



Compression lente pour les personnes qui présentent une perte auditive sévère à profonde

Chez les personnes qui présentent une perte auditive sévère à profonde, une mauvaise résolution auditive peut compliquer l'identification et l'interprétation des informations spectrales et temporelles dans la parole. Cela peut être un facteur essentiel à prendre en compte pour le choix de la compression dans les aides auditives numériques (Gatehouse, S. Naylor, G. Elberling, 2006). Les réglages de gain linéaire ou l'adaptation d'aides auditives à compression lente peuvent être bénéfiques pour certains patients, notamment les 20 % d'utilisateurs qui ne parviennent pas à s'habituer à une compression rapide (Turton et Smith, 2013). Pour certains patients, aucune période d'acclimatation ne pourra restaurer leur résolution auditive. Avec Naída, les audioprothésistes peuvent choisir un gain linéaire et une compression rapide. L'arrivée de Phonak Naída™ B est accompagnée d'une nouvelle option : la compression lente avec Phonak Digital Adaptive Contrast. Ainsi, l'audioprothésiste peut mieux répondre aux besoins des patients présentant une perte auditive sévère à profonde.

Introduction

De nombreuses études scientifiques ont été publiées au sujet des avantages et inconvénients des systèmes à compression rapide et lente dans les aides auditives (Moore, 2008, p. 108). Les systèmes à gain linéaire, que l'on retrouve notamment dans les aides auditives analogiques, offrent un gain fixe pour tous les niveaux d'entrée. Dans les aides auditives numériques, les réglages de gain linéaire apportent un résultat équivalent, en générant des rapports de compression d'amplitude de 1:1. Dans un système linéaire, le gain important nécessaire pour assurer l'audibilité des niveaux d'entrée faibles doit également être appliqué aux niveaux d'entrée élevés. Ce principe a pour inconvénient de nécessiter l'application d'une limite de sortie pour empêcher les entrées intenses qui dépassent le niveau d'inconfort ou le MPO prévu. Les systèmes à compression appliquent un gain plus faible aux niveaux d'entrée supérieurs et un gain plus élevé sur les niveaux d'entrée faibles. Ce gain est qualifié de « non linéaire ». La compression est considérée comme idéale pour

corriger un champ dynamique limité dû à une perte auditive neuro-sensorielle (Moore, 2007). En règle générale, une compression rapide repose sur des temps d'attaque et de retour de compression courts, afin d'obtenir des ajustements très rapides du gain à mesure que l'entrée évolue. Selon Harvey Dillon, le temps d'attaque type d'une aide auditive est <5 ms, et le temps de retour est >20 ms (2012). « Les systèmes de compression de la dynamique rapides [...] maximisent l'audibilité continue du signal vocal. Ils doivent donc réagir rapidement dans des délais similaires aux fluctuations rapides du signal vocal » (Gatehouse et al., 2006a, p. 133). Quand les temps d'attaque et de retour sont allongés, le gain reste stable dans le temps et le comportement du système est plus proche de celui d'un système linéaire. Contrairement à une compression rapide, « [les systèmes] lents sont conçus pour offrir à l'auditeur un accès à l'environnement sonore en limitant les artéfacts de traitement et de distorsion, [...] et en s'adaptant aux changements à long terme à mesure de l'évolution de l'environnement sonore de l'auditeur ou de

la transition d'un environnement à un autre » (Gatehouse et al., 2006a, p. 133). Avec une compression lente, les temps d'attaque et de retour typiques se situent entre 0,5 s et 20 s (Moore, 2016).

Des études ont démontré que pour de nombreux auditeurs, « une compression lente apporte davantage de confort pour la parole, et une compression rapide offre davantage de clarté pour les niveaux d'entrée faibles » (Moore et al., 2011, p. 563). Cependant, il n'existe pas de méthode bien établie pour identifier les candidats susceptibles de bénéficier d'une compression lente. De nombreuses études sont arrivées à des conclusions variables et parfois contradictoires (Gatehouse et al., 2006b ; Moore, 2008). Les populations typiquement étudiées dans les travaux publiés rassemblent des personnes avec une audition normale, une perte auditive légère à moyenne ou une chute progressive vers les aigus. Ainsi, les études de Gatehouse et al. (2006), Moore (2011 et 2012), Souza et al. (2008, 2012, 2013, 2015), Strelcyk et al. (2013) et Kowalewski et al. (2017) portent sur de telles populations. Il n'existe presque pas d'études incluant des personnes qui présentent une perte auditive sévère à profonde. L'étude de Bor, Souza et Wright (2008) est une exception et sera abordée plus en détail ci-après. Malgré la grande variété des populations observées, toutes les études ont en commun d'avoir permis l'identification de sujets spécifiques qui préfèrent et s'adaptent mieux à une compression lente ou rapide (Dillon, 2012, p. 196).

