

L'AVANTAGE D'UN ANTI-LARSEN EFFICACE

ARTHUR SCHAUB

INNOVATION AND TECHNOLOGY
EXECUTIVE, DIPL. PHYS.

L'effet Larsen est depuis toujours un sujet ultra-sensible, et ce, depuis les débuts des appareils auditifs. Les améliorations destinées à le combattre ne sont survenues que de manière progressive avant d'atteindre un niveau satisfaisant. L'un des principaux sujets abordés dans cet article est la performance des systèmes anti-Larsen. Les sujets également traités seront l'importance de l'anti-Larsen pour les appareils actuels, la nature de l'effet Larsen, la conséquence des approches impropres utilisées pour le corriger, ainsi que l'évolution des systèmes anti-Larsen au cours du temps.

L'anti-Larsen – clé du succès des adaptations ouvertes

Au cours des dernières années, les contours d'oreilles ont remporté un succès énorme. Comparé aux autres systèmes, leur utilisation a augmenté de façon significative dans le monde entier. Cet essor est dû à un changement dans la technique des appareils auditifs. Grâce aux tubes fins et aux dômes (ou avec l'écouteur dans l'oreille), les mini-contours open représentent un nouveau style. En effet, contrairement aux adaptations conventionnelles, ils laissent ouvert le conduit auditif. De cette façon, le son corrigé s'en échappe facilement – situation qui, auparavant, aurait assurément provoqué un sifflement. Aujourd'hui, ce phénomène se produit beaucoup plus rarement, grâce à des contre-mesures électroniques. En fait, le succès des adaptations ouvertes repose sur les progrès du traitement numérique du signal, et particulièrement de l'anti-Larsen adaptatif.

L'effet Larsen – principale cause de perte de confiance

Un appareil auditif qui se met à siffler est extrêmement gênant et perd dans cette situation son efficacité. Un tel incident provoque une perte de confiance qui peut détourner les clients de l'utilisation de cet appareil.

Comme mentionné précédemment, l'effet Larsen se produit lorsque le son amplifié s'échappe du conduit auditif. Plus précisément, le sifflement se produit lorsque le son amplifié revient vers le microphone à un niveau sonore plus élevé. Par conséquent, le son devient plus fort chaque fois qu'il boucle au travers de l'appareil jusqu'à ce que, finalement, il atteigne le niveau de saturation. L'incident se produit très vite, en l'espace de quelques millisecondes.

Quand un appareil auditif siffle, il devient inutile. Mais les problèmes de rétroaction commencent avant même que le sifflement n'apparaisse – ils commencent dès que le gain de l'appareil se trouve juste sous le seuil d'apparition du Larsen. Dans ce cas, l'appareil produit déjà un son peu naturel, ce qui diminue le plaisir d'écoute et même parfois la compréhension. Cette rétroaction acoustique, dite sous-oscillatoire, a pour conséquence le besoin de définir une marge de sécurité : en règle générale, l'amplification doit être inférieure de 6 dB au gain où le Larsen commence.

D'autres raisons sont également à l'origine de l'utilisation d'une marge de sécurité. En effet, la suppression de la rétroaction acoustique n'est considérée comme acceptable que si elle délivre une bonne performance dans des conditions réelles, c'est-à-dire en présence potentielle de sons tonaux ou d'objets réfléchissants situés tout près de l'oreille, et pas seulement

Quand un appareil
auditif siffle, il
devient inutile.

La transition de la technologie analogique vers la technologie numérique a amené un progrès considérable.

dans des conditions favorables voire idéales.

Aujourd'hui encore, parmi les diverses mesures utilisées contre la rétroaction acoustique, on trouve deux méthodes inadéquates : (1 la réduction de l'amplification sous la valeur cible, et (2 la réduction de l'évent. D'une part, une sous-corrrection a pour résultat un son inaudible, ce qui diminue la compréhension. D'autre part, une adaptation occluse crée une sensation de pression, un son creux à la perception de sa propre voix, et un bruit fort durant la mastication. Celui-ci dérange parce qu'il complique les discussions à table. Dans cette situation, soit l'on écoute soit l'on mange, car lorsqu'on mange, on peine à comprendre ses interlocuteurs.

