

SmartLink+ ZoomLink+ EasyLink+

Technologie des appareils sans fil les plus modernes du marché



SmartLink+

ZoomLink+

EasyLink+

Vue d'ensemble

Introduction	1
1. Dynamic FM	2
2. Bluetooth	4
3. Télécommande	4
4. Focalisation adaptative	5
5. Antibruit à haute résolution	5
6. Technologie SoftLanding	6
7. Références	6

Introduction

En créant Dynamic FM, Phonak a tourné une page de l'histoire des systèmes FM. Introduits sur le marché en 2008, **inspiro** et les premiers récepteurs Dynamic FM ont reçu un accueil enthousiaste. Des essais cliniques et des études contrôlées ont mis en évidence les grands avantages de Dynamic FM sur les systèmes FM classiques, au bénéfice des utilisateurs d'aides auditives et d'implants cochléaires. Une autre étape essentielle a été franchie avec l'introduction d'iSense, le successeur d'EduLink comme récepteur FM à adaptation ouverte, destiné à des personnes qui ont besoin d'un meilleur rapport du signal au bruit, sans pour autant utiliser d'aides auditives. Avec SmartLink+, ZoomLink+ et EasyLink+, la gamme de produits Dynamic FM comprend maintenant les meilleures solutions d'émetteurs pour les adolescents et les adultes. Cette brochure décrit la technologie ultramoderne utilisée dans ces émetteurs et donne les résultats de tests récents d'intelligibilité vocale dans le bruit.

PHONAK

life is on

1. Dynamic FM

Concept de l'avantage FM adaptatif

Le Dynamic Speech Extractor est la fonction la plus importante de Dynamic FM. Il a pour objectif d'optimiser la qualité du signal FM. Après tout, la fonction première des systèmes FM est bien d'améliorer l'audition et la compréhension de la parole dans des environnements difficiles. Le Dynamic Speech Extractor ne se contente pas d'ajuster quelques paramètres secondaires, il améliore significativement l'intelligibilité vocale dans le bruit.

Dans des situations très difficiles, des algorithmes spéciaux permettent à Dynamic FM d'atteindre un rapport du signal au bruit jusqu'à 15 dB meilleur que celui des systèmes FM classiques. Thibodeau (1) a montré que les malentendants appareillés amélioraient significativement leurs scores d'intelligibilité vocale dans le bruit en utilisant l'émetteur FM avec **inspiro**, par rapport à la FM classique. Wolfe (2) a trouvé des résultats comparables en testant des patients implantés utilisant la FM classique et l'émetteur **inspiro** avec Dynamic FM.

Dans les systèmes FM classiques, le gain FM – l'avantage FM – est réglé à une valeur fixe. Les directives ASHA recommandent un avantage FM de +10 dB. C'est un compromis entre la compréhension optimale du signal FM et l'audition de sa propre voix et des autres signaux et voix proches, prélevés directement par l'aide auditive. Un avantage FM plus élevé serait souhaitable pour mieux comprendre le signal FM, mais il devrait être plus faible pour bien percevoir sa propre voix et celles des autres. La valeur +10 dB est largement reconnue comme étant le meilleur compromis. L'AFMA (Avantage FM Adaptatif), quant à lui, ajuste automatiquement l'avantage FM en fonction du niveau de bruit ambiant. Le gain FM augmente si le bruit ambiant augmente. En mode FM + M, ceci garantit une perception vocale optimale, même dans les environnements d'écoute les plus sévères.

Les figures 1 et 2 illustrent comment fonctionne cet Avantage FM Adaptatif. La courbe du haut de la figure 1 représente le niveau de bruit ambiant dans une pièce, en fonction du temps. Quand un certain niveau de bruit est atteint, un gain FM supplémentaire est requis pour préserver l'intelligibilité de la voix de l'orateur. Ceci se voit clairement sur la courbe du bas où les pas indiquent quand il est nécessaire d'adapter le gain.

