

Quel effort d'adaptation fine faut-il investir dans les appareillages modernes?

Martin Lützen
Ingénieur diplômé (FH)
Phonak SA, Suisse

Résumé

Depuis quelques décennies, les formules de présélection sont la base de départ la plus significative des adaptations prothétiques. Les malentendants souhaitent cependant souvent pouvoir bénéficier de quelques retouches à cette adaptation initiale. L'analyse des réglages des paramètres audioprothétiques entrepris par les audioprothésistes est donc d'un grand intérêt. Différents aspects des appareils Savia de Phonak ont été examinés dans ce rapport. Les recherches se sont ici basées sur la sensation sonore subjective analysée dans une étude clinique et sur les données objectives d'appareillages d'une autre étude offrant une collection de données extraites de ce que l'on appelle les fichiers Export. L'objectif initial était d'analyser les corrections apportées aux paramètres d'appareillages initiaux (fichiers Export). Ces résultats ont de plus été comparés aux affirmations des patients de l'étude clinique.

Les résultats de ce travail ont montré que la formule d'appareillage de Phonak, «Phonak Digital Adaptive», a répondu avec beaucoup de précision aux attentes des patients et que, en moyenne, presque aucune adaptation fine n'était nécessaire. Les affirmations subjectives des patients se sont révélées être en très bonne corrélation avec les données objectives recueillies dans les fichiers Export.

Introduction

Le facteur décisif pour l'acquisition d'un système auditif – outre les conseils individuels et la qualité du système auditif – est la précision des calculs initiaux ou de la formule d'appareillage. Pour pouvoir régler la multitude des paramètres d'appareillages à leurs valeurs initiales optimales – du point de vue audiolgique – les fabricants se servent de formules de présélection reconnues, ou développent leurs propres méthodes. Si les calculs initiaux correspondent aux attentes des malentendants de telle sorte qu'il ne soit pas ou qu'il soit peu nécessaire de modifier les réglages influant la tonalité, l'intensité sonore et l'intelligibilité vocale, on dispose alors d'une base idéale pour les étapes ultérieures d'adaptation et de conseil. Sinon, une correction post-appareillage, ou adaptation fine, s'impose.

Au cours des dernières décennies, différents auteurs ont développé des méthodes de présélection basées sur le seuil auditif. En raison de leurs caractéristiques non linéaires, des formules d'appareillage modernes telles que le «Desired Sensation Level input/output» (DSL [i/o]) ou la «National Acoustics Laboratories Non Linear Version 1 (NAL-NL1) ont supplanté les formules classiques telles que «NAL», la «Méthode Berger» ou la «Prescription Of Gain and Output» (POGO). Les formules de présélection ne fournissent aucun réglage absolu des aides auditives. Ce ne sont que des propositions à interpréter, dont l'objectif prothétique est de déterminer le réglage théorique idéal en fonction de la perte auditive.

Malgré les nombreuses innovations et une meilleure connaissance du traitement acoustique par l'organe de l'ouïe humaine, les adaptations prothétiques ne conduisent pas toujours «du premier coup» à des résultats satisfaisants. On voit souvent que le gain cible calculé ne répond pas aux souhaits des malentendants en termes de sonie et de tonalité. Il y a de multiples raisons à cela. Dans le cas d'un premier ap-

pareillage en particulier, on constate souvent qu'un malentendant n'accepte pas les réglages des aides auditives calculés initialement, ou alors seulement après une phase d'accoutumance (Cox et al., 1996; Munro et Lutman, 2004). Les quatre raisons les plus fréquentes à cela ont été présentées dans une étude de Brooks (1985):

1. Le diagnostic trop tardif d'une affection auditive allonge le processus d'accoutumance
2. La nécessité de dominer les bruits ambiants gênants
3. Un âge avancé et des problèmes de santé
4. L'opinion du malentendant que sa perte auditive actuelle n'est pas encore assez grave et que l'emploi d'une aide auditive ne lui sera donc pas encore d'une grande utilité.

Un autre facteur décisif pour la satisfaction du patient est le choix de la méthode de présélection. Les formules d'appareillage divergent aussi largement les unes par rapport aux autres. Les résultats de la méthode Berger s'écartent par exemple d'environ 15 dB en moyenne de ceux de la formule NAL (Kießling et al., 1997).

