

---

## **STARKEY VOUS PRESENTE LA S SERIES™ AVEC LA DRIVE ARCHITECTURE™**

Jason A. Galster, Docteur en Science

Au cours des dernières années, Starkey a été le premier fabricant d'appareils auditifs à enchaîner les innovations technologiques en commençant par la sortie de la famille Destiny™ en 2006 qui a connu un succès retentissant. Dans le cadre d'un développement ininterrompu, 2007 a vu le lancement du produit-phare Destiny 1600, qui a marqué la toute première intégration d'un système de mesure de l'oreille réelle à une aide auditive. En 2008 le micro-contour à écouteur déporté (RIC) Zōn™ est présenté à un public enthousiaste d'audioprothésistes. Par la suite, il remportera cinq prestigieux prix du design et de la technologie. Ces produits représentaient le point culminant d'années de recherche scientifique spécialisée et de développement reposant sur des données concrètes. Cela s'est traduit par une croissance sans précédent pour Starkey et par la satisfaction de centaines de milliers de patients. Indépendamment de cette réussite, l'éthique de Starkey reposant sur l'amélioration permanente impose à nos ingénieurs et scientifiques de continuer à développer les fonctions des appareils comme des logiciels. Une nouvelle famille d'appareils auditifs est née de ce parti-pris. Des appareils dotés d'un ensemble de fonctionnalités haut de gamme qui, une fois encore, servent de modèle de performance, de confort et de personnalisation.

Les capacités de traitement de signal de Destiny étaient les meilleures de leur catégorie lors de leur lancement. Trois ans après, elles continuent d'être considérées comme des références dans le traitement du signal. Toutefois, notre équipe de développement a pensé à d'autres perfectionnements qui surclasseraient les capacités de cette génération d'aide auditive numérique. La nouvelle plate-forme numérique avec la Drive Architecture, permet à nos ingénieurs de réaliser leur potentiel de création et de résolution des problèmes.

La Drive Architecture est une plate-forme de traitement de signal multi-core capable de traiter plusieurs données simultanément quant à l'environnement sonore. Elle gère de multiples tâches dont :

- l'identification et l'adaptation à tout type de larsen ;
- la classification intelligente des signaux pour préserver l'audibilité vocale ;
- L'optimisation du rapport Signal/Bruit lorsque les patients en ont le plus besoin.

## Présentation de S Series par Starkey

Afin de déterminer les objectifs pour la S Series, notre équipe de recherche et développement a établi une longue liste de possibilités nées des demandes de clients et de patients, ainsi qu'une analyse suivie de leur propre travail. Après avoir hiérarchisé toutes les possibilités, l'ensemble des compétences et de talents de l'équipe a été exploité pour se concentrer sur un nombre restreint d'évolutions et de fonctionnalités orientées vers les besoins du patient.

Ce document vous donnera un aperçu des possibilités de la S Series 11 en mettant l'accent sur les fonctionnalités les plus remarquables et disponibles dans la famille de produits. Nous aborderons notamment l'anti-larsen avec le système PureWave Feedback Eliminator, le pré-réglage personnalisé avec les Mesures in-vivo "Temps réel" et le Speech Mapping 3D ainsi qu'une nouvelle gamme d'outils de confort et d'intelligibilité collectivement appelée Acoustic Scene Analyzer (analyseur de scène auditive).

### Contrôle du larsen

La Drive Architecture est la nouvelle plate-forme numérique à l'origine de S Series, qui donne la possibilité aux chercheurs de Starkey de redéfinir les attentes cliniques pour un anti-larsen efficace et fiable. Les capacités de traitement multi-core de la Drive Architecture permettent au système PureWave Feedback Eliminator, nouvel anti-larsen de la S Series, de mettre en œuvre plusieurs processeurs, s'adaptant chacun à un filtre de sous-bande pour identifier les caractéristiques acoustiques du larsen et de l'annuler à des vitesses proches du temps réel, sans encourir le risque de distordre le signal ou de voir la qualité sonore amoindrie.

