

SoundRecover

Informations audiolologiques

Pour les personnes souffrant de perte auditive, il est indispensable de percevoir et de différencier les sons aigus avec facilité et précision. Il y a trois domaines dans lesquels les sons aigus ont leur importance :

- L'intelligibilité de la parole : bon nombre des sons ou phonèmes qui contribuent nettement à l'intelligibilité de la parole comprennent essentiellement des composantes aiguës. Par exemple, le phonème /s/ permet en anglais d'identifier les pluriels, ainsi un auditeur peut comprendre s'il y a un ou plusieurs objet(s). En fonction de l'âge et du sexe de l'interlocuteur, ce phonème présente une crête spectrale comprise entre 4 et 10 kHz. Chez les hommes, l'énergie maximale est généralement de 4 à 6 kHz et chez les femmes, de 7 à 10 kHz. Chaque langue a de tels sons, qui ne peuvent être différenciés que si les composantes aiguës du signal sont audibles (Simpson et al., 2005). La perception de cette plage à hautes fréquences est particulièrement importante chez les enfants en pleine acquisition du langage, car elle permet de comprendre la langue et d'apprendre à la reproduire correctement (Stelmachowicz et al., 2002).
- La localisation : la perception des signaux aigus donne des indications précieuses sur l'identification et la localisation des sources sonores (Blauert, 1982). Il est important que ces signaux aigus soient disponibles pour les deux oreilles (Dubno et al., 2002).
- La compréhension de la parole dans le bruit : la compréhension de la parole est une épreuve lorsque l'auditeur s'efforce de comprendre une conversation dans un environnement bruyant. Les sons aigus du signal vocal ont une réelle importance car, contrairement aux sons graves, ils sont moins susceptibles d'être masqués par les composantes graves relativement importantes de la plupart des bruits courants. Ainsi, il est impératif que les phonèmes aigus soient audibles et faciles à différencier dans de tels environnements acoustiques.

Informations audiologiques

Méthodes permettant d'amplifier davantage les fréquences aiguës importantes

Pour les auditeurs souffrant d'une perte auditive dans les aigus, une amplification adéquate est nécessaire pour leur permettre d'entendre les sons aigus. Les deux méthodes existantes sont l'élargissement de la bande passante au-delà des 8 kHz et le décalage fréquentiel :

- **Élargissement de la bande passante**

La méthode classique consisterait à élargir la bande passante de l'appareil auditif et à appliquer une amplification des aigus aux fréquences nécessaires à la perception et à la discrimination des phonèmes aigus. Mais, outre le problème des zones mortes dans les aigus, impossible à résoudre en amplifiant simplement les aigus, il y a un certain nombre d'autres problèmes à prendre en compte :

- L'amplification nécessaire à l'élargissement de la bande passante implique une amplification encore plus importante qu'avec la technique de compression de fréquences, notamment dans les aigus. Dans la mesure où la sensibilité de l'écouteur diminue à des fréquences supérieures à 5 kHz (fig. 1), cette augmentation de l'amplification nécessite une augmentation significative de l'amplitude dans les aigus. Par conséquent, la phase de sortie devient saturée, ce qui génère des artefacts impossibles à supprimer numériquement.
- L'amplification est maximale dans la plage de fréquences dans laquelle le champ dynamique résiduel est le plus petit. Le recrutement dans cette zone étant bien supérieur, il nécessite une importante compression de l'amplitude, ce qui entraîne une qualité sonore moindre.
- En règle générale, les porteurs d'aides auditives trouvent les fréquences aiguës plus désagréables que les graves. Cela peut entraîner une perception pénible des aigus, même faibles. Il semblerait que les sons soient perçus davantage comme un bourdonnement que comme un son pur (Moore & Tan, 2003), notamment dans les plages de fréquence dans lesquelles la perte auditive est la plus importante.

- Le risque d'effet Larsen augmente. La suppression de l'effet Larsen peut aider dans une certaine mesure, mais cela engendre une consommation d'énergie accrue et peut-être l'apparition d'artefacts.

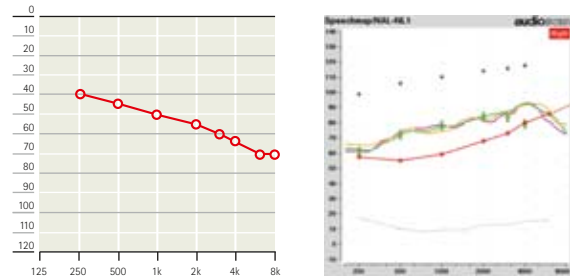


Figure 1

Le graphique de gauche représente une perte auditive moyenne. Le graphique de droite représente le gain cible de trois aides auditives à puissance modérée en utilisant Audioscan Verifit. Toutes ces aides auditives sont censées avoir une bande passante élargie jusqu'à 10 kHz mais ne peuvent fournir suffisamment de gain que jusqu'à 6 kHz. À partir de 6 kHz, le gain des aigus de ces aides auditives commence à diminuer et le gain nécessaire est impossible à obtenir, même pour les modèles d'aides auditives puissants. Ces courbes sont mesurées au coupleur, aussi le résultat serait encore pire si il était mesuré avec une oreille réelle. Cela prouve que la bande passante élargie est impossible à obtenir au niveau du tympan.