Seule une adaptation fine post-appareillage de la cible prothétique présélectionnée peut conduire à la satisfaction des malentendants. Dans la pratique, il s'agit de déterminer leurs besoins acoustiques (par des questionnaires ou à l'aide d'une classification de sonie, par exemples) et de faire les modifications en conséquence.

Méthode

La complexité des technologies audioprothétiques exige que la formule d'appareillage utilisée soit très efficace. Cette étude a été conçue pour analyser l'effort d'adaptation fine nécessaire, en pratique, en utilisant la formule «Phonak Digital Adaptive» de Phonak, mise en œuvre pour les aides auditives Savia. Les fichiers numériques des appareillages Savia, peuvent être convertis dans un autre format et sont ainsi bien adaptés à l'analyse de gros volumes de données.

Les informations issues de deux études ont été analysées ici. L'une d'elles, un test clinique réalisé entre décembre 2004 et janvier 2005, a fourni des données subjectives à partir d'un questionnaire. Elle avait été réalisée pour évaluer l'efficacité de Savia dans des conditions réelles d'utilisation et en améliorer d'éventuels points faibles avant son introduction sur le marché. 180 malentendants au total, au Danemark, en Allemagne, en Nouvelle-Zélande, en Autriche, en Suisse et aux Etats-Unis ont participé à cette étude. L'essai clinique comprenait un premier rendez-vous d'appareillage, de 1 à 4 séances de suivi prothétique et un questionnaire final.

Les résultats du questionnaire ont aussi été comparés aux résultats d'une deuxième étude, faite sur une collection de données d'appareillages. Un programme de conversion permettait, à partir des données prothétiques exportées, de calculer les déviations par rapport aux réglages standard initiaux des paramètres. Les 116 fichiers d'appareillages exportés au total (soit 203 appareils adaptés) venaient de cinq pays différents (Allemagne, Angleterre, Autriche, Suisse et USA). Ils représentaient les appareillage tels qu'ils étaient au minimum à la troisième consultation (deuxième séance de suivi prothétique). Ils ne permettent pas de savoir si certains des appareillages étaient déjà terminés. Les premières données prothétiques ont

été recueillies pendant une phase de validation du produit. Ces appareillages ont été réalisés avec la version 1.0a du «iPFG».

Généralités sur les formules d'appareillage

Les calculs initiaux de la formule «Phonak Digital Adaptive» prennent en charge tous les types de pertes auditives. La méthode assure en effet une sélection interne de formules de calcul des cibles prothétiques pour les différents types de pertes auditives suivants:

- Pertes auditives standard
- Pertes auditives marquées dans les aigus («Phonak Digital Ski-slope»)
- Pertes auditives marquées dans les graves
- Pertes auditives sévères

Le but de la formule «Phonak Digital Adaptive» est de rétablir la perception de sonie. Le rapport entre la fonction de croissance de sonie et la perte auditive a été largement décrit dans la littérature (Moore, 2003). La formule de pré-sélection «Phonak Digital Adaptive» s'appuie sur les différences des fonctions de sonie des malentendants et des normo-entendants. Les seuils de compression pour les malentendants sont calculés en fonction des différentes croissances de sonie. Pour le calcul du gain cible, la formule travaille en interne avec les données standard de classification de sonie correspondant à l'audiogramme saisi. D'une façon générale, la formule «Phonak Digital Adaptive» pondère l'audiogramme de chaque patient selon la proportion des quatre types de pertes auditives qu'il contient. Par exemple, le calcul initial pour une perte auditive marquée dans les aigus «pure» ne s'appuiera que sur la catégorie «Pertes auditives marquées dans les aigus». S'il s'agit maintenant d'une perte auditive sévère marquée dans les aigus, le calcul initial se fera en ajoutant une pondération proportionnelle à la composante «Pertes auditives sévères».