De nombreux audioprothésistes considèrent l'Actif Feedback Intercept (AFI) de Starkey comme la référence actuelle en matière d'anti-larsen. Cependant, avec la popularité croissante des adaptations en conduit ouvert, les professionnels ont rapidement découvert que le type de larsen qui se produit lors de ces adaptations diffère de celui qui se produit lors d'appareillage en conduit fermé. La différence réside dans les caractéristiques acoustiques des larsens. Lors d'une adaptation classique en conduit fermé, le chemin de larsen est généralement restreint et reste limité dans une gamme de fréquences et d'amplitudes prédictibles. Les caractéristiques restreintes du larsen simplifient la tâche d'annulation. En revanche, les caractéristiques acoustiques du chemin de larsen des adaptations à conduit ouvert sont plus complexes, par définition plus difficiles à contrôler et en fin de compte à supprimer.

La difficulté rencontrée pour gérer les larsens en appareillage ouvert est confirmée par le fait que certains fabricants, parmi les plus importants, limitent artificiellement le gain disponible. Ceci, par opposition, ayant pour conséquence de compromettre l'accès à l'audibilité du signal vocal. La philosophie de développement de Starkey consiste à dire qu'un anti-larsen efficace doit offrir un gain stable supplémentaire pour toutes les configurations d'adaptation, en garantissant l'audibilité vocale aux patients.

Depuis trois ans, l'AFI occupe la première place dans le domaine des anti-larsens (Banerjee et al., 2006; Merks et al., 2006). Désormais, l'annulateur de larsen PureWave surclasse l'AFI en offrant jusqu'à 25 dB de gain stable supplémentaires (ASG) lors d'une adaptation en conduit ouvert.

Les gains de performance offerts par PureWave devraient être plus remarquables pour ce type d'adaptation qui présente les formes de larsen les plus complexes et qui posent le plus de problèmes. Une comparaison systématique de PureWave et de l'AFI a été réalisée (cf. Illustration 1) pour quantifier les différences entre les deux systèmes. Cette illustration montre l'amélioration du gain stable supplémentaire sous forme de fonction fréquentielle à la fois pour PureWave et pour l'AFI. Dans les zones de larsen complexe, PureWave présente des améliorations allant jusqu'à 15 dB. Les données moyennes indiquent un gain de performance de 20 % par rapport à l'AFI. Cette amélioration permet de réduire l'effet larsen pour la plupart des adaptations. Chacun de ces gains a été obtenu tout en améliorant nettement la qualité sonore du système en présence de signaux complexes et d'artefacts.

Pour comparer les performances anti-larsen d'appareils auditifs concurrents, le RIC S Series a été comparé à un groupe de quatre RIC lancés récemment. Chaque appareil en configuration conduit ouvert a été adapté à dix patients. Pour supprimer la variabilité de l'occlusion, les appareils ont été adaptés sans aucun embout, dôme ou autre protection sur l'écouteur.

Le gain stable maximum (MSG) a aussi été comparé. Le MSG est le gain maximum obtenu grâce aux performances de l'anti-larsen (Illustration 2). Les résultats sont ici représentés, sous la forme d'une fonction fréquentielle, pour le RIC S Series et ses principaux concurrents. La S Series garde une nette avance avec une marge moyenne de gain de 7 dB et des marges maximales de 10 et 17 dB respectivement à 3,0 et 7,0 kHz. Ces mesures prouvent que le RIC S Series se positionne comme le leader en matière de gain stable maximum.

Starkey a ouvert la voie en matière de recherche et développement quant à l'efficacité d'un anti-larsen, ce qui devrait constituer aujourd'hui, l'une des caractéristiques fondamentales d'une technologie auditive de pointe. Désormais, l'anti-larsen PureWave définit une nouvelle norme, permettant aux audioprothésistes d'offrir aux patients des niveaux d'audibilité et de confort jamais atteints jusqu'alors.