Progrès grâce au traitement numérique du signal

La transition de la technologie analogique vers la technologie numérique a amené un progrès considérable. Le traitement numérique du signal a soudain ouvert la voie à de nouvelles procédures : des algorithmes adaptatifs, qui ont déjà fait leurs preuves dans plusieurs branches de l'électronique numérique, conviennent aussi pour supprimer la rétroaction acoustique.

Dans la pratique, ces algorithmes nécessitent toutefois une capacité de calcul si grande que leurs premières réalisations sur des appareils auditifs n'étaient possibles que dans une configuration très élémentaire. Avec l'augmentation permanente de la capacité de calcul, il est devenu possible d'étendre le domaine d'application de ces algorithmes – jusqu'à la maîtrise de conditions aussi difficiles que celles définies par les sons harmoniques (flûte, violon, etc.) et lors des changements de trajectoire du Larsen (avec téléphone, chapeau, etc.).

L'état des lieux de l'anti-Larsen – ressemblances et différences

Idéalement, l'anti-Larsen joue son rôle de façon à ce que l'appareil auditif réponde aussi à un certain nombre d'autres exigences, telles que :

- Amplification jusqu'aux gains cibles ;
- Largeur suffisante de l'évent ;
- Insensibilité aux sons harmoniques ;
- Insensibilité aux changements de trajectoire du Larsen.

Un tel anti-Larsen fournit un avantage énorme pour tous les styles d'appareils auditifs, soit un fonctionnement sans rétroaction acoustique dans des conditions de contraintes réelles. Dans ce cas, il est parfois même possible d'augmenter l'amplification sans compromettre l'absence de rétroaction acoustique – ou d'utiliser une adaptation encore plus ouverte. Tous ces avantages ont pour effet une plus grande satisfaction chez les clients.

Le succès des appareils mini-contour open s'explique par la possibilité d'obtenir une adaptation plus ouverte.

Le succès des appareils mini-contour open s'explique par la possibilité d'obtenir une adaptation plus ouverte, sans compromettre l'absence de rétroaction acoustique. Récemment, Kochkin (2010) a mené une enquête de marché sur les conditions sonores lors de la mastication et la déglutition : comparés aux modèles traditionnels, les appareils de style mini-BTE ont reçu une évaluation supérieure de 13 % – et de 11 % en ce qui concerne le son de sa propre voix. On peut donc en conclure qu'un anti-Larsen efficace aide à soulager les effets secondaires indésirables des systèmes traditionnels.

Cependant, les enquêtes de marché ne donnent qu'une vue d'ensemble. Bien des lecteurs en ont déduit que les systèmes anti-Larsen d'appareils de marques différentes proposaient des performances relativement proches. Cette impression peut aussi provenir du fait que les différentes marques utilisent des algorithmes similaires. En réalité, il y a de grandes différences – prouvées par des tests techniques, par exemple : Freed et Soli, 2006; Merks et al., 2006; Parsa, 2006; Shin et al., 2007; Ricketts et al., 2008; Spriet et al., 2009.

Malheureusement, il n'y a pas de normes concernant les méthodes de test d'un système anti-Larsen. C'est la raison pour laquelle il est difficile de comparer les études. Souvent, les appareils auditifs sont testés uniquement sur un mannequin. Cette méthode permet certes de recenser des moyennes, mais les variations individuelles échappent à de tels tests. Celles-ci sont naturellement dues aux formes et dimensions différentes du conduit auditif, mais aussi à la position de l'écouteur. Pourtant, comme nous allons le voir, la variation dépend également de l'appareil auditif. Car appliqués au même groupe de patients, des appareils de marques différentes produisent des variations différentes. C'est pourquoi il faut être attentif non seulement aux moyennes, mais également aux variations.