L'aide auditive Savia fonctionne en 20 bandes selon le modèle d'amplification appelé «Traitement BioNumérique de la Perception» (BPP = Bionic Perception Processing). Le «BPP» analyse les caractéristiques acoustiques et psychoacoustiques du son incident dans 20 bandes critiques, afin d'identifier dans chacune d'elles les composantes qui contribuent à la clarté sonore. Les gains peuvent être réglés pour des niveaux d'entrée de 40, 60 et 80 dB SPL. Sept programmes auditifs sont disponibles au total, parmi lesquels les programmes «Situations calmes» (1^{er} programme), «Parole dans le bruit» (2^{ème} programme), «Confort dans le bruit» (3^{ème} programme) et «Musique» (4^{ème} programme), sont gérés automatiquement par «AutoPilot» selon des critères de commutation définis.

La forme et la position du pavillon de l'oreille favorisent une audition directive en fonction de la fréquence. Plus une fréquence est élevée et plus elle est amortie quand elle provient de l'arrière. Par contre, les signaux frontaux sont transmis pratiquement sans amortissement. Le cerveau exploite ces caractéristiques pour pouvoir réaliser une localisation avant / arrière. Le «Real Ear Sound», intégré dans les contours d'oreille Savia, reconstitue cette caractéristique afin de restaurer la fonction du pavillon, dénaturée par la présence du contour directionnel. Des études ont déjà mis en évidence qu'il en résulte une nette réduction des confusions avant/arrière (Tchorz, 2005).

Le mode microphonique digital SurroundZoom (SurroundZoom numérique) s'étend sur les 20 bandes, dans chacune desquelles la caractéristique directionnelle s'adapte individuellement.

Le «Réducteur de bruit du vent» diminue la gêne sonore due au vent. Quand la vitesse du vent atteint environ 2,5 m/s, des turbulences se produisent au niveau du pavillon. Elles peuvent perturber l'audition et la compréhension. Les différences de marche dans l'espace entre un son direct et ses réflexions, peuvent avoir une

influence tout aussi néfaste sur l'intelligibilité vocale à partir de 100 ms environ (écho). Le système EchoBloc évalue le temps de réverbération en analysant les écarts temporels entre le signal incident et ses images successives.

Résultats des données d'appareillage exportées

Plus de 96% de tous les appareillages ont été réalisés avec la formule «Phonak Digital Adaptive» et 2% avec la formule «Phonak Digital Ski-Slope» sélectionnée manuellement. Une faible proportion d'appareillages s'est appuyée sur «DSL[i/o]» (< 1%) ou «NAL-NL1» (< 1%).

Par la suite, seuls les appareillages dont les calculs initiaux se sont appuyés sur la méthode «Phonak Digital Adaptive» seront pris en compte. Les modifications apportées au gain initial sont en général considérées comme le critère essentiel pour juger de la qualité d'une formule d'appareillage. Dans les appareillages analysés, l'adaptation fine moyenne du

Figure 1
Moyenne des adaptations fines du gain en fonction de la fréquence dans le 1^{er} programme auditif (calculée sur 203 adaptations prothétiques)

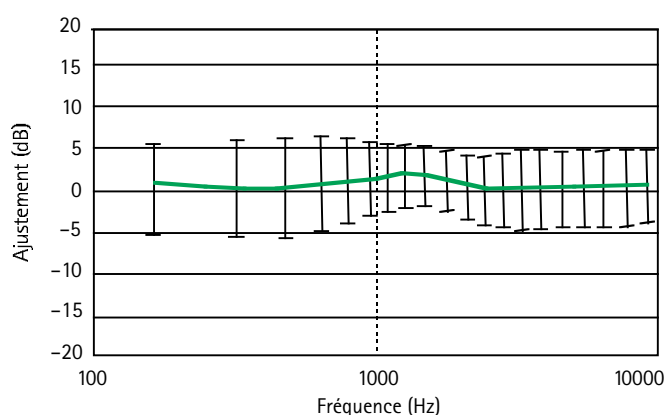


Figure 2
Adaptation fine du MPO en fonction de la fréquence dans le 1^{er} programme auditif (situations calmes)

