte auditive est la plus importante et plus d'amplification aux niveaux d'entrée faibles qu'aux niveaux forts. Les formules de présélection compriment ainsi une large gamme d'intensités sonores au niveau de l'entrée de l'aide auditive pour les adapter à une plage plus étroite en sortie (Lopez-Poveda, et al., 2017). Les formules de présélection génériques ont l'avantage d'avoir été validées avec un très grand nombre de personnes malentendantes. Cependant, la validation et l'intégration aux logiciels d'appareillage et aux systèmes de mesure de l'oreille réelle prennent beaucoup de temps, et les formules de présélection génériques ne sont donc que rarement mises à jour et ne tiennent pas compte des méthodes propriétaires de traitement du signal.

Afin d'offrir un appareillage optimal pour notre gamme d'aides auditives, Phonak a créé sa propre formule d'appareillage, appelée Phonak Digital Adaptative (PDA). PDA comprime une large gamme d'intensités sonores au niveau de l'entrée de l'aide auditive pour les adapter à une plage d'intensités plus étroite en sortie (amplification supérieure pour les sons dont l'intensité est faible plutôt qu'intense) et fait correspondre la fonction de sonie du patient malentendant avec une fonction de sonie normale pour différentes pertes auditives (Latzel, et al., 2013). Les formules de présélection propriétaires comme PDA ont l'avantage de pouvoir être régulièrement mises à jour et de pouvoir tenir compte des méthodes de traitement du signal des aides auditives Phonak. Les données d'appareillage internes de Phonak Target, ont permis d'analyser les modifications effectuées dans le logiciel Phonak Target sur plusieurs sites et plusieurs milliers de patients et ont révélé que 93 % de nos appareillages sur patients adultes (16 ans et plus) sont restés sur la formule de présélection PDA, tandis que 5,4 % sont passés sur la formule NAL et 1,6 % sur DSL (Senn, 2020).

La formule PDA est née avec les aides auditives Phonak Savia en 2005. Sur la base d'études internes et externes, de données d'appareillage internes de Phonak Target et de retours des audioprothésistes et des patients, Phonak a continué d'optimiser la formule PDA. Par exemple, avec l'arrivée de la plateforme Marvel en 2018, l'objectif d'offrir un confort optimal dès l'adaptation initiale pour les utilisateurs débutants, tout en maintenant d'excellentes performances auditives en conditions réelles, a été atteint grâce au nouveau précalcul (Jansen et Woodward, 2018). Quinze ans après la première publication de PDA, PDA 2.0

continue de soutenir la personnalisation et l'optimisation de nos aides auditives.

PDA 2.0 : optimisation des appareillages Phonak

PDA 2.0 se distingue par trois évolutions majeures : (1) vitesse de compression adaptative, (2) gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé et (3) nouveau précalcul pour les pertes auditives légères à moyennes.

Vitesse de compression adaptative – compression intelligente

Comme abordé précédemment, les personnes présentant une perte auditive de perception présentent généralement un recrutement et un champ dynamique réduit. La compression est utilisée dans les aides auditives pour compenser cela (Moore, 2008). Les travaux de Gatehouse et al. (2006) ont révélé qu'une compression lente était préférée en termes de confort d'écoute subjectif, tandis qu'une compression rapide était meilleure pour une intelligibilité vocale subjective et mesurée.

Actuellement, la formule PDA repose sur une approche de compression double voie. Cela signifie que pour les programmes Parole dans le bruit (PdB), Parole dans le bruit intense (PdBI), Musique et Diffusion, un mélange de compression lente et rapide est appliqué, tandis qu'une compression rapide est appliquée dans tous les autres programmes (Jansen et Appleton-Huber, 2019).

Avec PDA 2.0, Phonak introduit une vitesse de compression adaptative dans la compression double voie pour les phases rapides, afin d'optimiser les avantages des changements lents et rapides de compression du gain. Avec cette compression double voie, la vitesse de compression adaptative est disponible dans tous les programmes.

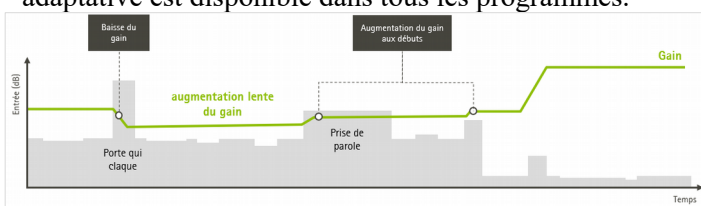


Figure 1 : Vitesse de compression adaptative dans PDA 2.0 : diminution rapide du gain pour une porte qui claque, augmentation rapide du gain au début de la parole et augmentation lente et quasi linéaire du gain entre les deux.