Compression rapide pour compenser le recrutement de la sonie

On sait que, « par définition, toute [compression] d'amplification non linéaire efficace entraîne une distorsion de la structure spectrale et temporelle des signaux qu'elle traite » (Gatehouse et al., 2006a, p. 131). Les personnes dont la résolution auditive est très faible peuvent être plus susceptibles d'être affectées par les variations de structure spectrale et temporelle liées à une amplification non linéaire en général, et à une compression rapide en particulier.

Une perte auditive neuro-sensorielle entraîne « de moins bons seuils d'audition et une courbe anormale de la perception de la sonie, une résolution fréquentielle et temporelle plus faible et des phénomènes de masquage anormaux » (Moore, 1998). Bien que l'audiogramme n'explique pas entièrement cette constatation, nous nous attendons à ce que les problèmes de résolution spectrale et temporelle augmentent proportionnellement avec la gravité d'une perte auditive. Pamela Souza a émis l'hypothèse que « les informations temporelles sont plus susceptibles d'être dégradées par une perte auditive que les informations

spectrales, dans le cas où l'auditeur peut accéder à une largeur de bande de signal suffisamment étendue » (Souza, 2015, p. 521). « Une compression rapide peut dégrader les informations de l'enveloppe [temporelle]. Si un auditeur donné repose particulièrement sur l'enveloppe temporelle au détriment des informations spectrales, des distorsions d'enveloppe minimales suffiront à affecter ses capacités auditives » (Souza, 2015, p. 532). Une des principales différences entre la compression lente et la compression rapide se situe dans le niveau des différentes syllabes de la parole. Pour Harvey Dillon, ce phénomène est « mieux compris en termes d'enveloppe de signal, une ligne imaginaire tracée entre les extrémités d'une forme d'onde » (2012, p. 196). Cette enveloppe illustre les variations des structures temporelles et spectrales liées à la compression. Pamela Souza remarque que la compression rapide « atténue les contrastes spectraux et affecte la reconnaissance quand les informations essentielles sont transmises par les contrastes spectraux et présentées à un auditeur sensible à ces contrastes » (Souza, 2015, p. 532). La Figure 1 ci-dessous illustre l'atténuation de l'enveloppe de forme d'onde quand une compression rapide est appliquée.

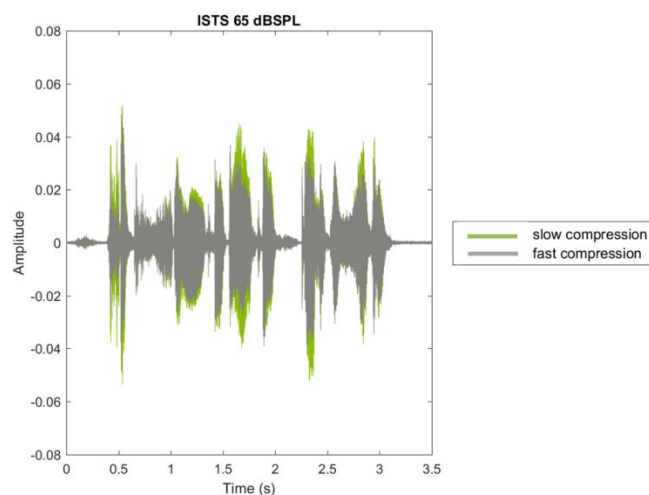


Figure 1. Forme d'onde temps-intensité pour une entrée vocale (ISTS à 65 dB SPL) mesurée avec un appareil Naïda B. La compression lente est présentée en vert, et la compression rapide en gris. Les enveloppes de la parole correspondent aux délimitations imaginaires présentées dans les mêmes tons. Amplitude = Amplitude. ISTS 65 dB SPL = ISTS 65 dB SPL. Slow compression = compression lente. Fast compression = compression rapide

La compression rapide offre une meilleure amplification pour les entrées faibles tout en préservant le confort, mais la compression lente a un avantage de taille :

« Les enveloppes temporelles du signal ne sont que peu déformées. Cette particularité peut être essentielle pour préserver l'intelligibilité vocale » (Moore, 2016, p. 115, Madsen et al., 2015) chez certains auditeurs.

Dans le cadre d'une comparaison de la compression rapide et de la compression lente, Kowalewski et al. (ISAAR, 2017)

affirme qu'« un avantage modeste, mais systématique de la compression rapide a été constaté dans des conditions calmes et bruyantes pour les niveaux de parole faibles. Malgré des distorsions potentiellement néfastes de l'enveloppe vocale, aucun effet négatif de la compression rapide n'a été observé quand le niveau de la parole dépassait celui du bruit. ». Cette constatation a été mesurée chez les participants présentant une perte auditive légère.