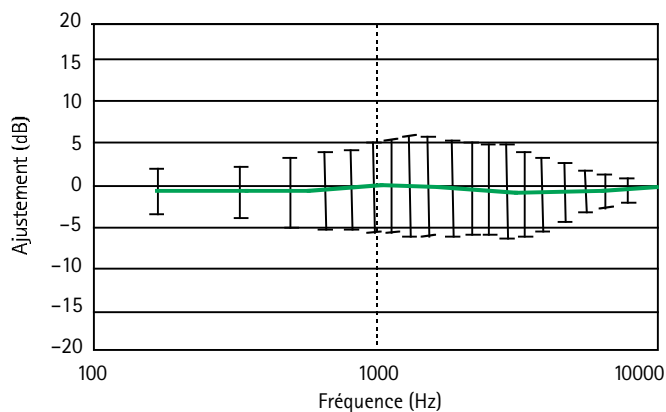
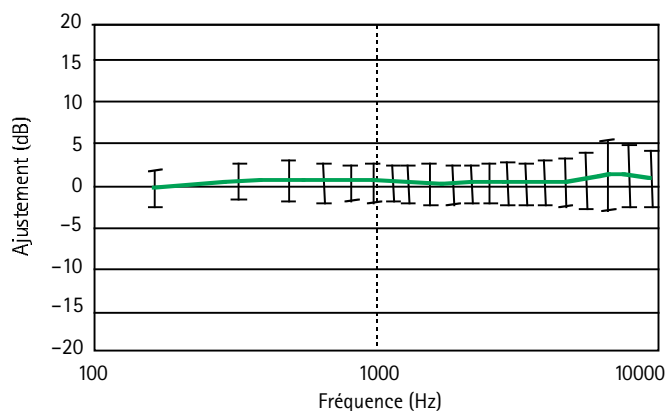


Figure 3
Corrections du seuil de compression en fonction de la fréquence dans le 1^{er} programme auditif (situations calmes)



gain a été comprise entre 0 et 2 dB dans le domaine vocal (présenté à titre d'exemple pour le 1^{er} programme). La figure 1 montre que les calculs initiaux de la formule «Phonak Digital Adaptive» ont très exactement délivré la sonie et les sensations sonores souhaitées par les malentendants.

L'écart type (3 à 7 dB) confirme que des adaptations fines positives ou négatives, propres à chaque patient, ont bien été entreprises.

Les corrections fines du niveau maximal de sortie (MPO) et du seuil de compression (présentées à titre d'exemple pour le programme 1) révèlent également de faibles déviations par rapport aux calculs initiaux. Les corrections moyennes du MPO s'élèvent à moins de 1 dB (figure 2). L'écart type est représentatif des adaptations fines individuelles (écart type de 2 à 7 dB).

L'adaptation fine moyenne du seuil de compression se situe entre 1 et 2 dB (figure 3). Son écart type est plus faible que ceux des adaptations fines du gain et du MPO (2 à 5 dB).

Un tiers de l'ensemble des sujets utilisait la fonction automatique «AutoPilot» et presque les deux tiers souhaitaient disposer d'un choix de trois programmes auditifs manuels supplémentaires (AutoPilot + programmes auditifs 1-3). 4 % des sujets devaient encore pouvoir sélectionner manuellement 2 programmes auditifs supplémentaires (AutoPilot + programmes auditifs 1-5), comme le montre la figure 4. Les programmes manuels les plus souvent utilisés sont indiqués dans la table 1. «Parole dans le bruit» arrive en tête.

L'observation des modes microphoniques des trois premiers programmes n'a révélé que de très faibles déviations par rapport aux réglages standard. Le mode microphonique «Real Ear Sound», sélectionné par défaut dans les programmes auditifs 1 et 3 des contours d'oreille, a été totalement accepté. Dans le programme auditif 2, on n'a observé que des modifications occasionnelles par rapport au réglage standard «digital SurroundZoom». La figure 5 montre que 2% des sujets ont préféré le «Real Ear Sound» et 1% a opté pour une directivité fixe.