La figure 1 illustre un exemple de la façon dont la vitesse de compression adaptative s'adapte au bruit ambiant fort, comme une porte qui claque, suivie de parole. Le gain de l'aide auditive diminue rapidement quand l'entrée augmente, comme illustré dans l'exemple de la porte qui claque. Cette diminution du gain est toujours appliquée

rapidement pour plus de confort face aux bruits intenses. Suite à cet événement, le gain est augmenté lentement en présence de réverbération ou de bruit ambiant statique, afin d'éviter toute suramplification de ces sons indésirés. Cependant, dès qu'un signal de déclenchement est détecté, comme le début de la parole dans l'exemple ci-dessus, la compression adaptative augmente plus rapidement le gain. Cette augmentation rapide du gain est appliquée pour améliorer l'audibilité et permettre aux patients de bien entendre le début d'un signal sonore informatif, comme la parole faible. Cette approche visant à appliquer de façon adaptative des changements lents et rapides de la compression du gain a pour objectif de restaurer l'audibilité et la perception naturelle de la sonie tout en offrant une excellente qualité sonore et un grand confort d'écoute.

La compression rapide a de nombreux avantages, mais aussi des inconvénients, comme une dégradation de l'enveloppe temporelle et un lissage des contrastes spectraux (Souza et al., 2015). Par conséquent, sauf en cas d'augmentation ou de diminution soudaine du niveau d'entrée, le gain reste essentiellement linéaire avec une compression lente. Selon les travaux publiés, un système plus linéaire (avec moins de compression) a notamment pour avantages (1) de maintenir les données d'amplitude et donc la forme d'onde temporelle, l'intelligibilité vocale et la qualité sonore (Moore, 2016 ; Madsen et al., 2015), et (2) d'offrir moins de réverbération et de bruit ambiant, car une compression rapide peut déformer les indices acoustiques impliqués dans la perception spatiale des sons dans une pièce (Hassager et al., 2017).

La nouvelle vitesse de compression adaptative de la formule PDA 2.0 combine les effets d'une compression lente et rapide de façon dynamique dans tous les programmes.

Gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé

L'implémentation d'un seuil de compression supplémentaire pour les niveaux d'entrée intenses permet aux appareillages d'appliquer davantage de compression pour les sons moyens, tandis que les sons forts sont amplifiés de façon linéaire et imitent la fonction de courbe normale de la sonie. Des recherches ont démontré que le traitement linéaire des sons intenses était bénéfique (Lopez-Poveda et al., 2017). Les travaux de Lopez-Poveda et al. ont porté sur 68 utilisateurs d'aides auditives/candidats et ont révélé que l'intelligibilité avait tendance à s'améliorer en augmentant l'amplification des sons à faible intensité et en utilisant une amplification plus linéaire pour les sons à intensité élevée. La figure 2 démontre qu'à partir d'un certain niveau d'intensité (au-

dessus du seuil de compression fort), le gain devient linéaire et imite la fonction de courbe normale de la sonie.

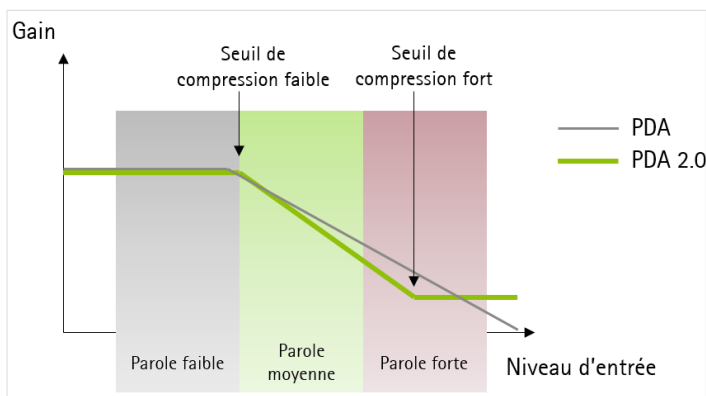


Figure 2 : Comparaison du nouveau gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé de la formule PDA 2.0 par rapport à PDA. PDA 2.0 présente un nouveau seuil de compression fort qui permet au gain de devenir linéaire et d'imiter la courbe normale de la sonie.