La compression lente offre davantage de possibilités pour les pertes auditives sévères à profondes

Des études confirment que « l'encodage de la fluctuation de l'enveloppe temporelle dans le système auditif semble être affecté par les pertes auditives neuro-sensorielles », et que la sensibilité d'un auditeur malentendant dans la détection des variations d'enveloppe lentes et moyennes est supérieure à celle des auditeurs dont l'audition est normale (Winberg et al., 2015, p. 300).

La population la plus sensible à la compression de la parole est celle des personnes dont la résolution spectrale et temporelle est la plus faible. Dans ses travaux, Pamela Souza a constaté qu'une perte auditive entraînant des « filtres auditifs élargis peut réduire la capacité à traiter les spectres de voyelles dont l'amplitude a été compressée. Les capacités d'identification des voyelles empirent à mesure que la largeur du filtre auditif augmente, ainsi que quand une compression multicanale est utilisée » (Bor, Souza et Wright, 2008). Elle conclut que « dans un système [de compression multicanale] particulièrement lent et qui amplifie de façon linéaire l'ensemble ou une partie des voyelles, l'amélioration des capacités d'identification des voyelles peut être plus proche des scores d'identification des voyelles linéaires présentés ici » (Souza et al., 2013, p. 11).

Naída B offre davantage de possibilités de compression pour chaque patient

La mise en œuvre exacte de la compression varie considérablement d'un fabricant à un autre, et il n'existe pas de consensus sur la « meilleure » méthode de compression, si tant est qu'il y en ait une. Pour plus d'informations, vous pouvez consulter les travaux de Moore (1990, 2007, 2008), Hickson (1994), Dillon (1996) et Souza (2002) dans Moore B (2012), p. 160. Pour comprendre la façon dont la compression lente offerte par Naída B affecte les structures spectrales et temporelles de la parole, les mesures (décrites ci-après) ont été réalisées en gardant deux suppositions à l'esprit :

1) Chez les personnes présentant la moins bonne résolution auditive, les informations de l'enveloppe temporelle sont

les plus fiables et les plus importantes pour la parole (d'après Souza, 2015).

2) La dynamique du signal, calculée comme étant la différence entre le 99e et le 30e centiles au niveau de la sortie, permet de quantifier les variations de l'enveloppe temporelle. Nous pouvons déduire qu'une dynamique supérieure correspond à une meilleure préservation de l'enveloppe temporelle de la parole.

Le gain linéaire reste une option. Comme toujours, le gain linéaire peut être défini en sélectionnant le réglage correspondant dans Target 5.3 (et les versions antérieures de Target) : dans l'onglet [Adaptation basique], sélectionnez [Compression], puis [Linéaire]. Voir Figure 2.

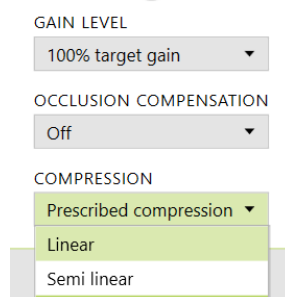


Figure 2 : Un gain linéaire peut être sélectionné dans un menu déroulant pour la compression dans Target 5.3.

GAIN LEVEL = NIVEAU DE GAIN. 100% target gain = 100% du gain cible. OCCLUSION COMPENSATION = AUTOPHONATION. Off = arrêt. COMPRESSION = COMPRESSION. Prescribed compression = Compression prescrite. Linear = Linéaire. Semi linear = Semi-linéaire

Le tableau de gain affiche alors une valeur égale pour tous les niveaux d'entrée, et le rapport de compression est affiché comme dans le Tableau 1. La compression rapide est la méthode de traitement par défaut de Naída. Avec Naída B, il est maintenant possible de sélectionner le réglage Compression lente dans Target 5.3 : dans l'onglet [Adaptation basique], sélectionnez [Formule de présélection], puis [Adaptive Phonak Digital Contrast¹].