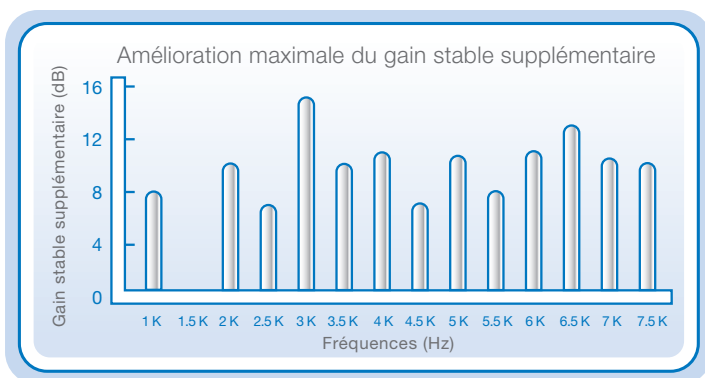


Illustration 1. Amélioration du gain stable maximum.

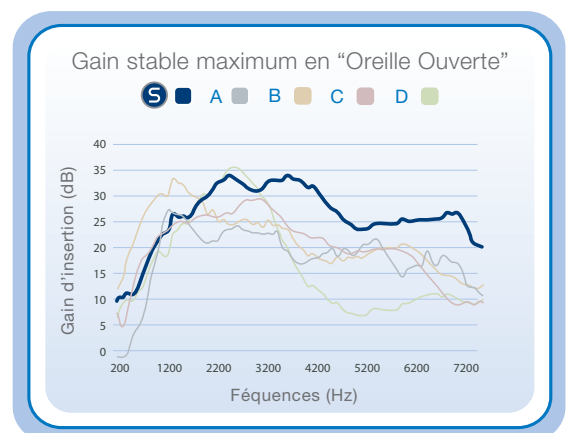


Illustration 2. Comparaison du gain stable maximum avec 5 RIC concurrents en appareillage ouvert.

## Garantie d'une adaptation précise grâce à la mesure de l'oreille réelle en direct

Même s'il est de notoriété professionnelle que les mesures in-vivo représentent un élément essentiel dans le processus d'adaptation des aides auditives, ces mesures sont cependant réalisées moins fréquemment que nous pourrions le supposer (Kirkwood, 2006; Strom, 2007). Les praticiens citent les contraintes liées au temps ou aux coûts d'équipement, pour expliquer le fait qu'ils utilisent rarement les mesures in-vivo comme point de départ de l'adaptation.

Avec l'objectif d'améliorer la précision du pré-réglage et de l'adaptation, en utilisant la mesure de l'oreille réelle, Starkey a développé le premier système intégré à l'aide auditive. L'Integrated Real Ear Measurement (Mesure de l'oreille réelle intégrée) a été proposée pour la première fois avec le Destiny 1600 et le Zōn.7, sortis respectivement en 2007 et 2008. Les audioprothésistes ont réagi positivement à cette fonctionnalité, ce qui a ensuite motivé son développement pour le rendre disponible dans tous les segments technologiques de la S Series.

Le système d'origine de mesure de l'oreille réelle évaluait les niveaux de pression sonore (SPL) en réponse à un signal acoustique complexe, généré par le processeur et délivré par l'écouteur dans le conduit auditif. En soustrayant le SPL du coupleur à celui de l'oreille réelle, une différence était calculée : le RECD (Real Ear to Coupler Difference). L'ajout du RECD à une réponse au coupleur permettait une estimation des caractéristiques acoustiques du conduit auditif externe (REAR) (Yanz, et al., 2007; Schroeder, et al., 2009).

La mesure in-vivo "Temps réel" de la S Series apporte une amélioration notable en réalisant des mesures directes, entièrement intégrées au processus d'adaptation (Illustration 3). Un tube sonde raccordé au microphone, mesure les niveaux de pression sonore SPL délivrés dans le conduit auditif en réponse à un signal de type vocal. Le système exploite ces informations directement pour ajuster le gain afin d'obtenir une correspondance précise avec la cible proposée par la règle d'appareillage sélectionnée. L'ensemble de ce processus est intégré à la procédure d'appareillage optimum pour réaliser les mesures et définir le pré-réglage en quelques secondes.

À ce moment, les données mesurées sont stockées dans la mémoire de l'appareil. Lors des visites ultérieures du patient pour affiner les réglages, ces informations peuvent être récupérées pour obtenir un aperçu des mesures utilisées.