- **Décalage fréquentiel**

Cette technique de traitement sonore déplace les signaux aigus vers une plage de fréquences inférieure de sorte qu'ils soient plus facilement accessibles pour l'audition résiduelle de l'auditeur. Des études suggèrent que cette technique de décalage fréquentiel est avantageuse pour les adultes et les enfants souffrant d'une perte auditive dans les aigus et que cet avantage varie d'un individu à l'autre (Simpson, 2005). SoundRecover, la compression non linéaire de fréquences brevetée par Phonak, illustre une telle approche. En compressant la bande passante de sortie du signal selon un taux spécifique, SoundRecover élargit effectivement la bande passante de perception et améliore l'audibilité et la discrimination des composantes aiguës du signal. C'est ce qu'illustre la figure 2. En général, la compression de fréquences divise le signal entrant de l'aide auditive en deux canaux, définis par la fréquence de coupure. Le canal des basses fréquences n'est pas soumis à la compression de fréquences (ce qui maintient la structure harmonique dans cette plage de fréquences afin de mieux distinguer les voix des hommes de

Informations audiologiques

celles des femmes) alors que le canal des hautes fréquences est compressé en une bande passante plus étroite. Par conséquent, le son est décalé en fréquences dans le canal des hautes fréquences (Simpson et al, 2005). D'après certaines recherches, la compression non linéaire de fréquences favoriserait la perception de la parole chez les adultes et les enfants souffrant d'une perte auditive dans les aigus en leur permettant d'accéder à de nouveaux indices acoustiques aigus même s'ils sont émis à des fréquences plus basses (Bohnert et al, 2010 ; Glista et al, 2009 ; Glista et al, 2009 ; Simpson et al., 2005 ; Simpson et al, 2006 ; Wolfe et al., 2010, Wolfe et al, 2012).

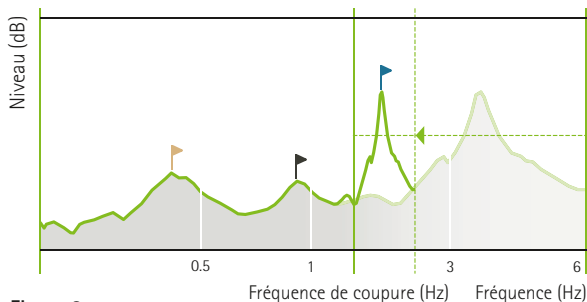


Figure 2

L'algorithme SoundRecover déplace les sons vers une zone adjacente dans laquelle l'audition est meilleure, où ils peuvent être traités et amplifiés sans aucune conséquence sur l'audibilité des sons plus graves.

En raison des problèmes d'amplification liés à l'élargissement de la bande passante, Phonak a décidé d'utiliser l'algorithme de compression de fréquences, SoundRecover, pour toutes ses aides auditives, ce qui peut véritablement résoudre les problèmes que la bande passante élargie ne peut résoudre.

Avantages pour le porteur d'aide auditive

SoundRecover a démontré de réels avantages, notamment

- Meilleures détection, discrimination et reconnaissance des sons.
- Nette amélioration de l'intonation et de la qualité vocale dans son ensemble.
- Intelligibilité de la parole améliorée dans le calme et dans le bruit.
- Détection améliorée des composantes vocales aiguës et meilleure compréhension de la parole (particulièrement perceptible lorsqu'on écoute des personnes dont la voix est aiguë comme les femmes et les enfants, les personnes qui parlent tout bas ou les sons aigus comme /s/ ou /f/).
- Toutes les configurations audiométriques peuvent bénéficier de SoundRecover.

Blauert (1987) Räumliches Hören. Band 1: Verlag Hirzel, Stuttgart (1982)
Bohnert, A., Nyffeler, M. Et Keilmann, A. (2010). Advantages of non-linear frequency compression algorithm in noise, Eur Arch Otorhinolaryngol;267(7):1045-1053.

Dubno JR, Ahistrom JB, Horwitz AR (2002) Spectral contributions to the benefit from spatial separation of speech and noise. J Speech Lang Hear Res 45:1297-1310.

Glista D, Scollie S, Bagatto M, Seewald R, and Johnson A (2009) Evaluation of nonlinear frequency compression: Clinical outcomes. Int J Audiol, 48(9): 632-44.

Glista, D., Scollie, S., Polonenko, M. Et Sulkers, J. (2009). A comparison of performance in children with nonlinear frequency compression systems. Hearing Review, 2009; 16(12): 20-24.

Wolfe, J. and Adams, J. (2012). High-Frequency Amplification for Children with Mild Hearing Loss (PowerPoint slides). Moore BC, Tan CT, (2003) Perceived naturalness of spectrally distorted speech and music. J Acous Soc Am 114: 408-419.