Nouveau précalcul pour les pertes auditives légères à moyennes

Le premier appareillage est primordial pour l'adoption des aides auditives, car il s'agit de la première interaction du patient avec le principe d'amplification. Les patients présentant une perte auditive légère à moyenne trouvent souvent que les sons forts sont trop intenses au début. Une analyse des données d'appareillage internes de Phonak Target pour les appareillages d'aides auditives Marvel en mars 2020 a révélé que lorsqu'une adaptation fine est appliquée à la formule PDA au premier appareillage, c'est souvent pour réduire le gain des sons intenses plutôt que pour des sons faibles ou moyens (Senn, 2020).

Avec PDA 2.0, nous avons intégré davantage de compression dans le précalcul pour une perte auditive légère à moyenne. L'objectif de parole G50 reste le même pour une audibilité optimale de la parole, tandis que les objectifs de parole G65 et G80 sont réduits pour les entrées moyennes à intenses, afin que les sons forts soient plus confortables (2 dB et 4 dB, respectivement). Ce nouveau précalcul est également plus proche des objectifs NAL-NL2 et n'est appliqué que pour les pertes auditives légères à moyennes, quel que soit le niveau d'expérience.

Travaux soutenant l'arrivée de PDA 2.0

Une étude menée à Hörzentrum Oldenburg, en Allemagne, entre mai et octobre 2019 (Wright, 2020) a évalué PDA 2.0 en comparaison avec la formule PDA utilisée dans les appareils Marvel, pour des utilisateurs débutants ou expérimentés présentant des pertes auditives légères à

moyennes et moyennes à sévères. 41 adultes âgés de 44 à 83 ans (âge moyen : 72 ans) ont participé à cette étude et ont été divisés en deux groupes : (1) perte auditive légère à moyenne avec aucune ou peu d'expérience avec les aides auditives ; et (2) perte auditive moyenne à sévère avec davantage d'expérience dans l'utilisation d'aides auditives. Plusieurs tests en laboratoire ont été menés, notamment des tests de parole dans le bruit (test de phrases d'Oldenburg, OLSA, Wagener et Brand, 2005), une visite guidée exposant les participants à différents environnements sonores et un essai à domicile. Globalement, l'étude a révélé un effet positif de PDA 2.0 par rapport à PDA pour les deux groupes de pertes auditives et d'expérience dans l'utilisation des aides auditives. En outre, aucun effet négatif n'a été observé. Plus précisément, l'étude a constaté (1) un effort d'écoute réduit dans le bruit pour les sujets des deux groupes de perte auditive, tel que mesuré par le test Adaptive Categorical Listening Effort Scaling (ACALES), une mesure subjective de l'effort d'écoute (Krueger et al., 2017), (2) une amélioration de l'expérience subjective pour la parole dans le bruit (PdB) et la parole dans la réverbération (PdR) pendant une visite guidée et (3) une préférence globale en conditions réelles à la fin de l'essai à domicile.

La figure 3 montre que PDA 2.0 offre une réduction de l'effort d'écoute dans le bruit pour les groupes de pertes auditives légères à sévères par rapport à PDA dans Phonak Marvel ($p < 0,05$). En d'autres termes, avec PDA 2.0, les participants des deux groupes de pertes auditives ont atteint des RS/B plus bas sur le test ACALES pour le même effort d'écoute.

Il y avait également des avantages distincts spécifiques pour les groupes de pertes auditives légères à moyennes et moyennes à sévères dans l'étude. Par exemple, pour le groupe de perte auditive légère à moyenne, des résultats significativement meilleurs ont été observés dans le test ACALES et la portion Parole dans le bruit/réverbération de la visite guidée avec PDA 2.0 par rapport à PDA. Pour le groupe de perte auditive moyenne à sévère, les participants ont atteint des RS/B significativement plus bas pour la même intelligibilité sur le test de phrases d'Oldenburg (OLSA), le même niveau d'effort d'écoute mesuré par le test ACALES et ont choisi PDA 2.0 bien plus souvent comme réglage préféré à la fin de l'essai à domicile par rapport au PDA.