| MPO | 71 | 84 | 92 | 98 | 102 | 103 | 103 | 103 | 104 | 105 | 106 | 108 | 109 | 107 | 104 | 103 | 100 | 95 | 85 | 75 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| All | 170 | 340 | 520 | 690 | 860 | 1k | 1k2 | 1k4 | 1k6 | 1k7 | 2k | 2k3 | 2k7 | 3k | 3k4 | 4k | 4k8 | 5k9 | 7k5 | 9k6 |
| G80 | 0 | 5 | 16 | 24 | 28 | 29 | 30 | 31 | 33 | 35 | 39 | 43 | 44 | 43 | 40 | 37 | 34 | 30 | 21 | 13 |
| G65 | 0 | 5 | 16 | 24 | 28 | 29 | 30 | 31 | 33 | 35 | 39 | 43 | 44 | 43 | 40 | 37 | 34 | 30 | 21 | 13 |
| G50 | 0 | 5 | 16 | 24 | 28 | 29 | 30 | 31 | 33 | 35 | 39 | 43 | 44 | 43 | 40 | 37 | 34 | 30 | 21 | 13 |
| CR | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tableau 1. Tableau de gain tel qu'affiché dans Phonak Target quand un gain linéaire est sélectionné. Une valeur égale est affichée pour tous les niveaux d'entrée, et le rapport de compression indiqué est de 1.

MPO = MPO. All = tout

¹ Cette application de la compression lente inclut également des modifications mineures au niveau du gain prévu.

Méthodologie

Pour mesurer l'enveloppe temporelle de la parole générée quand un gain linéaire et une compression rapide ou lente sont sélectionnés pour une aide auditive Naída B SP BTE, l'aide auditive a d'abord été programmée pour un audiogramme correspondant à une perte auditive sévère à profonde, comme illustré dans la Figure 3. Les signaux d'entrée utilisés correspondaient à de la parole ISTS d'un niveau intense (80 dB SPL) et moyen (65 dB SPL), suivie d'un échantillon de parole d'une voix féminine diffusé dans un bruit ambiant à plusieurs orateurs. Afin d'empêcher tout masquage du signal vocal, un rapport signal sur bruit (RS/B) de +15 dB a été utilisé pour le fichier audio de parole dans le bruit.

La sortie des aides auditives a été enregistrée avec un KEMAR, et les enregistrements ont été analysés dans une résolution de 1/3 octave pour calculer le niveau RMS. Les valeurs des centiles des spectres ont également été calculées. La différence entre le 99e et le 30e centile a été calculée, afin de déterminer l'exactitude de la reproduction des indices d'enveloppe en sortie. Une différence plus importante est considérée comme représentative d'une meilleure préservation des indices d'enveloppe.

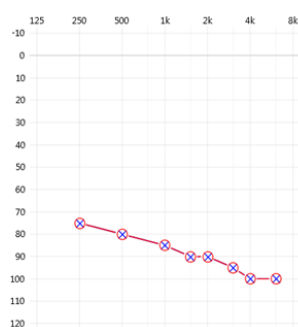


Figure 3. Audiogramme de conduction aérienne utilisé pour toutes les mesures (Hz vs dBHL). L'audiogramme utilisé est un audiogramme standard pour une perte auditive sévère à profonde, comme décrit dans Bisgaard, Vlaming, & Dahlquist, (2010).

| Naída B SP BTE | |
|----------------|---|
| Audiogramme | Perte auditive sévère à profonde |
| Conditions | Gain linéaire, Rapide (PDA), Lent (PDA Contrast) |
| Stimuli | Parole ISTS à 65 et 80 dB SPL, oratrice dans le bruit |
| Analyse | Niveau RMS, valeurs de centiles (1/3 octave) |

Tableau 2. Réglages utilisés pour mesurer l'enveloppe temporelle de la parole dans une aide auditive Naída B

Résultats

Les résultats pour l'entrée de la parole dans le calme à un niveau moyen indiquent que la dynamique du signal atteint jusqu'à 9 dB d'amélioration pour le réglage en gain linéaire et jusqu'à 5 dB pour le réglage avec compression lente par rapport à la compression rapide, comme illustré dans la Figure 4.

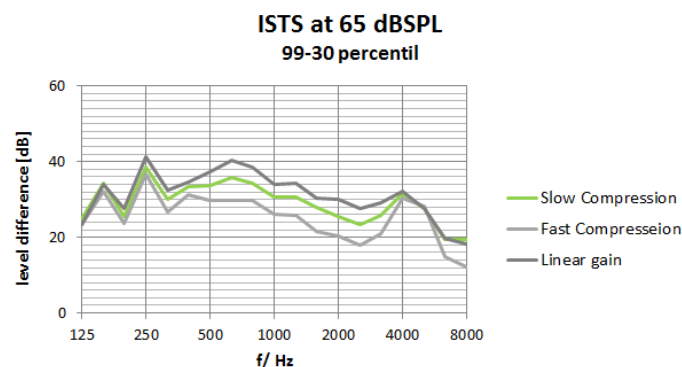


Figure 4. Mesure de la dynamique du signal. Entrée de parole ISTS à 65 dB SPL et conditions de traitement Gain linéaire, Compression lente et Compression rapide.