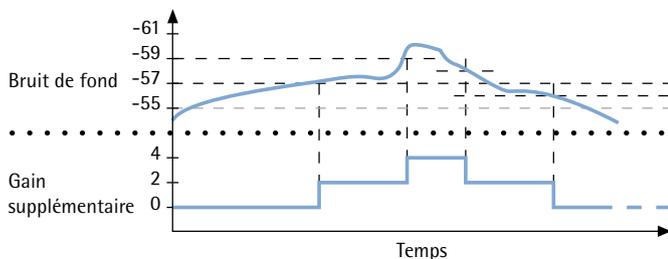


Figure 1

Ces pas se voient aussi sur la courbe du bas de la figure 2. La courbe du haut représente le gain FM réel en fonction du temps. Une transition douce entre les différents niveaux de gains FM est appliquée, avec des temps d'attaque et de retour convenables, de 250 ms. L'utilisateur apprécie les avantages d'une réception optimale du signal FM, sans variations brusques des niveaux sonores.

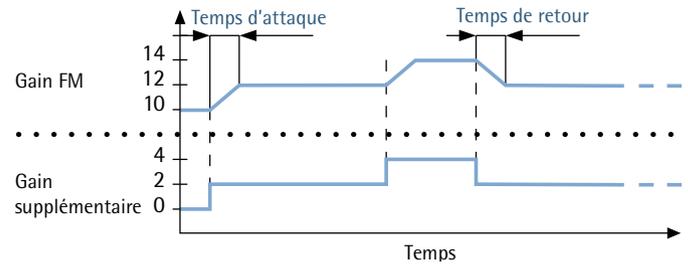


Figure 2

Technologie de l'Avantage FM Adaptatif

Un protocole technologique spécial a été conçu au sein de la plateforme Dynamic FM pour ajuster le gain FM des récepteurs en fonction des niveaux de bruit ambiant. SmartLink+ mesure en permanence le niveau d'entrée du microphone. Le système Dynamic FM est ainsi capable d'estimer le niveau de bruit ambiant pendant les pauses vocales. Dans la plupart des pièces réverbérantes, le bruit ambiant est réparti de façon plus ou moins homogène. Le niveau de bruit réel ne peut être supérieur au bruit moyen que si l'on est à proximité d'une source de bruit, telle qu'un ventilateur. Ce niveau de bruit ambiant est le déclencheur pour augmenter le gain FM. S'il faut plus de gain, SmartLink+ «informe» ses récepteurs Dynamic FM (comme MLxi, ML9i, ML10i, ML11i, ML12i ou iSense) – au moyen d'un lien de données sub-audio sans fil – qu'ils doivent fournir plus de gain. Ce lien de données sub-audio sans fil est une nouvelle fonction des systèmes FM pour les malentendants. C'est une technologie comparable à celle des stations radio et des autoradios qui utilisent un lien numérique pour diffuser des informations sur la circulation routière ou afficher le nom de la station sur l'écran. Dans les systèmes Dynamic FM, ce lien de données inaudible est utilisé pour contrôler le fonctionnement des récepteurs Dynamic FM. L'Avantage FM Adaptatif est actif dans les modes SuperZoom et Zoom des trois émetteurs SmartLink+, ZoomLink+ et EasyLink+. En mode omnidirectionnel, l'avantage FM n'est pas adaptatif.

Si le niveau de bruit ambiant diminue, le gain FM fait de même. La figure 3 représente le rapport du signal au bruit (RSB) calculé au niveau de l'oreille en fonction du niveau de bruit ambiant, pour différentes technologies. Dans cette installation de mesure particulière, la distance entre l'orateur et l'auditeur est de 2 mètres et le niveau vocal sans FM à 2 mètres est de 65 dB. La courbe grise indique le RSB sans la FM. Avec la FM classique en mode FM + M (courbe pointillée), le RSB est nettement meilleur (comme on s'y attendait) – l'amélioration du RSB est de 10 dB quel que soit le niveau de bruit ambiant. La courbe Dynamic FM (en bleu foncé) montre que le RSB reste stable entre 57 dB SPL et 73 dB SPL, quel que soit le niveau de bruit ambiant. A un niveau de 73 dB SPL de bruit ambiant, l'amélioration du RSB est passée de 10 dB à 25 dB ! Les utilisateurs qui ont besoin d'un rapport élevé du signal au bruit (15 dB, par exemple) pour que leur communication soit confortable et fiable, voient ainsi leur niveau de bruit maximal tolérable passer de 60 dB SPL à 75 dB SPL. C'est une énorme amélioration, surtout si l'on considère que l'échelle des décibels est logarithmique et que les niveaux de bruit élevés sont plus difficiles à surmonter que les niveaux de bruits plus faibles. On voit aussi clairement que la différence entre Dynamic FM et la FM classique est supérieure à la différence entre la FM classique et l'absence de FM.