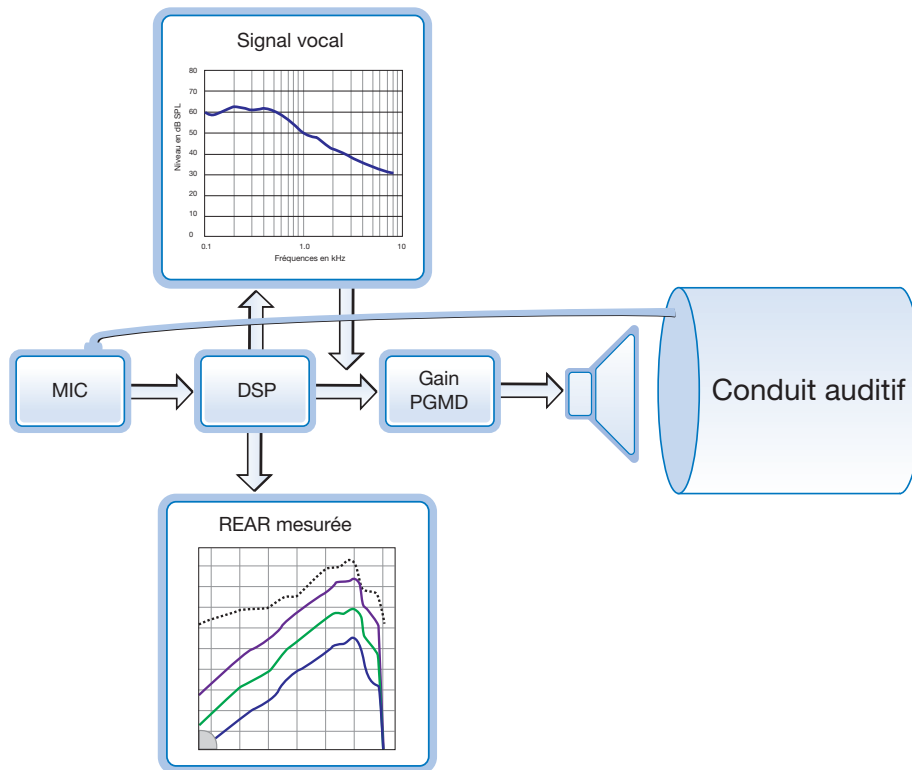


Illustration 3. Représentation sous forme de diagramme du protocole de fonctionnement des mesures in-vivo "Temps réel"

Synthèse de la procédure de mesure de l'oreille réelle en direct :

1. Le DSP calcule le pré-réglage selon les paramètres définis par la cible sélectionnée, pour ajuster la réponse en fréquence initiale.
2. Le DSP génère un signal à spectre vocal. Le gain programmé est appliqué au signal, avant de passer vers l'écouteur.
3. Le microphone mesure le niveau de pression sonore (SPL) en fonction des caractéristiques acoustiques du conduit auditif, par le biais d'un tube sonde et renvoie cette réponse au DSP.
4. Le DSP calcule la différence entre la réponse estimée et mesurée puis ajuste les paramètres de réponse en fréquence, d'après ce calcul. L'affichage du logiciel permet de visualiser les SPL réels du conduit auditif externe.
5. Les données mesurées sont stockées dans le processeur et l'enregistrement effectué par le logiciel Inspire, garantit la précision des réglages ultérieurs.

Aucune autre aide auditive ou progiciel du marché n'offre les capacités de mesure in-vivo de la S Series. Celle-ci garantit l'adaptation personnalisée et sur-mesure de tous les appareils de la gamme aux besoins auditifs des patients.

## Vérification et conseil avec le Speech Mapping 3D

Le Speech Mapping est un outil qui permet de représenter graphiquement et en temps réel, le spectre d'un signal entrant ou sortant d'une aide auditive. Il a pris de l'importance pour de nombreux audioprothésistes en servant à la fois d'outil de vérification et de conseil (Cunningham et al, 2002; Moore, 2007). L'utilisation d'une voix familière dans la vérification et la démonstration des performances d'une aide auditive, permet une meilleure acceptation par les patients et leurs proches qui cherchent à comprendre les effets de la perte auditive et les avantages de l'amplification.