Level difference [dB] = Différence d'intensité[dB]. ISTS at 65 Dbspl = ISTS à 65 dB SPL 99-30 percentil = 99-30 centile. Slow Compression = Compression lente. Fast Compression = Compression rapide. Linear gain = Gain linéaire

Les résultats pour la parole dans le calme d'un niveau intense sont présentés dans les figures 5a et 5b ci-dessous. Ils démontrent que la dynamique du signal a été augmentée pour le réglage avec compression lente par rapport à la compression rapide ou au gain linéaire.

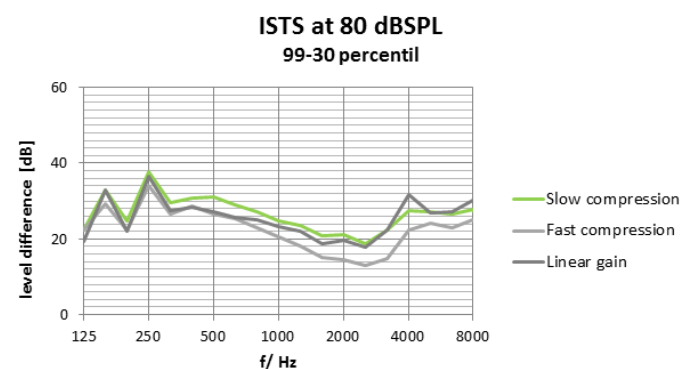


Figure 5a. Mesure de la dynamique du signal. Entrée de parole ISTS à 80 dB SPL et conditions de traitement Gain linéaire, Compression lente et Compression rapide.

Level difference [dB] = Différence d'intensité[dB]. ISTS at 80 dB SPL = ISTS à 80 dB SPL 99-30 percentil = 99-30 centile. Slow Compression = Compression lente. Fast Compression = Compression rapide. Linear gain = Gain linéaire

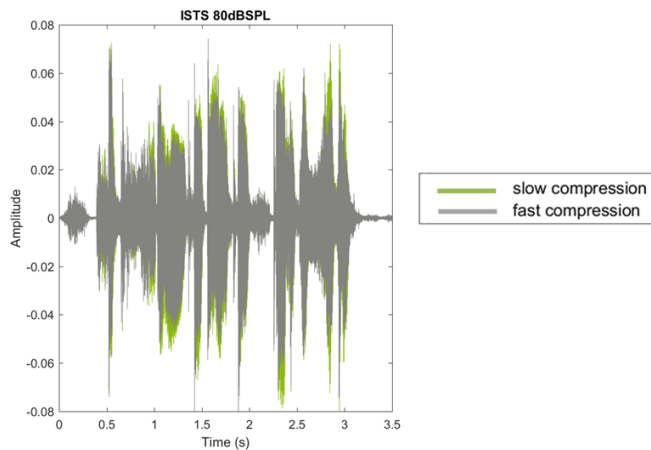


Figure 5b. Forme d'onde temps-intensité pour une entrée vocale (ISTS à 80 dB SPL) mesurée avec un appareil Naída B. La compression lente est présentée en vert, et la compression rapide en gris.

Amplitude = Amplitude. Time (s) = Durée (s). Slow compression = Compression lente. Fast compression = Compression rapide. ISTS 80 dB SPL = ISTS 80 dB SPL

MPO et vitesse de compression

Pour la parole dans le bruit, la compression lente entraîne la plus forte augmentation de l'enveloppe temporelle de la parole, illustrée dans les figures 6a et 6b. Les résultats indiquent que chaque mode de traitement du signal (gain linéaire, compression lente et compression rapide) produit une sortie différente, et que le potentiel d'activation de la limitation du MPO varie en conséquence.

Avec le traitement linéaire, le système de limitation est activé plus rapidement qu'avec un système de traitement du signal à compression rapide. Cette constatation est cruciale pour les audioprothésistes désirant utiliser un gain linéaire ou une compression lente pour les patients à recrutement de la sonie dont le champ dynamique est très restreint et qui nécessitent un MPO plus bas pour éviter tout inconfort. Dans ce cas, une compression rapide peut être indiquée.