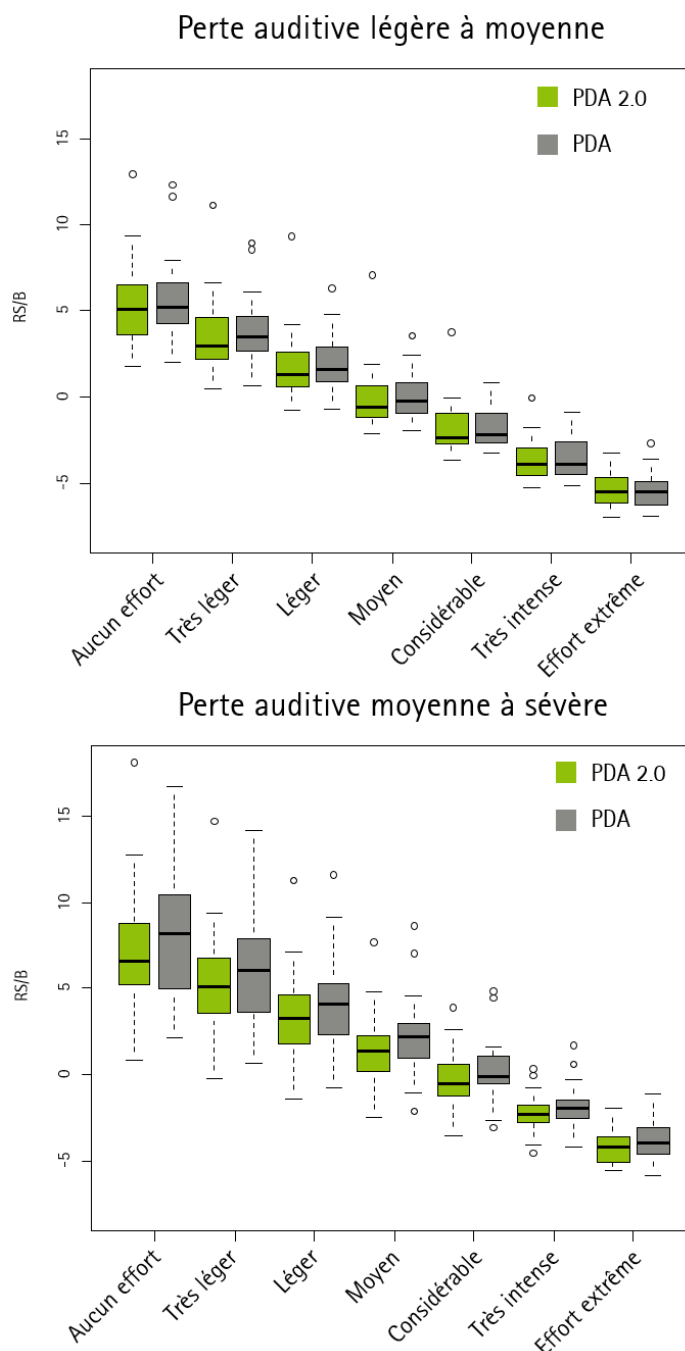


Figure 3 : Diagrammes de quartiles des résultats ACALES comparant PDA et PDA 2.0 pour chaque groupe. Pour chaque catégorie d'effort d'écoute, PDA 2.0 a présenté un avantage considérable par rapport à PDA ($p < 0,05$). Par exemple, le niveau d'effort d'écoute « Très léger » a été atteint à un RS/B plus faible avec PDA 2.0 par rapport à PDA.

Avantages de PDA 2.0 selon les conclusions de l'étude et les travaux publiés

Quelle que soit la perte auditive, nous avons pour objectif d'offrir la meilleure base possible pour tous nos appareillages et d'arriver à une acceptation spontanée dès le premier appareillage. L'étude récente menée à Hörzentrum Oldenburg a démontré que PDA 2.0 offrait de meilleures performances que PDA chez les utilisateurs d'aides auditives débutants ou expérimentés présentant une perte

auditive légère à moyenne ou moyenne à sévère sur la base des critères suivants :

- réduction de l'effort d'écoute dans le bruit mesurée par le test ACALES ;
- meilleure expérience subjective dans des situations de parole dans le bruit et de parole dans la réverbération pendant une visite guidée ;
- préférence générale à la fin de l'essai à domicile.