Simpson A, McDermott HJ, Dowell RC (2005) Benefits of audibility for listeners with severe high-frequency hearing loss. Hear Res 210: 42-52.

Simpson A, Hersbach AA, McDermott HJ (2006) Frequency compression outcomes in listeners with steeply sloping audiograms. Int J Audiol 45(11): 619-29.

Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, Lewis DE (2002) Aided perception of /s/ and /z/ by hearing-impaired children. Ear Hear 23: 316-324.

Wolfe, J., John, A., Schafer, E., Nyffeler, M., Boretzki, M., Et Caraway, T. (2010). Evaluation of nonlinear frequency compression for school-age children with moderately to moderately severe hearing loss. Journal of the American Academy of Audiology 21: 618-628.

Description technique

SoundRecover a pour but de rétablir l'audibilité pour les fréquences aiguës jusqu'à environ 10 kHz. Cette approche exclusive vise à compresser le signal au-delà d'une fréquence de coupure spécifiée et ajustable. La compression appliquée à cette bande de fréquences est spécifiée par le taux de compression. Toutes les fréquences en deçà du point de départ défini pour la fréquence de coupure demeurent inchangées, ce qui préserve la qualité des sons transmis au porteur de l'aide auditive.

Les fréquences éloignées de la fréquence de coupure (vers les fréquences plus hautes) sont déplacées de façon plus importante vers des fréquences plus basses alors que les fréquences proches de la fréquence de coupure sont déplacées de façon moins importante. Par exemple, pour un réglage de compression donné, l'énergie maximale d'une femme /s/ (généralement autour de 9 kHz) sera davantage déplacée vers la fréquence de coupure que l'énergie maximale d'un homme /s/ (5 kHz), mais l'ordre correct des fréquences sera maintenu.

La compression fonctionne immédiatement, il n'y a donc aucune constante de temps requise ni aucun artefact entendu. La figure 3 indique la courbe de transfert en fréquence d'une compression non linéaire de fréquences. Dans cet exemple, la fréquence de coupure est de 1 758 Hz et le taux de compression de 2,9:1.

Il est donc possible de calculer la fréquence d'entrée maximale $f_{IN,max}$ qui dépend du taux d'échantillonnage de la fréquence de sortie maximale $f_{OUT,max}$ à l'aide de la formule suivante :

$$f_{OUT,max} = f_{IN,max} \frac{1}{CR} \cdot f_{Cutoff}^{1-\frac{1}{CR}}$$

Les capacités actuelles de SoundRecover dans toutes les aides auditives Phonak permettent de régler la fréquence de coupure en fonction de la perte auditive entre 1,5 kHz et 6 kHz. Le taux de compression est automatiquement ajusté à une valeur comprise entre 1,5:1 et 4:1 selon la fréquence de coupure sélectionnée.

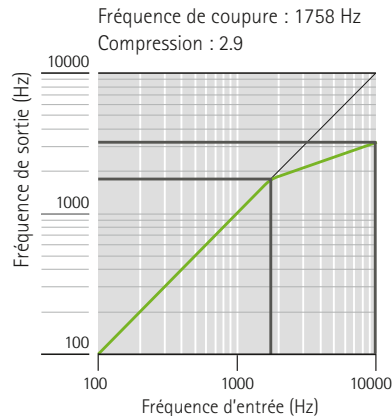


Figure 3
Courbe de transfert de la compression non linéaire de fréquences (NFC), SoundRecover, pour une fréquence de coupure de 1 758 Hz avec un taux de compression de 2,9 :1.

Description technique

Les valeurs de la fréquence de coupure et du taux de compression sont combinées dans le logiciel d'adaptation Phonak afin de définir un réglage de SoundRecover que les cliniciens peuvent ajuster pour peaufiner les réglages. Ce réglage dépend de la perte auditive de l'utilisateur final, en définissant la valeur de SoundRecover en cas de perte auditive asymétrique en fonction du réglage de la perte auditive la moins importante des deux appareils. Cela permet en outre d'éviter toute confusion entre gauche et droite pour la perception.

Il est possible d'ajuster le réglage de SoundRecover de façon à augmenter ou diminuer l'impact de SoundRecover sur les sons. Plus la fréquence de coupure est faible et le taux de compression élevé, plus l'impact de SoundRecover sur les sons sera important. Pour diminuer l'impact de SoundRecover sur les sons, il faut augmenter la fréquence de coupure et baisser le taux de compression.