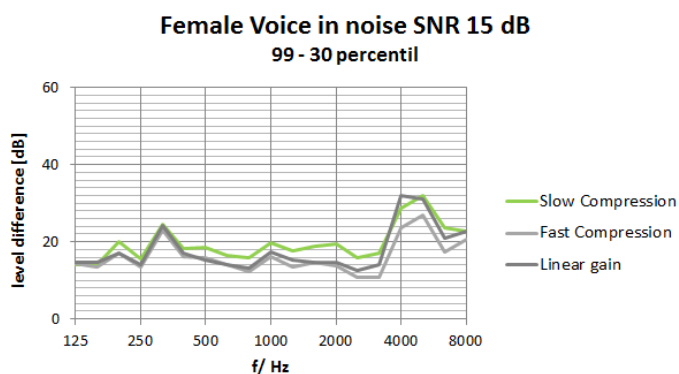
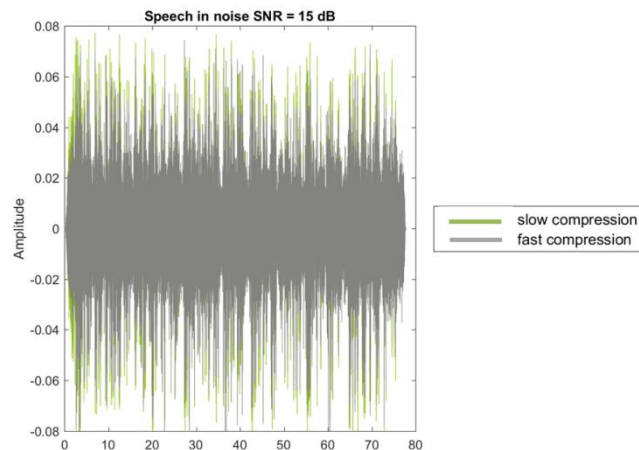


Figure 6a. Mesure de la dynamique du signal. Entrée de parole d'une voix féminine dans un brouhaha ambiant et conditions de traitement Gain linéaire, Compression lente et Compression rapide.

Level difference [dB] = Différence d'intensité [dB]. Female Voice in noise SNR 15 dB = Voix féminine dans le bruit, RS/B 15 dB. 99 - 30 centile = 99 - 30 centile. Slow Compression = Compression lente. Fast Compression = Compression rapide. Linear gain = Gain linéaire



6b Panneau inférieur : Forme d'onde temps-intensité pour une entrée vocale (voix féminine à 65 dB SPL) dans un brouhaha à plusieurs orateurs, avec un RS/B de +15. La compression lente est présentée en vert, et la compression rapide en gris.

Amplitude = Amplitude. Speech in noise SNR = 15 dB = Parole dans le bruit, RS/B = 15 dB. Slow compression = Compression lente. Fast compression = Compression rapide

Naída B offre une nouvelle méthode de calcul de la limitation du MPO. Elle peut être utile quand un traitement plus linéaire entraîne l'activation précoce du système de limitation par rapport à la compression rapide. Cela signifie qu'avec Naída B, le calcul de la limitation du MPO complète parfaitement le nouveau réglage de compression lente.

Un exemple est présenté dans les cartographies vocales illustrées dans la Figure 7. Les cartographies vocales indiquent que les entrées vocales intenses large bande sont très similaires aux niveaux de sortie. Pour les courbes de MPO, mesurées avec des sons purs, le niveau de sortie avec le nouveau calcul (jaune) est plus élevé que pour l'ancien système de limitation (bleu).

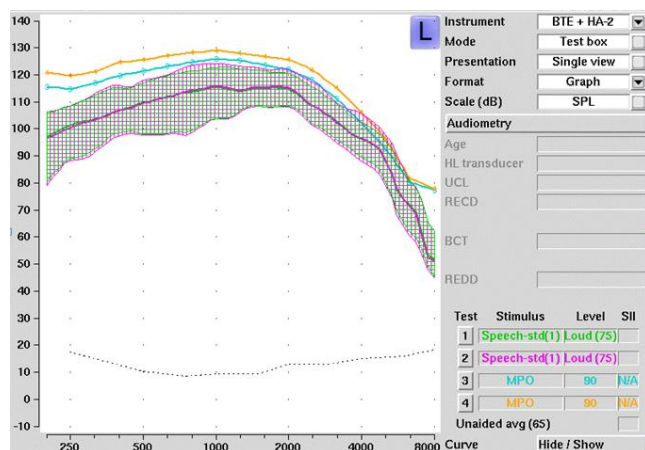


Figure 7. Cartographie vocale (Audioscan Verifit) de la sortie en large bande intense pour une entrée de voix masculine à 75 dB SPL et un MPO mesuré avec des sons purs à 90 dB SPL. La compression rapide est présentée en vert et en bleu, et la compression lente en violet et en jaune.

Conclusion et discussion

Nombre de nos patients présentant une perte auditive sévère à profonde sont appareillés avec une amplification adéquate et indiquent que le niveau de la parole est suffisamment intense, mais continuent de signaler que la parole semble déformée (Souza, 2015, p. 520) et, dans de rares cas, rejettent toute aide auditive numérique à compression rapide. De nombreux facteurs contribuent à cette situation, mais « ces soucis sont souvent attribués à un problème généralisé dans la résolution des indices spectraux et/ou temporels de la parole » (Souza, 2015, p. 520).