Une amélioration significative a été apportée à cet outil de cartographie par un affichage en trois dimensions, c'est le Speech Mapping 3D. Son objectif est de visualiser le signal de sortie de l'appareil dans le conduit auditif du patient, en réponse à un signal d'entrée. La fonctionnalité Speech Mapping 3D offre les avantages de la cartographie vocale sans avoir besoin d'utiliser un logiciel supplémentaire.

L'illustration 4 présente l'essentiel du système de Speech Mapping 3D. Un signal acoustique, en direct ou enregistré, entre dans le microphone de l'aide auditive. Le DSP reçoit cette entrée et affiche le signal de sortie dans l'oreille du patient, sur l'écran du logiciel. L'intégration des données SPL issues du système de mesure de l'oreille réelle en direct, permet de visualiser une réponse en temps réel, adaptée à chaque patient.

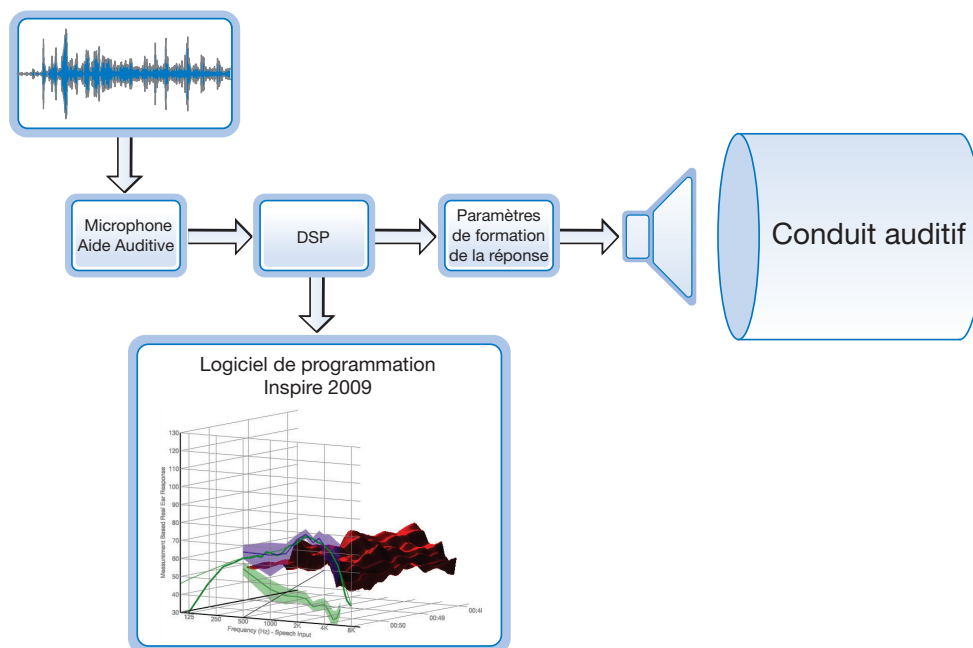


Illustration 4. Recueil de données sous forme de diagramme et affichage pour le Speech Mapping 3D.

Le Speech Mapping 3D présente un affichage, en deux ou trois dimensions, du signal de sortie de l'aide auditive. Le logiciel permet à l'opérateur de saisir et de geler tous types de signaux et d'imprimer ou d'enregistrer le résultat dans la fiche patient de la base de données.

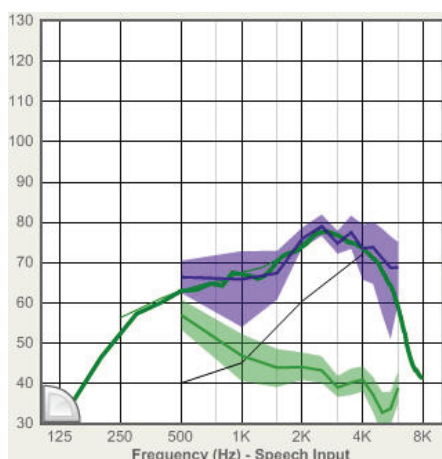


Illustration 5a. Exemple de Speech Mapping 2D créé à partir d'Inspire 2009.