Ricketts et al. (2008) ont réalisé une vaste étude recensant les moyennes et les variations. Les chercheurs ont examiné six appareils auditifs de marques différentes et les ont adaptés à seize clients de test. Ils ont déterminé la réserve de gain avant qu'une rétroaction acoustique ne se produise. En accord avec d'autres études, ils ont trouvé que la réserve de gain se situait dans l'intervalle de 0 à 15 dB. Quant à la variation, ils rapportent que " la réserve de gain varie selon l'appareil auditif entre 7 et 15 dB, ce qui indique que certains appareils sont plus résistants que d'autres ".

Comme le montrent les résultats de l'étude, il existe d'énormes différences entre les marques.

Comme le montrent les résultats de l'étude, il existe d'énormes différences entre les marques, témoignant de la difficulté à supprimer la rétroaction acoustique. Au cours des années, les ingénieurs ont effectivement fait de nombreuses expériences, dont les détails sortiraient du cadre de cet article. Pour avoir une idée des difficultés rencontrées, il suffit cependant de jeter un coup d'œil sur les méthodes proposées :

- Pré-initialisation des algorithmes adaptatifs pour accélérer les performances après redémarrage ;
- Amélioration de l'estimation du chemin de rétroaction acoustique par introduction de signaux test à caractères subliminaux ;
- Conditionnement des signaux contrôlant les algorithmes adaptatifs pour accélérer la vitesse de l'adaptation ;
- Variation de la vitesse d'adaptation en accord avec le type de signal acoustique présent à chaque instant ;
- Déplacement spectral du signal de sortie pour rompre la boucle de rétroaction ;
- Modulation de l'amplitude et/ou de la phase du signal de sortie pour la distinguer du signal du champ libre ;
- Réduction temporaire de l'amplification dans des intervalles de fréquence sélectionnés pour venir à bout de situations critiques.

Cette liste non-exhaustive montre bien les difficultés associées à cette tâche, ainsi que les raisons éventuelles expliquant les différences mesurées.

Meilleurs résultats pour l'anti-Larsen AFC Plus

L'anti-Larsen AFC Plus de Bernafon représente la dernière réalisation technique de Bernafon en matière de suppression du Larsen. Son cœur est composé d'un algorithme adaptatif supprimant efficacement la rétroaction acoustique sans diminuer la qualité du son, associé à des techniques de gestion des sons harmoniques, ainsi qu'à des changements du chemin de rétroaction acoustique. Des tests internes, rapportés dans un article de la série Topics in Amplification de Bernafon, en ont démontré le succès.

Lors de ces tests, l'attention portait principalement sur les sons harmoniques, et sur l'effet en cas de modification de la trajectoire du Larsen. Pour simuler le mouvement d'une main ou d'un récepteur téléphonique au-dessus d'un appareil auditif, un disque mobile a été utilisé. Parmi cinq appareils de marques différentes, un seul a été capable d'éviter toute rétroaction acoustique, comme a pu le faire l'AFC Plus lors du même test. Mais comment faut-il estimer ce résultat comparé à d'autres études ?

La réponse ne peut provenir que d'un institut de tests indépendant. Le professeur Ricketts et son équipe de l'Université Vanderbilt aux États-Unis disposent des connaissances spécialisées en matière de tests de systèmes anti-Larsen. L'AFC Plus leur a été soumis, et inclus dans leur test comparatif.

Dans un premier temps, les chercheurs ont déterminé la réserve de gain avant que les appareils ne produisent une rétroaction acoustique. Ils trouvaient en effet qu'à 2 kHz, l'AFC Plus avait un résultat égal à la moyenne des six autres marques, mais un meilleur résultat à 3 et 4 kHz. Entre-temps les chercheurs ont amélioré leur procédure de test, et selon la nouvelle procédure, ils mesurent le gain d'insertion avant que les appareils ne produisent une rétroaction acoustique. Le nouveau critère est nettement préférable, car il chiffre l'avantage d'une manière absolue, tandis que l'amplification additionnelle ne peut indiquer qu'un avantage relatif.