En outre, suite à une analyse étendue des publications scientifiques à disposition, nous estimons que les patients ressentiront :

- moins de réverbération et de bruit ambiant et des améliorations au niveau de la qualité sonore, grâce à la vitesse de compression adaptative (Hassager et al., 2017 ; Moore, 2016 ; Madsen et al., 2015) ;
- une qualité sonore naturelle et une meilleure intelligibilité vocale dans le bruit, grâce au gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé (Lopez-Poveda et al., 2017) ;
- plus de confort au premier appareillage grâce au nouveau précalcul. Avec PDA 2.0, nous avons intégré davantage de compression dans le précalcul pour une perte auditive légère à moyenne.

Avec ce seuil de compression supplémentaire, les audioprothésistes ont plus de liberté pour l'adaptation fine des cibles de parole faible, moyenne et intense.

Implémentation de PDA 2.0

La vitesse de compression adaptative et le gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé sont appliqués pour toutes les formules de présélection, y compris NAL-NL2 et DSL v5. Cependant, le nouveau précalcul pour la perte auditive légère à moyenne n'est appliqué que pour PDA 2.0.

Par rapport à la compression à double voie de PDA, dans laquelle le mélange de compression lente et rapide était appliqué à un rythme fixe dans les programmes PdB, PdBI, Musique et Diffusion, PDA 2.0 implémente un mélange de compression adaptative rapide et lente. Dans le programme Calme/Situations calmes, la vitesse de compression adaptative est de 100 % afin d'apporter les avantages d'une compression rapide dans le calme et d'offrir un maximum d'indices acoustiques. Dans les situations plus bruyantes, pour la musique et la diffusion multimédia, la vitesse de compression adaptative n'est activée qu'à 40 % (mêlée avec de la compression lente), afin d'offrir les avantages d'une compression lente dans le bruit et un maximum d'indices temporeux.

Le nouveau précalcul pour les pertes auditives légères à moyennes et le gain plus linéaire pour un niveau d'entrée élevé sont intégrés à la formule de présélection et sont donc présents dans tous les programmes.

PDA 2.0 est disponible pour les appareils Marvel, mais n'est pas rétrocompatible avec les dispositifs ancienne génération.

Audition inspirée par la nature : PDA 2.0

Phonak PDA 2.0 est à la base de la qualité sonore inégalable de Phonak Paradise, la dernière génération d'aides auditives Phonak. Nous cherchons constamment à affiner et à développer davantage PDA. L'étude récente menée à Hörzentrum Oldenburg, en Allemagne, a révélé que PDA 2.0 a permis d'obtenir moins d'effort d'écoute dans le bruit pour les patients présentant une perte auditive légère à sévère et une préférence globale en conditions réelles à la fin de l'essai à domicile par rapport à PDA. Avec PDA 2.0, nous cherchons à offrir le meilleur point de départ et le meilleur taux d'acceptation spontanée possibles pour chaque patient présentant une perte auditive.

Références

- Gatehouse, S., Naylor, G. et Elberling, C. (2006). Linear and nonlinear hearing aid fittings – I. Patterns of benefit. *International Journal of Audiology*, 45 (3), 130-152.
- Hassager, H. G., Wiinberg, A. et Dau, T. (2017). Effects of hearing-aid dynamic range compression on spatial perception in a reverberant environment. *Journal of the Acoustical Society of America*, 141, 2556–2568.
- Heinz, M. G., Issa, J. B. et Young, E. D. (2005). Auditory-nerve rate responses are inconsistent with common hypotheses for the neural correlates of loudness recruitment. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 6 (2), 91–105.
- 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.
- Jansen, S. et Woodward, J. (2018). Un coup de foudre auditif : le nouveau système de précalcul de Phonak. Phonak Insight. Extrait de : <https://www.phonakpro.fr/etudes>, consulté le 4 mai 2020.
- Jansen, S. et Appleton-Huber, J. (2019). La compression adaptative permet moins d'effort d'écoute pour les pertes auditives moyennes. Phonak Field Study News. Extrait de : www.phonakpro.fr/etudes, consulté le 4 mai 2020.
- Johnson, E. (2012). 20Q: Same or Different – Comparing the Latest NAL and DSL Prescription Targets. 20Q with Gus Mueller. *Audiology Online*. Extrait de <https://www.audiologyonline.com/articles/20q-same-or-different-comparing-769>, consulté le 4 mai 2020.

Keidser, G., Dillon, H., Flax, M., Ching, T. et Brewer, S. (2011). The NAL-NL2 prescription procedure. Special issue on adult hearing care: new perspectives. *Audiology research*, 1(1).

Krueger, 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.