En l'absence de preuves tangibles, chaque audioprothésiste doit procéder au cas par cas pour chaque patient. Selon leurs capacités auditives, les patients présentant une perte auditive sévère à profonde peuvent bénéficier davantage d'un gain linéaire, d'une compression lente ou d'une compression rapide, et il est possible de suivre quelques directives générales pour procéder plus facilement.

| Traitement du son avec compression | Perte auditive sévère à profonde et évaluation |
|------------------------------------|--|
| Compression rapide | Recrutement entraînant un champ dynamique restreint qui nécessite un MPO plus bas |
| Gain linéaire | Priorité donnée à la parole dans le calme |
| Compression lente | Priorité donnée à la parole dans le calme et dans le bruit, champ dynamique adéquat disponible (\geq MPO prévu) |

Tableau 3. Résumé des recommandations possibles pour une perte auditive sévère à profonde. Les recommandations sont basées sur une capacité réduite de résolution des structures spectrales et temporelles de la parole.

1) Compression rapide

De nombreuses personnes avec une bonne compréhension vocale sauront profiter des avantages qu'apporte la compression rapide. Pour les autres patients, dont le recrutement de la sonie entraîne un champ dynamique très étroit entre le seuil de l'audition et l'inconfort et dont le MPO doit être défini à un niveau plus bas que d'habitude, la compression rapide est la meilleure, et unique, option. La compression rapide est conçue pour compenser ce problème. Pour ce groupe, une compression lente ou linéaire augmente l'amplitude de la forme d'onde de la parole par rapport à une compression rapide, et ce phénomène doit être évité.

2) Gain linéaire

Le gain linéaire est recommandé pour les personnes qui supportent mal la compression pendant une transition entre des aides auditives analogiques et numériques. Les mesures dans les figures 4 à 6 ci-dessus indiquent qu'un gain linéaire permet d'obtenir la plus grande augmentation pour l'enveloppe temporelle de la parole dans le calme, mais que les résultats peuvent être décevants pour le bruit et les niveaux d'entrée plus élevés. Après une première écoute avec un gain linéaire, une compression lente peut être préférable dans un plus vaste éventail de situations auditives.

3) Compression lente

La compression lente est recommandée pour les patients dont la résolution auditive est basse et qui reposent sur les indices de l'enveloppe temporelle, surtout dans le bruit. Ces personnes doivent être identifiées par le biais d'observations cliniques, notamment les suivantes :

- Distinction de la parole inférieure aux attentes pour la configuration de l'audiogramme
- Expérience avec l'amplification/utilisation précédente d'une compression lente ou d'un gain linéaire
- Une ou deux de ces conditions, en combinaison avec un essai des méthodes de traitement alternatives.

Ces directives sont résumées dans le Tableau 3.

En conclusion, de nombreuses études scientifiques ont été publiées, mais il n'existe aucune réponse définitive ou claire sur le meilleur choix entre la compression lente et la compression rapide. Comme l'explique Harvey Dillon, la seule constatation commune est que certains patients préfèrent et s'adaptent mieux à une compression lente ou rapide (Dillon, 2012).

Avec Naída B, tous les audioprothésistes peuvent choisir un gain linéaire, et ils ont désormais également le choix entre une compression rapide et une compression lente. L'aide auditive Naída B est conçue pour répondre aux besoins spécifiques des patients présentant une perte auditive sévère à profonde et pour offrir aux audioprothésistes les options de traitement dont ils ont besoin. La méthode Phonak Digital Adaptive Contrast amplifie les indices d'enveloppe pour la parole par rapport à Phonak Digital Adaptive. Les recherches indiquent que ce phénomène peut entraîner une meilleure capacité de reconnaissance des voyelles. Si une compression lente est sélectionnée, elle sera appliquée en parfaite coordination avec le nouveau système de limitation de Naída B.

Naída B offre aux audioprothésistes toutes les alternatives dont ils ont besoin pour les patients présentant une perte auditive sévère à profonde, quels que soient leurs impératifs en matière de traitement.