Table 1
Taux de sélection (%) des programmes supplémentaires

Programmes supplémentaires	Utilisation [%]
Parole dans le bruit	27
Situations calmes	24
Musique	17
FM+M	8
FM	7
Sourdine	4
Personnel (situations calmes)	3
Personnel (parole dans le bruit)	3
Pièce réverbérante	3
Téléphone acoustique	2
Capteur T	1
Autres	1

Le niveau d'efficacité du «Réducteur de bruit à haute résolution» a été modifié de diverses façons dans les trois premiers programmes auditifs. Dans le 1^{er} programme (situations calmes, réglages possibles: «Arrêt» (par défaut) ou «Léger»), 8% des aides auditives ont été réglées sur le niveau «Léger». Dans le 2^{ème} programme (parole dans le bruit, réglages possibles: «Arrêt», «Léger» (par défaut), ou «Modéré»), 25% des utilisateurs ont préféré le niveau «Modéré» au niveau «Léger». Le réducteur de bruit du programme 2 n'a jamais été inactivé. Dans le 3^{ème} programme (confort dans le bruit, réglages pos-

Figure 4
Répartition des programmes auditifs

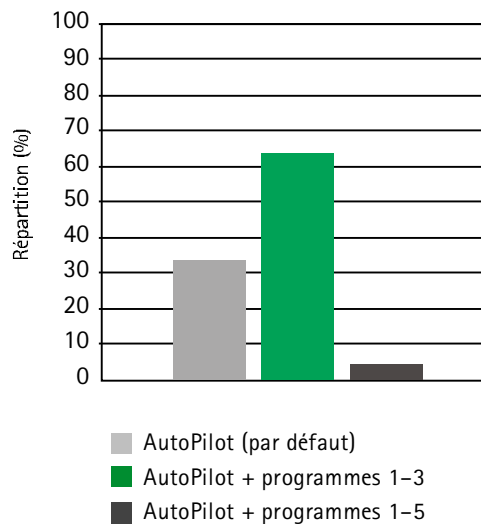


Figure 5
Répartition des modes microphoniques dans le programme auditif 2

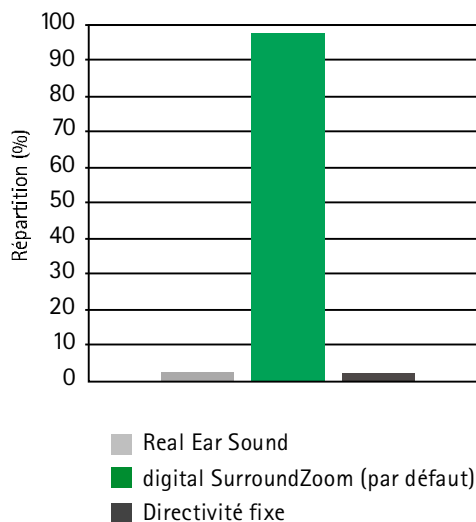


Figure 6
Répartition des différents réglages du «Manager d'Occlusion»

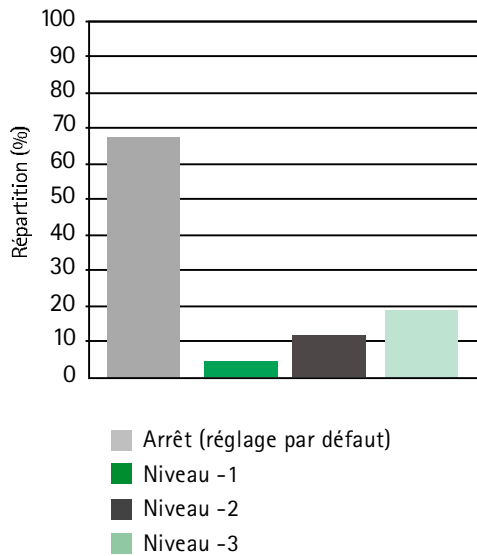
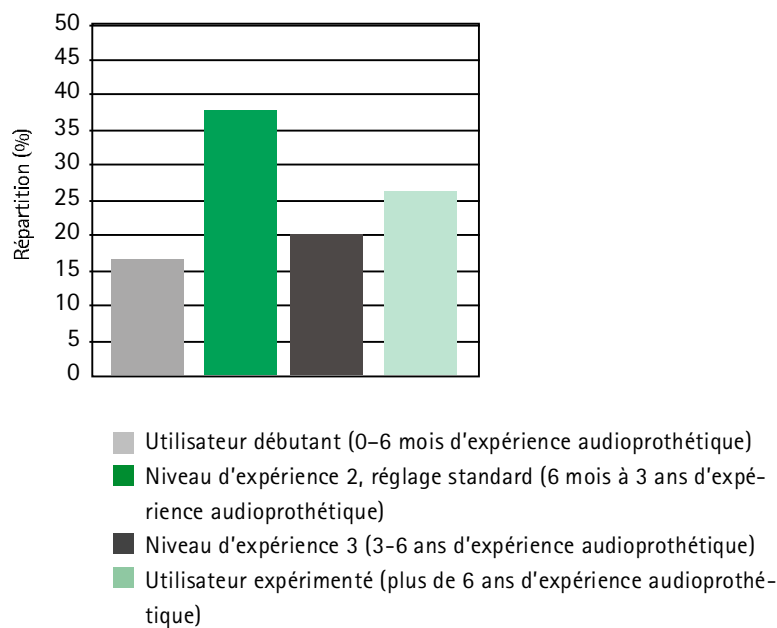