Dans toutes les aides auditives Phonak, la bande passante d'entrée de la compression des fréquences est de 10 kHz. Cela signifie que les fréquences les plus élevées que détecte l'aide auditive sont de 10 kHz. Toutes les informations acoustiques jusqu'à 10 kHz sont traitées et transmises en sortie indépendamment de la puissance ou de la faiblesse du réglage de SoundRecover. La fréquence par rapport à laquelle la fréquence d'entrée maximale (10 kHz) est cartographiée est appelée « fréquence limite supérieure ». Au-delà de cette fréquence limite supérieure, l'aide auditive n'émet aucun son. La fréquence limite supérieure est visible sur les affichages de courbes de Phonak Target qui présentent les courbes de gain ou les courbes de niveau de sortie. En regardant la fréquence limite supérieure, on voit à quelle fréquence le 10 kHz est cartographié et on peut déterminer l'audibilité utile disponible avec l'amplification classique. Le précalcul de Phonak Target garantit cela et, en cas de doute, définit la fréquence limite supérieure avec prudence, autrement dit dévie sur des fréquences plus élevées. La fréquence limite supérieure est déterminée en fonction de la fréquence de coupure et du taux de compression donnés.

Données cliniques

SoundRecover est l'approche de décalage fréquentiel la plus documentée dans le secteur de l'audition. Ces dernières années, de nombreuses études ont confirmé qu'avec SoundRecover, l'intelligibilité de la parole est souvent améliorée tant dans le calme que dans le bruit, quels que soient l'âge, le degré de perte auditive et les configurations audiométriques, y compris asymétriques.

Intelligibilité de la parole

Nyffeler (2008b) a démontré l'amélioration de l'intelligibilité de la parole grâce à SoundRecover. Onze adultes présentant une perte auditive de perception moyennement-sévère à profonde équipés de SoundRecover ont connu une amélioration de l'intelligibilité de la parole avec le temps, dans des endroits calmes et bruyants. Les utilisateurs ont d'abord été évalués avec leurs propres aides auditives puis avec les aides auditives Naïda de Phonak avec SoundRecover pendant au moins deux mois. Leurs performances auditives ont été évaluées grâce à des tests objectifs et subjectifs au cours de cinq évaluations réparties sur la période d'étude. Le test OLSA (Oldenburger Satztest) a permis d'évaluer l'intelligibilité de la parole dans le bruit, avec les aides auditives Naïda avec SoundRecover par rapport aux aides auditives du sujet. Les résultats fournis par les patients ont fait l'objet d'un questionnaire.

Après deux mois d'utilisation, les tests indiquaient que SoundRecover permettait non seulement de prévenir l'effet Larsen et l'inconfort créé par la sonie excessive due aux niveaux élevés de l'amplification des aigus, mais également d'améliorer l'intelligibilité de la parole par rapport aux aides auditives de l'utilisateur. Les évaluations subjectives ont démontré que SoundRecover améliorait nettement la satisfaction de l'utilisateur quant à son appareil auditif et améliorait la qualité sonore perçue, après deux mois d'utilisation. L'étude a conclu que SoundRecover améliorait significativement l'expérience auditive dans les endroits calmes et bruyants, et améliorait l'aspect agréable des sons ambiants ainsi que la propre voix du sujet, favorisant ainsi une impression globale particulièrement satisfaisante.

Les données concernant l'intelligibilité de la parole chez les enfants montrent que l'activation de

SoundRecover permet une meilleure détection et reconnaissance des sons aigus qu'avec l'amplification de la bande élargie chez les enfants souffrant de perte auditive légère (Wolfe & John, 2012). Une étude en double aveugle a été menée sur 11 enfants souffrant de perte auditive de perception légère et équipés des contours d'oreille Phonak Nios H20 et Oticon Safari 300 avec DSL v 5.0 pour enfant. Les aides auditives Phonak étaient programmées avec SoundRecover en marche et arrêtées tandis que le contour d'oreille Oticon Safari 300 était programmé avec une amplification large bande. Les enfants ont été soumis à un test après quatre semaines d'utilisation pour chaque réglage. La conclusion finale de l'étude a révélé que les enfants présentaient un meilleur seuil et une meilleure reconnaissance des phonèmes /s/ et /sh/ avec l'activation de SoundRecover par rapport à la seule amplification large bande.

Compréhension de la parole dans le bruit

Bohnert et al (2010) ont comparé l'algorithme SoundRecover aux aides auditives avec une amplification classique, en utilisant à la fois un test de la compréhension de la parole dans le bruit (OLSA) et des questionnaires subjectifs. Dans cette étude, 11 utilisateurs d'aides auditives expérimentés souffrant d'une perte auditive de perception sévère à profonde ont été soumis au test. Sept d'entre eux ont révélé une meilleure compréhension dans le bruit (OLSA) avec SoundRecover. « Toutefois, quatre sujets sur les onze n'ont révélé aucune amélioration de la compréhension dans le bruit avec SoundRecover. » L'évaluation par le biais de questionnaires a montré un niveau de satisfaction supérieur après deux mois d'utilisation des appareils expérimentaux avec SoundRecover ($p = 0,08$) et après quatre mois d'utilisation ($p = 0,09$), respectivement, par rapport aux aides auditives classiques.