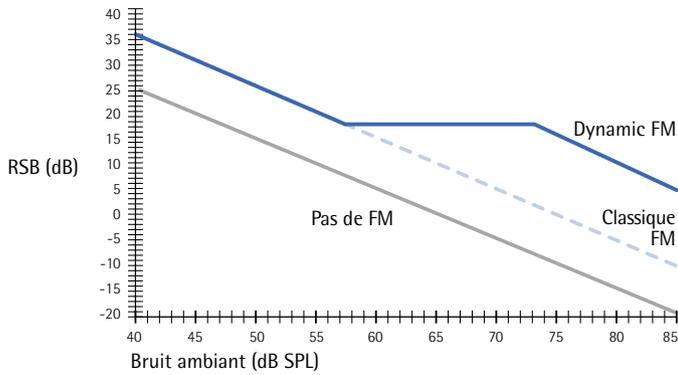


Figure 3

Evaluation de l'intelligibilité vocale dans le bruit avec SmartLink+ (Dynamic FM)

Matériel et méthode

L'intelligibilité vocale a été mesurée avec différents niveaux de bruit chez 3 sujets malentendants, en utilisant un test comparable à celui de la recherche expérimentale de Thibodeau et Wolfe. Un bruit rose a été émis par 3 haut-parleurs dans une pièce normalement réverbérante (7,50 x 7,50 x 2,60 mètres), afin de créer un champ assez diffus. Un 4^{ème} haut-parleur, qui délivrait les phrases cibles, était placé à 4 mètres du sujet ; l'un et l'autre étaient positionnés entre les 3 haut-parleurs qui diffusaient le bruit. L'intelligibilité vocale dans le bruit a été mesurée à l'aide du test allemand OLSA (Oldenburger Satz). Ce test est composé de phrases de 5 mots chacune, toutes ayant la même structure syntaxique (nom, verbe, nombre, adjectif, complément d'objet). 10 phrases ont été utilisées pour mesurer l'intelligibilité vocale avec chaque niveau de bruit et dans 5 conditions technologiques différentes, randomisées par la méthode du carré latin. Les conditions technologiques étaient : appareillé mais sans FM, avec SmartLink en mode Zoom (FM classique), avec SmartLink en mode SuperZoom (FM classique), avec SmartLink+ en mode Zoom (Dynamic FM) et avec SmartLink+ en mode SuperZoom (Dynamic FM). Lire dans les sections 4 et 5 la description de l'antibruit et du comportement directionnel du réseau microphonique, dans les modes SuperZoom et Zoom. Les niveaux de bruit étaient de 55, 60, 65, 70, 75 et 80 dB(A). Les niveaux de bruit ont été mesurés à la position du sujet et de l'émetteur ; ils ne s'écartaient pas de plus de 1,5 dB dans toutes les expériences. Les sujets utilisaient leurs propres aides auditives ; l'un d'eux était appareillé avec des appareils Widex et les deux autres avec des Phonak. Un des sujets, sourd d'un côté, n'était appareillé que sur l'oreille droite. Dans toutes les conditions où la FM était utilisée, les aides auditives étaient en mode FM+M, laissant ainsi activé le microphone des appareils. Une mesure de référence a été réalisée chez tous les sujets, dans le calme et sans la FM.