Figure 7
Répartition du paramètre «Sonie/Expérience»



sibles: «Arrêt», «Léger», «Modéré» (par défaut) ou «Intense»), le réglage par défaut «Modéré» a été conservé par 94% des sujets. (4,5% ont choisi «Intense» et 1,5% «Léger»).

Le «Manager d'Occlusion» a été activé dans 33% des appareillages et placé sur différents niveaux d'efficacité (figure 6).

L'utilisation active du paramètre «Manager de Sonie/Expérience» confirme le bien-fondé dans la pratique de la théorie des différents modes d'amplification en fonction de l'expérience de l'appareillage. Le niveau d'expérience par défaut (6 mois à 3 ans d'expérience de l'appareillage) a été conservé dans 38% des cas. La répartition pour les autres cas est représentée figure 7. Si un niveau d'expérience est sélectionné, le mode d'amplification est automatiquement modifié, c'est-à-dire que le paramètre Sonie/Expérience est automatiquement modifié.

«L'EchoBloc» et le «Réducteur de bruit du vent» sont proposés dans les programmes auditifs 2 et 3. Ces fonctions sont inactives par défaut. L'EchoBloc a été sélectionné dans 12% (programme auditif 2) et 11% (programme auditif 3) des appareillages. Une fréquence d'utilisation comparable a été observée pour la fonction «Réducteur de bruit du vent». 9% utilisaient cette fonction dans le programme auditif 2 et 12% dans le programme auditif 3.

Résultats de l'essai clinique

Les résultats subjectifs du questionnaire sont très bien corrélés aux informations recueillies dans les fichiers Export. Un grand nombre de patients (66%) a confirmé le bien-fondé des réglages d'amplification proposés (figure 8).

La tonalité telle qu'elle a été réglée par la formule «Phonak Digital Adaptive» a été jugée sur son aspect métallique, c'est-à-dire sur la présence de composantes sonores aiguës (figure 9). Ce critère se justifie par le fait que c'est typiquement dans les cas de presbycusies (pertes auditives plus importantes dans les aigus) que les malentendants ont le plus de mal à accepter les composantes de fréquences élevées. Les résultats ont montré que l'acceptation était excellente chez 87% des sujets interrogés.

La même question a été posée pour le domaine des fréquences graves (sonorité «sourde»), figure 10. 95% des malentendants ont émis un avis favorable quant à la tonalité de Savia dans les graves.

Le jugement global de qualité sonore de Savia est représenté figure 11. Il met en évidence que 98% des personnes interrogées ont émis un avis positif quant à la qualité sonore de cet appareil. La figure 12 montre qu'une appréciation positive d'intelligibilité était également obtenue dans la plupart des cas avec Savia.

Ceci reflète également les réponses à la question de la fidélité de reproduction sonore de Savia. Seuls 12% des patients ont jugé que la sonorité de Savia manquait de naturel, 88% l'ont trouvée naturelle.