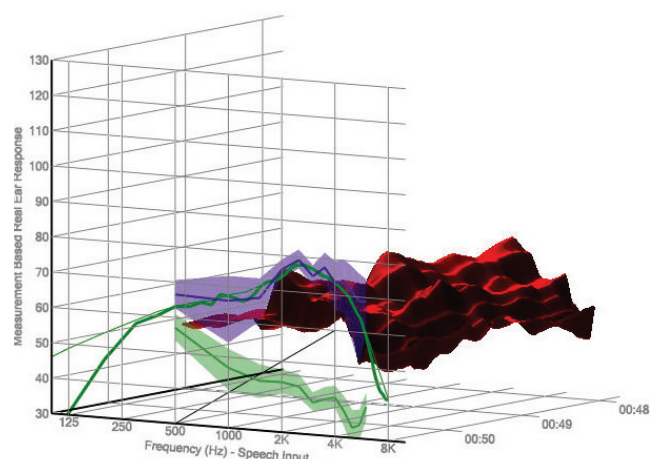


Illustration 5b. Exemple de Speech Mapping 3D créé à partir d'Inspire 2009.

L'illustration 5 présente deux options d'affichage du Speech Mapping. Les deux affichages montrent un échantillon enregistré, en réponse à un signal vocal généré en entrée. La courbe bleue représente le signal d'entrée et la courbe verte, le signal de sortie. La fine ligne noire représente les seuils du patient exprimés en dB (SPL). Les zones colorées de l'illustration 5a en deux dimensions, représente le niveau de sortie moyen enregistré par fréquence sur une période de dix secondes.

La forme rouge tridimensionnelle de l'illustration 5b montre l'évolution dynamique d'un signal vocal sur la durée. Lorsque l'enregistrement est visionné en continu, il permet de démontrer aux patients la nature complexe et changeante de ce type de signal. Il permet également à l'audioprothésiste de revenir en arrière pour étudier les effets des modifications de programmation ou de certains événements acoustiques enregistrés.

Une démonstration intéressante et simple à un patient portant une aide auditive, consiste à utiliser la voix du conjoint, d'échantillonner ce signal en affichant uniquement les courbes de seuil, de niveau d'entrée et de sortie. On voit alors que le signal vocal en entrée (zone bleue ombrée) est inférieur au seuil au-dessus de 1 500 Hz, alors que le signal de sortie est au-dessus du seuil sur toute la bande passante. Aucun autre appareil du marché ne permet de réaliser ce type de cartographie vocale.

## Faire face à un monde acoustiquement complexe

L'un des aspects les plus épineux pour les porteurs d'aides auditives est de s'adapter au large éventail de conditions acoustiques auxquelles ils sont confrontés. La réponse de la S Series aux utilisateurs est un système appelé : Acoustic Scene Analyzer (analyseur de scène acoustique). Il se compose de quatre dispositifs : AudioScape, InVision Directionality, les solutions téléphoniques automatiques et la technologie T<sup>2</sup>.

Ce nouveau système qui permet de contrôler les bruits et de préserver l'intelligibilité vocale, fait appel à une classification et à un processus de prise de décisions complexes. Les signaux entrants sont analysés, identifiés et classés toutes les six millisecondes afin d'adapter les performances de l'aide auditive, pour plus de confort et de clarté. L'Acoustic Scene Analyzer sélectionne et applique les algorithmes les plus appropriés simultanément ou séparément selon les situations.

**La compréhension préservée.** Les processeurs de signal numériques proposent des solutions toujours plus perfectionnées pour contrôler le bruit et améliorer le confort. La S Series met en œuvre de multiples algorithmes appelés AudioScape. Ceux-ci classent les caractéristiques acoustiques des signaux entrants en groupes significatifs et procèdent à un traitement adaptatif, pour optimiser le confort en toutes situations. La nature de l'adaptation d'AudioScape dépend de multiples facteurs : le niveau d'entrée global, le niveau d'entrée dans chaque canal, la classification statistique des signaux et le niveau de rapport Signal/Bruit dans chaque canal, qui est estimé par un un algorithme breveté. Outre ces critères décisionnels et ajustements dynamiques, l'opérateur peut sélectionner jusqu'à cinq niveaux d'adaptation pour chaque catégorie de signal.