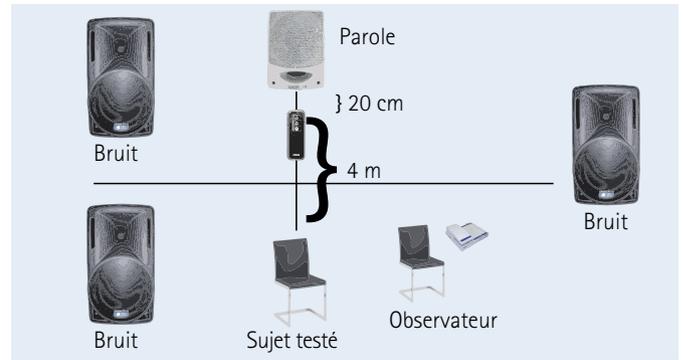


Figure 4
Installation expérimentale

Résultats

Une mesure de référence dans le calme et sans la FM a donné un score moyen d'intelligibilité vocale de 83%. Sans la FM, tous les sujets avaient clairement des difficultés d'intelligibilité vocale dans le bruit. La moyenne des scores vocaux était de 60% dans un bruit ambiant de 55 dB(A). Avec la FM classique et Dynamic FM en mode SuperZoom, ce score passait à 90% (figure 5). L'intelligibilité vocale avec les seules aides auditives diminuait rapidement quand le niveau de bruit ambiant augmentait, passant à 50% pour 60 dB(A) et disparaissant totalement pour 70 dB(A). A ce niveau de bruit, l'intelligibilité vocale était de 65% avec la FM classique et de 85% avec Dynamic FM. L'amélioration maximale moyenne par sujet entre la FM classique et Dynamic FM, moyennée sur toutes les conditions de bruit (de 55 à 80 dB(A)) et tous les modes microphoniques (Zoom et SuperZoom), était de 62%.

La figure 6 représente les différences de scores vocaux entre la FM classique et Dynamic FM dans les deux modes Zoom et SuperZoom et pour les différentes conditions ambiantes, moyennées sur tous les sujets.

Intelligibilité vocale dans le bruit

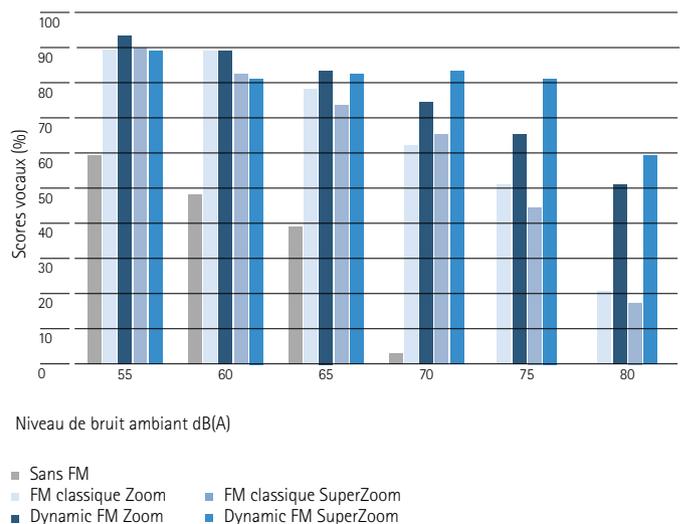


Figure 5

Avantage de Dynamic FM en modes Zoom et SuperZoom

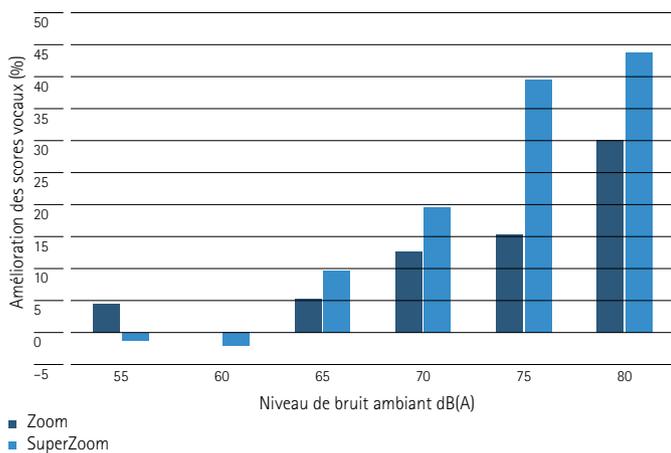


Figure 6
Améliorations des scores vocaux avec Dynamic FM par rapport à la FM classique, pour les modes microphoniques Zoom et SuperZoom, moyennées sur tous les sujets.