Figure 8

Appréciation des patients quant aux réglages de l'amplification basée sur la formule «Phonak Digital Adaptive»

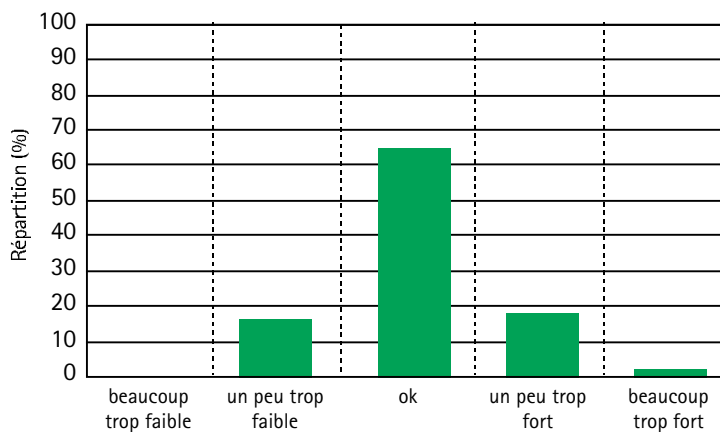


Figure 9

Perception d'une sonorité «métallique» avec les réglages de Savia

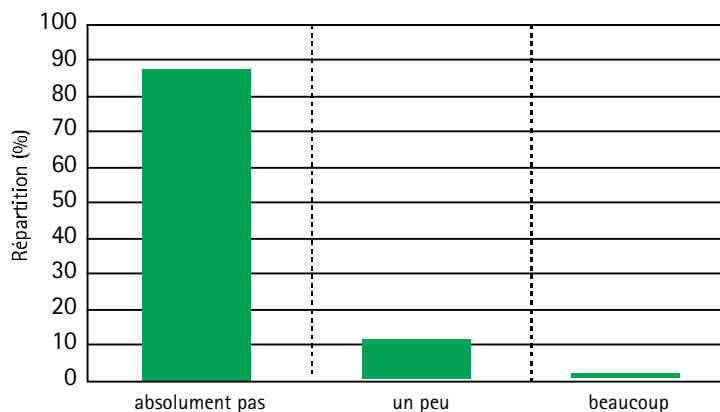


Figure 10

Perception d'une sonorité «sourde» avec les réglages de Savia

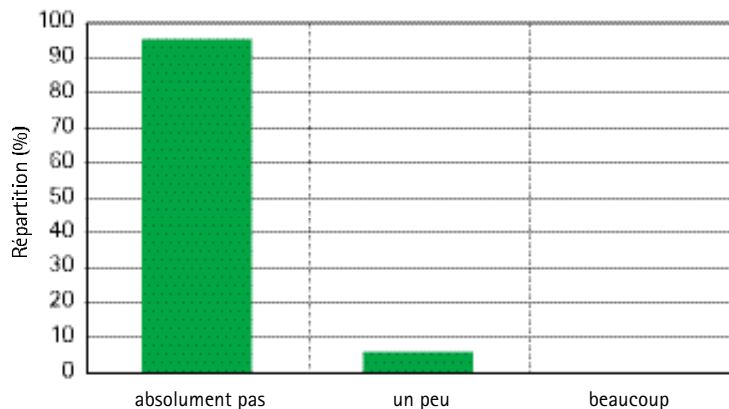


Figure 11

Appréciation globale de qualité sonore de Savia

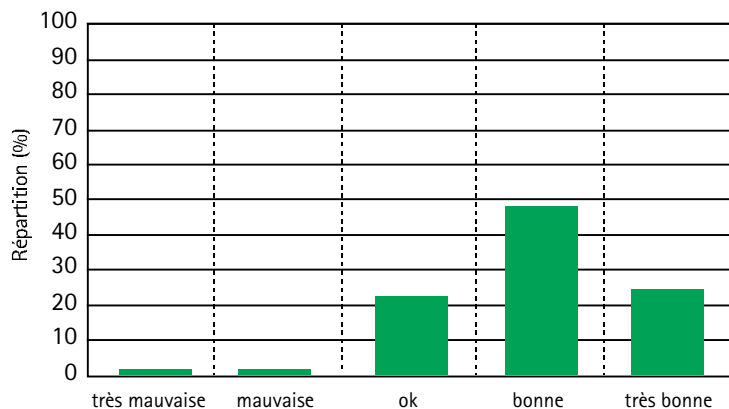
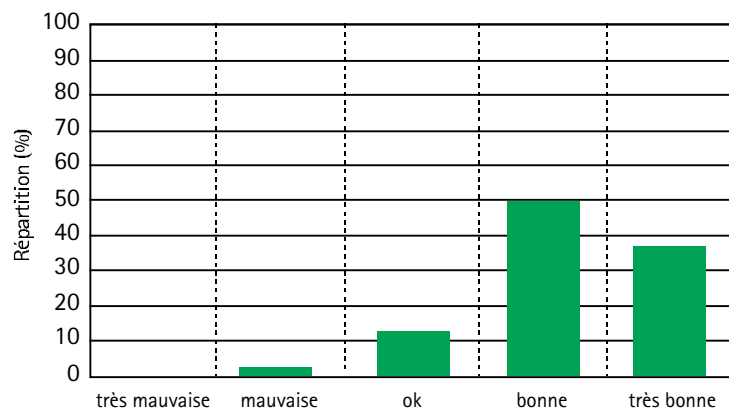


Figure 12

Appréciation subjective d'intelligibilité vocale avec Savia



Résumé

Les calculs initiaux de la formule d'appareillage Phonak «Phonak Digital Adaptive» répondent en moyenne très exactement aux attentes des patients. Les corrections requises de gain, de MPO ou de seuil de compression ne dépassaient pas 2 dB en moyenne. Les petits écarts types des corrections fines réalisées avec ces curseurs de réglage (jusqu'à 7 dB) s'expliquent par les adaptations fines spécifiques à chaque patient. Les fichiers d'appareillage Export ont montré que les modes microphoniques sélectionnés par défaut par Phonak dans les 3 premiers programmes (modes «Real Ear Sound» et «digital SurroundZoom») étaient très bien acceptés. L'offre étendue de programmes auditifs a été mise activement à profit. Ceci est également vrai pour les fonctions bien connues du Manager d'occlusion ou du «Manager de sonie/Expérience», qui détermine le mode d'amplification de base. La fonction du «Réducteur de bruit à haute résolution» a été maintenue le plus souvent dans ses réglages par défaut, spécifiques à chaque programme. Le niveau du «Réducteur de bruit à haute résolution» n'a été manipulé que dans quelques cas isolés. L'utilisation des nouvelles fonctions, telles que l'«EchoBloc» ou le «Réducteur de bruit du vent» a montré l'intérêt du marché pour de telles solutions auditives.