Illustration 6. Icônes d'AudioScape représentant les différents algorithmes et les curseurs de réglage correspondants.



**Le confort personnalisé.** La recherche sur les niveaux de bruit acceptables indique que les patients diffèrent dans leur capacité de tolérance au bruit (Nabelek et al., 2006). Dans l'optique de personnaliser l'amplification aux préférences spécifiques du patient, la S Series met en œuvre la fonction de "Contrôle Confort", pour régler le rapport Signal/Bruit auquel l'algorithme de traitement du signal s'enchaînera.

Certains porteurs d'aides auditives très sensibles au bruit pourraient préférer commencer par s'habituer quand ses effets acoustiques sont relativement limités. D'autres patients tolérant des niveaux plus élevés de bruit ou des rapports Signal/Bruit plus faibles, peuvent préférer garder la quasi-totalité du gain pour optimiser leur compréhension. Le "Contrôle Confort" permet de proposer un niveau élevé de personnalisation des algorithmes débruiteurs.

**Une directionnalité stable et intelligente.** L'InVision Directionality de la S Series offre l'indice de directivité le plus élevé et le niveau de bruit de fond le plus faible du marché. Il conserve la stabilité des performances directionnelles et son algorithme de commutation intelligent résout le casse-tête pour l'utilisateur consistant à activer ou désactiver le mode directionnel manuellement.

Les systèmes directionnels représentent la seule solution éprouvée, pour améliorer la reconnaissance vocale dans le bruit. Toutefois, deux écueils potentiels peuvent compromettre l'avantage directionnel. Le premier est l'utilisation fréquente de systèmes Dual-omni et Directionnels qui courent le risque d'une perte de performance directionnelle en cas de discordance microphonique, due aux changements de température ou d'humidité. Le second, les patients ne comprennent pas toujours de quelle manière utiliser au mieux les systèmes directionnels ou à quel moment passer du mode omni au mode directionnel.

L'InVision Directionality offre des solutions à ces deux écueils. Tout d'abord, ce système produit une réponse directionnelle qui reste stable dans le temps. En utilisant un microphone directionnel acoustique différentiel spécifique, le système évite la perte de directivité qui se produit avec les systèmes Dual-omni.

Pour éviter le second écueil et réussir à exploiter les microphones directionnels, il faut respecter un ensemble de règles de commutation intelligentes, pour indiquer au système à quel moment utiliser les microphones omni-directionnels ou directionnels. En mode dynamique, le système InVision Directionality applique un ensemble de règles complexes qui comprend le suivi continu des variables, dont le rapport Signal/Bruit, le niveau d'entrée global et les estimations de puissance de chaque microphone. L'ensemble de règles vise à effectuer un changement uniquement en cas de nécessité. Ceci offre une transition fluide entre les modes omni et directionnel pour optimiser l'intelligibilité vocale et le confort.

**Solutions Téléphone Automatique.** L'utilisation du téléphone, à de tous temps posé des difficultés aux utilisateurs d'aides auditives, depuis les toutes premières générations. La S Series propose deux fonctions pour résoudre cet aspect quotidien de la communication d'aujourd'hui. Premièrement, sur tous les appareils équipés de bobines téléphoniques, un réglage optionnel de bobine automatique met en œuvre un commutateur électronique intégré à la puce pour détecter la présence d'un téléphone à proximité. Il passe en mode d'entrée bobine téléphonique et modèle la réponse en fréquence, de sorte qu'elle corresponde à celle du téléphone. Ce commutateur est à la fois plus sensible à la présence d'un téléphone, que les précédents commutateurs mécaniques.

Deuxièmement, les solutions téléphone automatique mettent en œuvre le même commutateur de l'aide auditive sans bobine téléphonique. Dans ce cas, le programme du téléphone modèle la réponse en conséquence. L'activation permanente du système PureWave permet de positionner le téléphone près de l'oreille sans risquer l'effet Larsen.