Références

- Bisgaard, N., Vlaming, M. S. M. G., & Dahlquist, M. (2010). Standard Audiograms for the IEC 60118-15 Measurement Procedure. *Trends in Amplification*, 14(2), 113–120. <http://doi.org/10.1177/1084713810379609>
- Bor, S., Souza, P., & Wright, R. (2008). Multichannel Compression: Effects of Reduced Spectral Contrast on Vowel Identification Stephanie. *J Speech Lang Hear Res*, 51(5), 1315–1327. [http://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/07-0009\)](http://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/07-0009)).
- Davies-venn, E., Nelson, P., & Souza, P. (2015). Comparing auditory filter bandwidths , spectral ripple modulation detection , spectral ripple discrimination , and speech recognition : Normal and impaired hearing a). *Journal Acoustic Society of America*, 138(1) 492-503. <http://doi.org/10.1121/1.4922700>
- Dillon, H. (2012). *Hearing Aids (Second Ed.)*. Thieme USA.
- Gatehouse, S. Naylor, G. Elberling, C. (2006a). Linear and nonlinear hearing aid fittings-1. Patterns of benefit. *International Journal of Audiology*, 45(3), 130–152.
- Gatehouse, S. Naylor, G. Elberling, C. (2006b). Linear and nonlinear hearing aid fittings-2. Patterns of candidature. *International Journal of Audiology*, 45(3), 153–171.
- Hoover E, Pasquesi L, Souza P. (2013). Comparison of clinical and traditional temporal resolution tests. American Speech-Language-Hearing Association, Chicago, IL.
- Kowalewski, B, Zaar, J., Fereczkowski, M., MacDonaly, E., & Strelcyk, O. Effects of slow-acting and very fast acting compression on hearing-impaired listeners' CV identification in interrupted noise. P24 presented at ISSAR 2017.
- Moore, B. C. J. (2007). *Cochlear Hearing Loss (Second Ed)*. Chichester UK: Wiley & Sons.)
- Moore, B. C. J. (2008). The Choice of Compression Speed in Hearing Aids : Theoretical and Practical. *Trends in Amplification*, 12(2), 103–112.
- Moore, B. C. J., Füllgrabe, C., & Stone, M. a. (2011). Determination of preferred parameters for multichannel compression using individually fitted simulated hearing AIDS and paired comparisons. *Ear and Hearing*, 32(5), 556–68. <http://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31820b5f4c>
- Moore, B. C. J. (2012). Effects of bandwidth, compression speed, and gain at high frequencies on preferences for amplified music. *Trends in Amplification*, 16(3), 159–72. <http://doi.org/10.1177/1084713812465494>
- 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. See cited in Moore 2012 p 160: (1990, 2007, 2008), Hickson (1994), Dillon (1996), and Souza (2002).
- Souza, P. (2009). Severe Hearing Loss - Recommendations for Fitting Amplification. *Audiology Online*, January 19. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com/articles/severe-hearing-loss-recommendations-for-893>
- Souza, P., Wright, R., & Bor, S. (2013). Consequences of broad auditory filters for identification of multichannel-compressed vowels. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(2), 474–486. [http://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0238\)](http://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0238)).
- Souza, P. E., Wright, R. A., Blackburn, M.C., Tatman, R., Gallun, F. J. (2015). Individual Sensitivity to Spectral and Temporal Cues in Listeners With Hearing Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(April), 520–534. <http://doi.org/10.1044/2015>
- Strelcyk, O., Li, N., Rodrigue, J., kalluri, S., Edwards, B. (2013). Multichannel compression hearing aids: Effect of channel bandwidth on consonant and vowel identification by hearing impaired listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 133(3), 1598-1606.
- Turton, L., & Smith, P. (2013). Prevalence & characteristics of severe and profound hearing loss in adults in a UK National Health Service clinic. *International Journal of Audiology*, 52(2), 92–7. <http://doi.org/10.3109/14992027.2012.735376>
- Winberg, A., Jepsen, M. L., Epp, B., Dau, T., (2015). Effects of dynamic-range compression on temporal acuity. *Proceedings of ISAAR August 2015 Nyborg Denmark*.

Chercheur

Sofie Jansen, chercheuse en audiologie, Sonova



Sofie Jansen est une chercheuse en audiologie pour le service R et D 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.

Auteurs

Bernadette Fulton, directrice en audiologie, Phonak



Bernadette Fulton a terminé sa formation en audiologie clinique à l'université de Melbourne (Australie) après avoir obtenu une licence en Science du langage à l'université Monash (Australie). Elle dispose d'une vaste expérience clinique en audiologie,

notamment en rééducation auditive, aides auditives et diagnostic audiologique dans les cliniques privées et publiques. En 2015, elle a rejoint l'équipe consacrée aux adultes présentant une perte auditive sévère à profonde chez Phonak Communications à Morat, en tant que responsable audiologie.

Maxi Moritz, ingénieure en audiologie, Sonova

Maxi a étudié les technologies auditives et l'audiologie à Oldenbourg, en Allemagne. Elle a ensuite été audioprothésiste pendant dix ans. Depuis 2014, elle travaille pour Sonova dans différents domaines.