Configurations audiométriques asymétriques

John et al. (2013) ont démontré les avantages (audibilité améliorée et perception de la parole dans le calme ; nette amélioration de la reconnaissance des mots) de SoundRecover avec une perte auditive de perception asymétrique progressive vers les aigus. L'étude a également évalué la différence en termes d'avantages lorsque la fréquence de coupure et le taux de compression de SoundRecover sont programmés de façon symétrique d'après le statut

Données cliniques

« meilleure oreille » conformément aux paramètres par défaut du fabricant, par rapport aux calculs distincts pour chaque oreille. Dans cette étude, 28 adultes souffrant de perte auditive de perception asymétrique progressive vers les aigus ont été recrutés. Tous les adultes étaient des utilisateurs d'aides auditives expérimentés mais n'utilisaient aucune technologie de décalage fréquentiel.

Les conclusions de l'étude ont révélé que les adultes souffrant de perte auditive de perception asymétrique progressive vers les aigus connaissaient une amélioration de la reconnaissance des phonèmes aigus de la parole dans le calme, ainsi qu'une amélioration de la compréhension de la parole dans le calme et de qualité sonore. On a pu observer une tendance à l'amélioration de la reconnaissance de la parole dans le bruit avec SoundRecover, mais ce n'était pas significatif. En outre, aucune différence de performance n'a été observée avec SoundRecover réglé sur les seuils de la meilleure oreille par rapport aux seuils de chaque oreille séparément. Ce résultat confirme le mode de réglage pour la perte auditive asymétrique avec SoundRecover.

Perception de la musique

Uys et al. (2012) ont prouvé l'amélioration de la perception de la musique en utilisant la compression non linéaire de fréquences (SoundRecover). Cette étude a examiné le potentiel d'amélioration du plaisir d'écoute de la musique suite à une audibilité étendue des sons aigus. La performance des aides auditives avec SoundRecover a été évaluée en comparaison avec l'amplification classique à l'aide du test de perception de la musique (MPT) et d'un questionnaire subjectif. Quarante utilisateurs d'aides auditives expérimentés ayant une perte auditive de perception moyenne à sévère ont participé à l'étude. Les résultats ont montré que l'utilisation de SoundRecover améliorait significativement la perception qu'avait le sujet du timbre et de la mélodie (fig. 4).

En plus de leur participation au test de perception de la musique, les sujets ont également complété un

questionnaire afin d'évaluer la perception subjective de la qualité sonore de la musique. La plupart des sujets ont indiqué une qualité sonore plus satisfaisante avec SoundRecover pour toutes les qualités musicales évaluées, autrement dit la fidélité générale, la finesse et la réverbération mais pas la sonie, comme indiqué sur la figure 5. Aucun sujet n'a signalé une détérioration de la qualité sonore et du plaisir d'écoute de la musique avec SoundRecover par rapport à l'amplification classique.

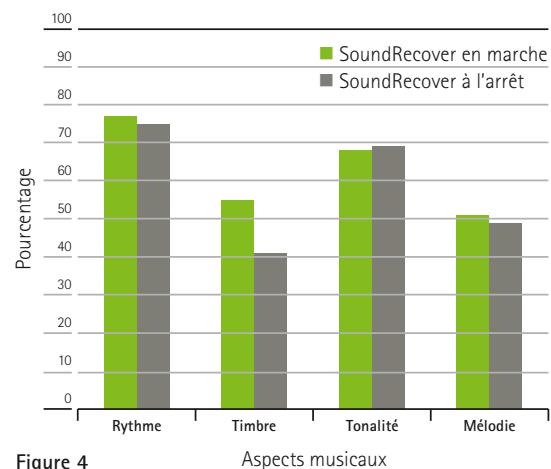


Figure 4 Aspects musicaux
Scores moyens des sujets pour l'évaluation du rythme, du timbre, de la tonalité et de la mélodie grâce au test de perception de la musique avec SoundRecover à l'arrêt et SoundRecover en marche.

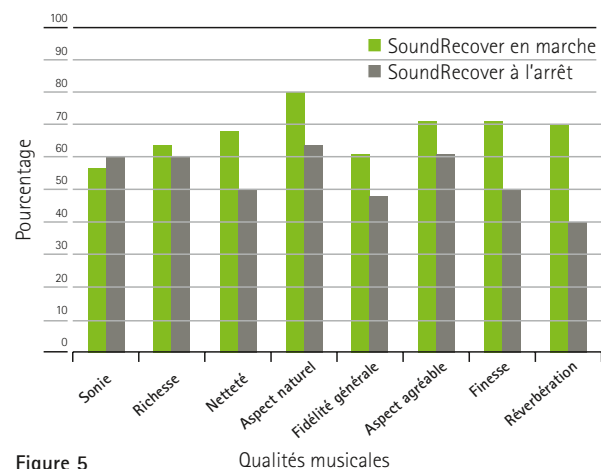


Figure 5 Qualités musicales
Scores moyens des sujets pour les différentes qualités musicales évaluées dans le questionnaire avec SoundRecover à l'arrêt et SoundRecover en marche.

Références

Bohnert, A., Nyffeler, M. & Keilmann, A. (2010). Advantages of non-linear frequency compression algorithm in noise, *Eur Arch Otorhinolaryngol*;267(7):1045-1053.