**Technologie T<sup>2</sup>.** La S Series offre un dernier avantage : une télécommande sans télécommande. Dans le monde entier, la plupart des téléphones à touches, fixes et mobiles, répondent à une pression sur une touche par un signal sonore standardisé, associé à chaque chiffre du clavier. L'innovante technologie T<sup>2</sup> de la S Series, exploite la fonctionnalité (DTMF) pour télécommander les fonctions principales de l'aide auditive. Les patients ne sont plus dépendants de réglages manuels ou de télécommande pour ajuster les réglages de leur appareil au moyen d'un objet que la majorité possède déjà.

## Conclusion

La S Series bénéficie des meilleures fonctionnalités des produits Starkey l'ayant précédés et leur fait franchir une étape. La plate-forme multi-core Drive Architecture permet à nos ingénieurs de réaliser le potentiel de leur travail créatif dans une gamme d'aides auditives qui continue de répondre aux besoins des personnes malentendantes.

Cet article présente plusieurs caractéristiques importantes :

- L'anti-larsen PureWave qui fournit des performances supérieures à celles de ses concurrents comme l'indiquent les données comparatives. Non seulement il augmente le gain stable à des niveaux jamais atteints, mais il s'adapte rapidement aux changements des caractéristiques acoustiques du larsen sans artefacts ou dégradation du signal.
- La Mesure in-vivo "Temps réel" est un système de vérification intégré qui non seulement automatise l'adaptation initiale à partir de mesures directes des SPL dans le conduit auditif, mais conserve également les données pour tous les réglages futurs.
- L'Acoustic Scene Analyzer identifie les conditions acoustiques et s'y adapte en donnant un degré de priorité élevé à l'intelligibilité vocale ou au confort selon les souhaits du patient.
- La technologie T<sup>2</sup> est une nouvelle version de la télécommande qui permet aux patients de contrôler leur aide auditive par le biais de téléphones à touches.

La S Series et Inspire 2009, proposent des fonctionnalités et des avantages dont tout l'intérêt sera réellement dévoilé, quand les audioprothésistes et les patients, commenceront à utiliser cette technologie de pointe. Une fois encore, l'équipe de développement de Starkey rencontre un problème : aussi bonne que soit la S Series, comment peut-elle bien être améliorée ? Rejoignez-nous dès à présent... et ne manquez pas le prochain chapitre.

## Références

- Banerjee, S., Recker, K., & Paumen, A. (2006). A tale of two feedback cancellers. *Hearing Review*, 13:7, 40-44.
- Cunningham, D.R., Lao-Davila, R.G., Eisenmenger, B.A., & Lazich, R.W. (2002). Study finds use of live speech mapping reduces follow-up visits and saves money. *The Hearing Journal*, 55(2), 43-46.
- Kirkwood D. (2006). Survey: Dispensers fitted more hearing aids in 2005 at higher prices. *The Hearing Journal*, 59(4), 48.
- Merks, I., Banerjee, S., & Trine, T. (2006). Assessing the effectiveness of feedback cancellers in hearing aids. *Hearing Review*, 13:4, 53-57.
- Moore, B.C.J. (2006). Speech mapping is a valuable tool for fitting and counseling patients. *The Hearing Journal*, 59:8, 26-30.
- Nabelek, A. K., Freyaldenhoven, M. C., Tampas, J. W., Burchfield, S. B., & Muenchen, R.A. (2006). Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17, 626-639.
- Schroeder A., Pisa J., & Olson L. (2009). A Real-Ear System within a Hearing Aid: Validity, Reliability,.....Benefit? *The Hearing Journal*, In press.
- Strom K. E. (2006). The HR 2006 dispenser survey. *Hearing Review*, 13(6), 34.
- Yanz J. L. & Galster J. (2008). Integrating real-ear measurements into hearing aid fittings. *Advance for Audiologists*, May-June, 38-44.
- Yanz J. L., Pisa J. F. D., & Olson L. (2007). Integrated REM: Real-ear measurement from a hearing aid. *Hearing Review*, 14:5, 44-51.



Experience more.™

Société internationale de technologie  
auditive, basée à Eden Prairie,  
Minnesota, Etats-Unis

Starkey Laboratories, Inc.  
6700 Washington Avenue South  
Eden Prairie, MN 55344-3476  
800.328.8602

StarkeyPro.com

© 2009 Starkey Laboratories, Inc. Tous droits réservés.