Enfin, dans leur nouveau test, les chercheurs ont appliqué des adaptations ouvertes à vingt patients, et ont vérifié les résultats à l'aide de mesures in situ. Ils ont de nouveau testé les appareils dans des conditions réelles, y compris avec des sources de sons harmoniques et des changements de chemin de rétroaction acoustique. Ils ont même invité les patients à provoquer une rétroaction acoustique en remuant la tête et la mâchoire, en sifflant et en amenant une main à l'oreille. En outre, une situation n'était considérée comme « sans rétroaction » que si l'appareil maintenait une qualité de son élevée dans ces conditions. Ces résultats, montrés sur la figure 1, représentent donc des estimations prudentes.

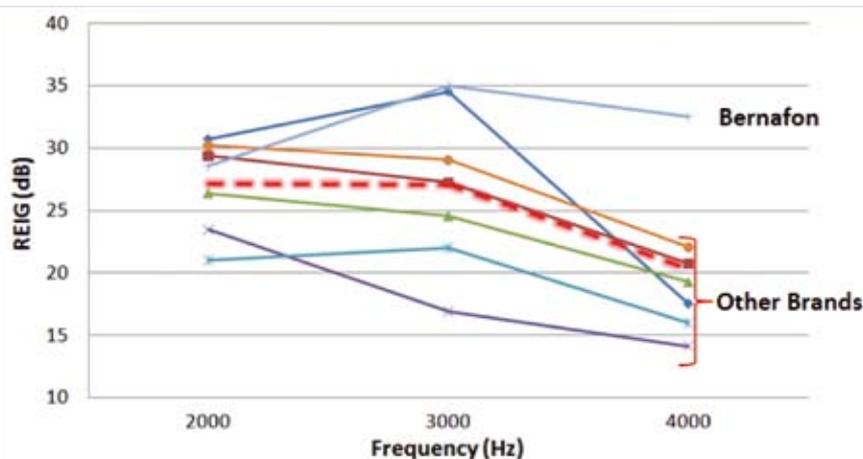


Figure 1 : Gain d'insertion maximal.

La figure 1 montre six lignes de couleurs différentes, chacune représentant le résultat d'une marque d'appareils auditifs. La ligne rouge pointillée révèle la moyenne de toutes les marques. Ce qui saute aux yeux, c'est la différence énorme dans les résultats obtenus par les différentes marques. Tandis que la valeur mesurée de toutes les autres marques tombe sous 25 dB à 4 kHz, celle de l'AFC Plus surpasse 30 dB à 3 kHz et à 4 kHz – avec une avance de 10 à 15 dB comparé à la moyenne des concurrents.

Tandis que la valeur mesurée de toutes les autres marques tombe sous 25 dB à 4 kHz, celle de l'AFC Plus surpasse 30 dB à 3 kHz et à 4 kHz

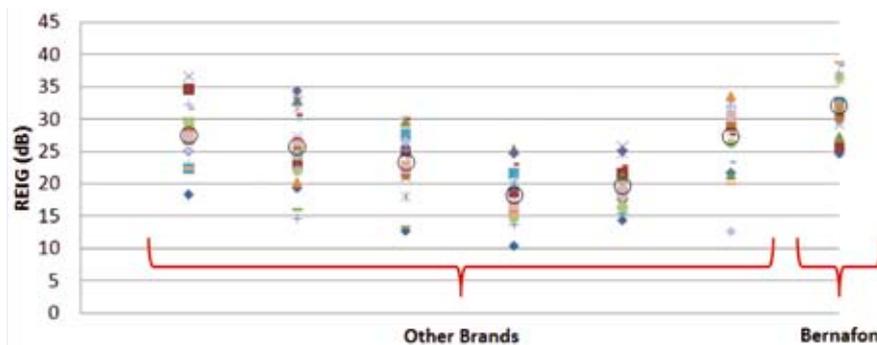


Figure 2 : Gain d'insertion maximal par individu.