John, A., Wolfe, J., Schafer, E., Boretzki, M., Hudson, M., Fox, K., Wheeler, J., Wallace, J. (2013). Non-Linear Frequency Compression for Adults with Asymmetric Sloping Sensorineural Hearing Loss. Accepted.

Nyffeler, M. (2008b). Study finds that non-linear frequency compression boosts speech intelligibility. *Hearing J*, 61(12), 22,24,26.

Stuermann, B. (2009). Audeo Yes – SoundRecover for mild to moderate hearing loss. *Field Study News*. Phonak AG: 2009.

Uys, M., Pottas, L., Vinck, B., van Dijk, C. (2012). Influence of non-linear frequency compression on the perception of music by adults with a moderate to severe hearing loss: Subjective impressions. *S Afr J Commun Disord*, 2012 Dec;59:53-67.

Wolfe, J. and Adams, J. (2012). High-Frequency Amplification for Children with Mild Hearing Loss (PowerPoint slides).

Réglage et adaptation fine de SoundRecover

Le logiciel d'appareillage Phonak Target précalcule un réglage des paramètres de fréquence de coupure et de taux de compression à l'aide de l'audiogramme de la meilleure oreille. L'audioprothésiste peut ensuite procéder à l'adaptation fine de ces réglages, soit à l'aide d'un macro-paramètre qui gère à la fois la fréquence de coupure et le taux de compression d'une façon efficace sur le plan audiolgique, soit en réglant les deux paramètres séparément (outil étendu SoundRecover dans Phonak Target 3.1 et version supérieure). Dans l'implémentation actuelle de SoundRecover, les fréquences de coupure sont sélectionnables entre 1,5 et 6 kHz. Le taux de compression se situe entre 1,5:1 et 4:1. Le précalcul est toujours défini de la même façon pour les deux oreilles en fonction de la meilleure oreille. L'audioprothésiste peut néanmoins procéder à l'adaptation fine des deux côtés indépendamment l'un de l'autre.

Dans la plupart des cas, le curseur unique permet l'adaptation fine de SoundRecover. L'outil étendu est utile dans les cas où il faut trouver un compromis entre la connaissance des sons et leur discrimination une fois compressés. La fréquence de coupure et le taux de compression ont tous deux un impact sur l'audibilité des sons compressés. Mais la modification de la fréquence de coupure affecte davantage la connaissance de la qualité sonore, alors que la modification du taux de compression affecte davantage la discrimination des sons compressés.

Une personne normo-entendante bénéficie d'une audibilité des sons aigus et d'une connaissance des sons quotidiens suffisantes. Elle n'éprouve aucune difficulté à les différencier les uns des autres. Pour une personne souffrant d'une perte auditive moyenne, il faut modifier les sons (amplification, décalage fréquentiel) afin de rétablir l'audibilité. La modification des sons implique toujours une certaine méconnaissance au début. Si elle est correctement guidée, la personne malentendante peut s'y habituer et en profiter pleinement. SoundRecover implique également une certaine méconnaissance, par ex. les composantes tonales et les phonèmes /s/ compressés, cela dépend de l'intensité du réglage de SoundRecover. Un autre aspect auditif doit également être pris en compte : la capacité à différencier les sons compressés. Plus le taux de compression est élevé, plus les sons compressés sont semblables, puisque leurs spectres se rapprochent les uns des autres. Comme pour d'autres réglages d'aides auditives (par ex. l'amplification), il existe un optimum individuel pour les réglages de SoundRecover.

L'ajustement des deux paramètres affecte également la fréquence limite supérieure.

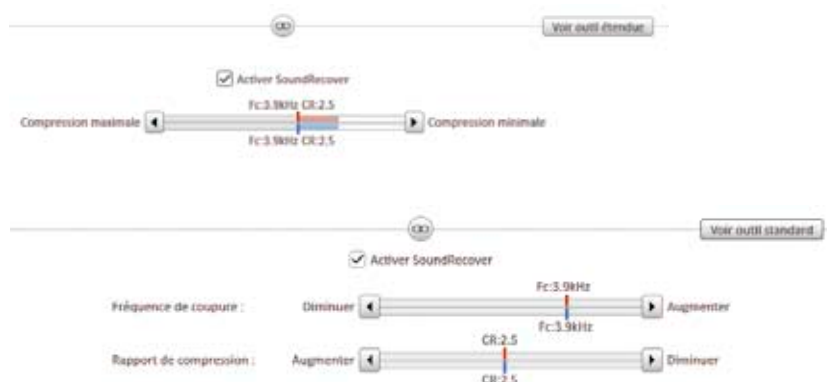


Figure 6

Outil SoundRecover dans Phonak Target 3.1. L'image du haut montre l'outil standard SoundRecover qui permet d'ajuster à la fois la fréquence de coupure et le taux de compression. L'image du bas représente l'outil étendu SoundRecover qui permet à l'audioprothésiste d'ajuster la fréquence de coupure et le taux de compression indépendamment l'un de l'autre. Tous les curseurs (à gauche et à droite) affectent la fréquence limite supérieure.