Une très bonne corrélation a été trouvée entre les affirmations subjectives des patients et les résultats analysés dans les fichiers d'appareillage Export. Le jugement des patients quant à l'efficacité prothétique de la formule «Phonak Digital Adaptive» a été très largement positif.

Bibliographie

Brooks, D. N. (1985). Factors relating to the under-use of postaural hearing aids. *British Journal of Audiology*, 19(3):211–217.

Cox, R. M., G. C. Alexander, I. M. Taylor et G. A. Gray (1996). Benefit acclimatization in elderly hearing aid user. *Journal of the American Academy of Audiology*, 78(6): 428–441.

Kießling, J., B. Kollmeier et G. Diller (1997). *Versorgung und Rehabilitation mit Hörgeräten* (1st Edition). Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.

Moore, B. C. J. (2003). *An Introduction to the Psychology of Hearing* (5th Edition). Academic Press.

Munro, K. J. et M. E. Lutman (2004). Self-reported outcome in new hearing aid users over a 24-week postfitting period. *International Journal of Audiology*, 43(10):555–562.

Tchorz, J. (2005). *Background Story Savia Real Ear Sound* (Phonak AG Headquarters, Stäfa, Switzerland).



Martin Lützen
Ingénieur diplômé (FH)
Phonak SA, Suisse

Martin Lützen, ingénieur diplômé, a reçu une formation d'audioprothésiste. Parallèlement à ses études d'ingénieur (FH) dans la spécialité « Technique Auditive et Audiologie » à Oldenburg, il a travaillé dans différentes institutions. Depuis juillet 2005, il occupe un poste d'ingénieur de développement chez Phonak SA en Suisse.