Latzel, M., vonBuol, A. et Kuehnel, V. (2013). Phonak Digital Adaptive (APD) : arrière-plan audiolgique. Insight. Phonak AG. Extrait de www.phonakpro.fr/etudes, consulté le 4 mai 2020.

Lopez-Poveda, E. A., Johannesen, P. T., Perez-González, P., Blanco, J. L., Kalluri, S. et Edwards, B. (2017). Predictors of hearing-aid outcomes. *Trends in hearing*, 21, 1–28.

Madsen, S. M., Stone, M. A., McKinney, M. F., Fitz, K. et Moore, B. C. (2015). Effects of wide dynamic-range compression on the perceived clarity of individual musical instruments. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(4), 1867-1876.

Moore B. C. J. (2008). The choice of compression speed in hearing aids: Theoretical and practical considerations, and the role of individual differences. *Trends in Amplification*, 12, 103–112.

Moore, B. C. J. (2016). Effects of sound-induced hearing loss and hearing aids on the perception of music. *Journal of the Audio Engineering Society*, 64(3), 112–123.

Ruggero, M. A., Rich, N. C. et Recio, A. (1996). The effect of intense acoustic stimulation on basilar-membrane vibrations. *Auditory Neuroscience*, 2, 329–345.

Scollie, S., Seewald, R., Cornelisse, L., Moodie, S., Bagatto, M., Lurnagaray, D., Beaulac, S. et Pumford, J. (2005). The Desired Sensation Level Multistage Input/Output Algorithm. *Trends in Amplification*, 9(4), 159–197.

Senn, M. (2020). Analyse de l'adaptation fine appliquée au premier appareillage. Données d'appareillage Phonak Target. Données non publiées. Contactez claims@phonak.com pour obtenir davantage d'informations.

Souza, P. E., Arehart, K. H., Shen, J., Anderson, M. et Kates, J. M. (2015). Working memory and intelligibility of hearing-aid processed speech. *Frontiers in Psychology*, 6, 526.

Vercammen, C., Ferguson, M., Kramer, S., Meis, M., Singh, G., Timmer, B., Gagné, J. P., Goy, H., Hickson, L., Holube, I., Launer, S., Lemke, U., Naylor, G., Picou, E., Scherpiet, S., Weinstein, B. et Pelosi, A. (2020). Prise de position de Phonak sur l'importance de la santé auditive pour un mode de vie sain. *The Hearing Review*. Extrait de : <https://www.hearingreview.com/hearing-loss/patient-care/counseling-education/well-hearing-is-well-being>, consulté le 4 mai 2020.

Wagener, K. 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.

Wright, A. (2020). Phonak Digital Adaptive 2.0 – Formule de présélection nouvelle génération avec compression adaptative pour un effort d'écoute réduit. Field Study News. Extrait de www.phonakpro.fr/etudes consulté le 19 août 2020.

Experts

Volker Kühnel, expert principal en performances auditives, siège de Phonak



Volker Kühnel, professeur, a obtenu son diplôme de physique en 1995. De 1995 à 1997, il a travaillé à Oldenburg en PostDoc dans le groupe de physique médicale du Dr B. Kollmeier, Oldenburg, Allemagne. Depuis 1998, il travaille pour Phonak/Sonova sur le développement de produit à

l'interface entre les algorithmes des aides auditives, les logiciels d'appareillage et la conception en audiologie. Son travail porte sur la qualité audiolgique des aides auditives pour apporter la meilleure qualité aux clients.

Sofie Jansen, experte en performances auditives – compensation de la perte auditive, siège de Sonova



Sofie Jansen, diplômée en doctorat, est une chercheuse en audiologie pour le service Recherche et développement de Sonova. Elle a obtenu son master d'orthophonie et d'audiologie à l'Université de Louvain (Belgique), où elle a également décroché son doctorat en 2013.

Auteur

Jane Woodward, responsable audiologie, siège de Phonak



Jane élabore des formations en audiologie, coordonne des études et rédige des articles pour offrir des produits, fonctions et formations efficaces et éprouvés. Titulaire d'un master en audiologie et d'une licence en psychologie obtenus à l'université

de Southampton, elle bénéficie de nombreuses années d'expérience en développement de logiciels et d'aides auditives. Jane a pu cumuler une grande expérience clinique avec les populations adultes et pédiatriques durant son travail en clinique pour la NHS britannique et en Suisse.

028-2166-04/V1.00/2020-06 © 2020 Sonova AG Tous droits réservés