Réglage et adaptation fine de SoundRecover

Il existe quatre aspects auditifs/de perception qui dépendent des paramètres de SoundRecover :

- L'audibilité des sons aigus augmente en réduisant la fréquence de coupure et en augmentant le taux de compression.
- La discrimination des sons aigus augmente en réduisant le taux de compression.
- La connaissance des sons aigus (par ex. /s/ ne ressemble pas à un zozotement) se développe en augmentant la fréquence de coupure, et en réduisant le taux de compression mais dans une moindre mesure. Cette connaissance se développe également avec l'habitude.
- La connaissance des sons voisés et des notes tonales se développe aussi en augmentant la fréquence de coupure, et en réduisant le taux de compression mais dans une moindre mesure. Cette connaissance se développe également avec l'habitude.

La figure 7 indique, sous forme de schéma, les aspects de perception selon les paramètres de SoundRecover. Le point vert au milieu représente un réglage bien équilibré de SoundRecover. Les zones en gris indiquent les configurations des paramètres qui présentent toutes un ou plusieurs inconvénient(s). À droite, le point vert n'est pas le même pour toutes les personnes malentendantes. Il est individuel. Le précalcul de Phonak Target couvre en grande partie cette individualité. Mais dans certains cas, l'adaptation fine de SoundRecover peut véritablement faire une différence.

Voici des conseils pour mieux résoudre les problèmes d'audition qui peuvent être liés aux réglages de SoundRecover :

Les sons aigus, par ex. /s/, ne sont pas suffisamment audibles :

Si l'audibilité des sons aigus est impossible en ajustant le gain et le niveau maximal de sortie de l'aide auditive, l'audioprothésiste peut diminuer la fréquence de coupure sauf si celle-ci est déjà trop basse (moins de 2,5 kHz). La contrepartie est que la connaissance des sons aigus peut s'en trouver affectée.

Autre suggestion : augmenter le taux de compression. La seule exception est la perte auditive sévère à profonde : la différenciation de /s/ et /sh/ pourrait être insuffisante.

Discrimination difficile des sons aigus, par ex. /s/ et /sh/ :

Diminuez légèrement le taux de compression et la fréquence de coupure afin de maintenir l'audibilité des sons aigus.

Mauvaise connaissance des sons aigus, par ex. le /s/ ressemble à un zozotement, ou connaissance des sons harmoniques, par ex. les voyelles, les consonnes voisées, les notes tonales :

Augmentez la fréquence de coupure mais l'audibilité des sons aigus peut s'en trouver affectée.

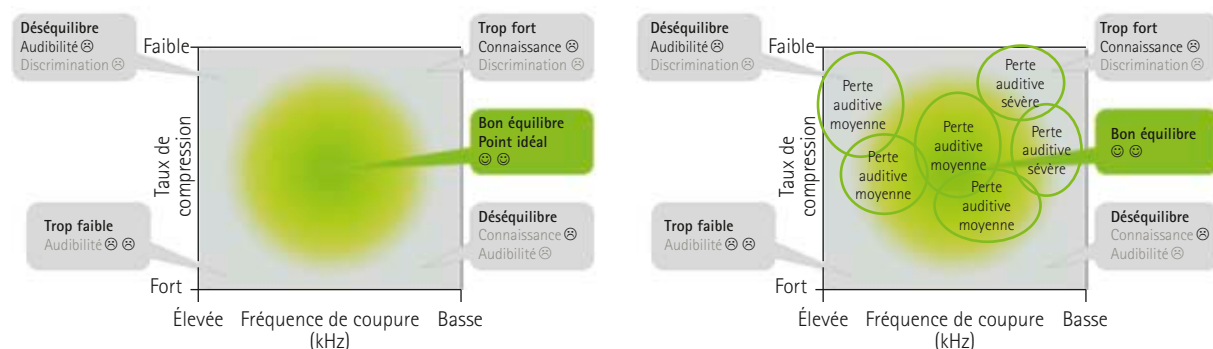


Figure 7

Présentation qualitative des paramètres de SoundRecover qui affectent les aspects de perception : audibilité, discrimination, connaissance des sons.

Réglage et adaptation fine de SoundRecover

Il est important de vérifier que les réglages de SoundRecover sont bien équilibrés (audibilité, discrimination, connaissance) pour les appareils des adultes comme ceux des enfants. Phonak a quelques suggestions pour cette vérification.