L'avantage de l'AFC Plus s'étend aussi à la variation d'une personne de test à l'autre. Chaque symbole de la figure 2 montre, pour une personne de test, la moyenne du gain d'insertion pour des mesures effectuées sur les fréquences 2, 3 et 4 kHz. Tandis que toutes les autres marques montrent des valeurs mesurées minimales dans la gamme de 10 à 20 dB, l'AFC Plus commence à partir d'une valeur minimale de 25 dB. En outre, l'AFC Plus atteint aussi la valeur maximale à près de 40 dB.

Les résultats des tests prouvent l'excellence de l'AFC Plus.

Conclusions pour la pratique

Un anti-Larsen efficace est la seule méthode possible pour gérer la rétroaction acoustique. En effet, plus l'anti-Larsen est efficace, plus la gamme d'adaptation possible s'étend : Ainsi tous les types de clients peuvent en profiter.

Les valeurs mesurées à l'Université Vanderbilt font partie d'exposés récents (Ricketts, 2012), et une publication sur ce thème est en cours d'élaboration. Les résultats des tests prouvent l'excellence de l'AFC Plus. En raison de ses excellentes performances, la famille des appareils auditifs Chronos de Bernafon devrait susciter votre intérêt : les utiliser est tout à votre avantage – et à celui de vos clients.

Références

- Freed, D.J.; Soli, S.D. (2006). "An objective procedure for evaluation of adaptive antifeedback algorithms in hearing aids", *Ear Hear* 27(4):382–398.
- Kirkwood, D. (2012). "Hearing aid sales rose by 3% last year, with California leading the way", *Hearing News Watch @ Hearing Health and Technology Matters*.
- Kochkin, S. (2010). "MarkeTrak VIII: Customer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *The Hearing Journal*, Vol. 63 (1), pp. 11–19.
- Merks, I.; Banerjee, S.; Trine, T. (2006). "Assessing the effectiveness of feedback cancellers in hearing aids", *Hear Rev* 13(4):53–54, 57.
- Parsa V. (2006). "Acoustic feedback and its reduction through digital signal processing", *Hear J* 59(II):16–23.
- Ricketts, T. A.; Johnson, E. E.; Federman, J. (2008). "Individual differences within and across feedback suppression hearing aids", *Journal of the American Academy of Audiology*, Vol. 19(10), pp. 748–757.
- Ricketts, T. A. (2012). "Verification of gain and output using speech mapping: Basics and Special Features", *Invited Learning Lab, AudiologyNow! – American Academy of Audiology Annual Convention, Chicago, IL*.
- Ricketts, T. A. (2012). "Today's Hearing Aid Features: Fluff or True Patient Benefit?", *Invited presentation to the Military Audiology Association JDVAC Annual Convention, San Diego, CA*.
- Ricketts, T. A. (2012). "Open Canal Hearing Aids: Tips and Tricks for the Clinic", *Invited Presentation for the New Zealand Audiological Society, Hamilton, NZ*.
- Shin, M.; Wang, S.; Bentler, R.; He S. (2007). "New feedback detection method for performance evaluation of hearing aids", *Sound Vibration*, 302:350–360.
- Spriet, A.; Moonen, M.; Wouters, J. (2009). "Objective evaluation of feedback reduction systems in hearing aids", *European Signal Processing Conference (EUSIPCO), Glasgow, Scotland*.

Siège principal

Suisse

Bernafon AG
Morgenstrasse 131
3018 Berne
Téléphone +41 31 998 15 15
Fax +41 31 998 15 90

France

Prodition S.A.S.
Parc des Barbanniers
3 allée des Barbanniers
CS 40006
92635 Gennevilliers cedex
Téléphone +33 1 41 16 11 80
Fax +33 1 70 36 96 00

bernafon[®]
Your hearing • Our passion