1. Pour vérifier que l'audibilité des sons aigus est suffisante

Adultes :

- Prononcez /s s s s/, /sh sh sh sh/ à un niveau vocal très faible puis vérifiez si les sons sont perçus
- Utilisez les exemples /s/ et /sh/ de l'adaptation fine de l'audibilité dans Target (adaptés aux pertes auditives moyennes à sévères)
- Effectuez une audiométrie à bande étroite en champ libre puis vérifiez si les seuils appareillés sont suffisamment bas
- Test de perception des phonèmes : mesurez les seuils de détection puis vérifiez s'ils sont dans la plage cible

Enfants

- Moins de 12 mois, vérification DSL : vérifiez dans SPLoGram si /s/ et /sh/ sont au-dessus du seuil
- Plus de 12 mois, également : vérifiez si l'enfant prononce s et sh

2. Pour vérifier si la discrimination des sons aigus est suffisante

Adultes :

- Prononcez /s sh s sh s sh/ à un niveau vocal difficile à comprendre puis vérifiez si les sons sont perceptibles
- Utilisez le son /s sh s sh/ pour l'adaptation fine de l'audibilité dans Target (adapté aux pertes auditives moyennes à sévères)
- Test de perception des phonèmes : mesurez les performances de distinction et voyez si elles sont suffisantes

Enfants

- Moins de 12 mois, vérification DSL : vérifiez dans SPLoGram si /s/ et /sh/ ne se superposent pas complètement
- Plus de 12 mois, également : vérifiez si l'enfant prononce /s/ et /sh/ différemment

3. Pour vérifier que la connaissance des sons aigus est suffisante

Adultes

- Si la connaissance des sons aigus pose problème, le patient le dira immédiatement car la parole contient beaucoup de /s/
- Prononcez /mississippi/ et demandez si les /s/ sont corrects ou s'ils ressemblent à des zozotements
- Demandez au patient de prononcer /mississippi/ et demandez-lui si les /s/ sont corrects ou s'ils ressemblent à des zozotements

Enfants

- Bas âge : les enfants n'apprenant que la communication verbale, il n'y a aucun problème de connaissance à cet âge-là. Respectez le préréglage DSL et la vérification électroacoustique des réglages de compression de fréquences.
- Âge moyen : vérifiez comme chez les adultes

4. Pour vérifier si la connaissance des sons harmoniques est suffisante :

Adultes

- Si la connaissance des sons harmoniques pose problème, le patient le dira immédiatement car la parole en contient beaucoup
- Prononcez pour le patient des mots comprenant uniquement des sons voisés, par ex. /ama/, /mom/, /alabama/ etc., puis demandez-lui si ces mots sont corrects ou semblent bizarres

Enfants

- Bas âge : les enfants n'apprenant que la communication verbale, il n'y a aucun problème de connaissance à cet âge-là. Respectez le préréglage DSL et la vérification électroacoustique des réglages de compression de fréquences.
- Âge moyen : vérifiez comme chez les adultes

Vérification de SoundRecover à l'aide du test de perception des phonèmes

La vérification des aides auditives à l'aide des tests vocaux actuellement disponibles n'indique pas clairement quels paramètres des aides auditives doivent/peuvent être modifiés (gain, algorithmes de décalage fréquentiel, nettoyage du son, etc.) afin d'optimiser l'audibilité et la reconnaissance de la parole pour les personnes malentendantes. Le test de perception des phonèmes vise à évaluer les capacités auditives d'un patient afin de détecter, de discriminer et de reconnaître les phonèmes aigus tels que /s/ et /sh/. Les résultats indiquent s'il faut des ajustements supplémentaires pour maximiser l'avantage des aides auditives, par exemple l'activation de SoundRecover ou bien le renforcement ou l'affaiblissement de SoundRecover. Les résultats du test fonctionnent également comme un mécanisme de soutien qui permet de rétablir l'audibilité des patients pour les sons fricatifs aigus (/s/, /sh/).

Il a été prouvé scientifiquement que le test de perception des phonèmes est extrêmement spécifique et sensible à l'audibilité des sons aigus ainsi qu'aux problèmes auditifs qui y sont liés : reconnaissance moindre, discrimination moindre. Il a été démontré que le test est extrêmement sensible aux variations de gain des aigus et aux types et degrés de décalage fréquentiel. Ainsi, ce test est un outil d'évaluation parfaitement adapté pour le rétablissement des aigus dans la pratique clinique.

Conseils et recommandations

1. Il est important de vérifier le réglage de SoundRecover en veillant à ce que les sons aigus /s/ et /sh/ soient audibles et faciles à différencier.
2. Une période de 2 à 4 semaines est recommandée pour s'habituer à SoundRecover.
3. Si l'audioprothésiste souhaite désactiver définitivement SoundRecover, il peut le faire dans la configuration de Phonak Target > Session d'appareillage > Appareillage > Choix d'appareillage par défaut

Choix d'appareillage par défaut
 SoundRecover arrêté par défaut

4. La connaissance, l'audibilité et la discrimination des paroles comme base de l'intelligibilité de la parole et du confort auditif peuvent être ajustées en déplaçant les curseurs de la fréquence de coupure et du taux de compression dans l'outil étendu SoundRecover.
5. Le test de perception des phonèmes est un outil utile pour vérifier les réglages de SoundRecover.
6. L'outil d'adaptation fine de l'audibilité peut également permettre l'adaptation fine de SoundRecover. Grâce à cet outil, le phonème important peut être émis et les paramètres pertinents peuvent être facilement modifiés.