Discussion

Les résultats montrent clairement que Dynamic FM offre une amélioration significative de la reconnaissance vocale dans le bruit, d'autant plus importante que le niveau de bruit est plus élevé. Comme on s'y attendait, aucune différence n'a été trouvée entre la FM classique et Dynamic FM pour des niveaux de bruit faibles, car le Dynamic Speech Extractor ne commence à augmenter l'avantage FM que progressivement à partir de 57 dB(A).

Cette expérience a aussi montré que même pour des niveaux de bruit relativement faibles, (55 dB(A)), la technologie FM en général (classique ou Dynamic FM) offre un avantage significatif en termes d'intelligibilité vocale à une distance de quelques mètres.

Enfin, quand les niveaux de bruit augmentent, on peut observer la supériorité claire de Dynamic FM en mode SuperZoom par rapport au Zoom. Cet avantage n'apparaissait pas avec la FM classique, ce qui peut être dû au fait qu'en mode FM+M, les avantages du SuperZoom étaient compromis par le bruit prélevé par le microphone de l'aide auditive. Dynamic FM, par contre, supprime ce bruit qui ne masque alors plus l'effet positif du SuperZoom par rapport au Zoom.

2. Bluetooth

SmartLink+ est aussi un kit mains-libres sans fil intelligent pour les malentendants appareillés. Bluetooth est une technologie de communication numérique à faible portée, fonctionnant dans la gamme des 2,4 GHz. SmartLink+ applique la toute nouvelle version de cette technologie, utilisée dans le monde entier : Bluetooth version 2.0+EDR. Cette version des spécifications Bluetooth a été publiée le 10 novembre 2004. Elle est compatible avec la version précédente 1.1. La principale différence est l'introduction de l'EDR (Enhanced Data Rate), un débit plus rapide pour la transmission des données. Le débit nominal d'EDR est d'environ 3 mégabits par seconde, mais le taux de transfert

pratique est de 2,1 mégabits par seconde. Le débit supplémentaire a été obtenu avec une autre technologie radio pour la transmission des données. Le taux de transfert standard, ou taux de base, utilise une modulation de fréquence GFSK (Gaussian Frequency Shift Modulation) du signal radio ; EDR utilise une combinaison de modulation GFSK et de modulation de phase (PSK – Phase Shift Keying).

L'EDR permet de tripler la vitesse de transmission – et même de la décupler dans certains cas (2,1 Mbits/s) – avec une consommation plus faible grâce à un rapport cyclique plus faible.

SmartLink+ est compatible avec tous les téléphones cellulaires et autres appareils Bluetooth qui utilisent le profil A2DP. Un profil Bluetooth est une spécification d'interface sans fil pour assurer une communication basée sur Bluetooth entre des appareils. Pour utiliser la technologie Bluetooth, un appareil doit être compatible avec le sous-ensemble de profils Bluetooth nécessaire pour utiliser les services souhaités. Un profil Bluetooth se trouve en tête de la Bluetooth Core Specification et (en option) des protocoles supplémentaires.

A2DP est un profil spécial, abréviation d'Advanced Audio Distribution Profile. Il est utilisé pour transmettre de la musique (diffusion audio) – d'un lecteur MP3 Bluetooth, par exemple, vers SmartLink+ ou tout autre appareil Bluetooth compatible A2DP.

Le code Bluetooth pour SmartLink+ est « 0000 ». Si un appareil n'accepte pas ce code, il peut être modifié à l'aide du logiciel FM SuccessWare de Phonak, version 4.3 ou supérieure.

3. Télécommande

SmartLink+ est doté d'une télécommande des récepteurs FM et de certaines aides auditives Phonak. C'est une autre connexion sans fil qui s'ajoute à la transmission audio FM et au lien bidirectionnel Bluetooth. La fonction de télécommande est une liaison inductive à 40,96 kHz. Une antenne spécifique dans l'émetteur SmartLink+ émet les ordres de la télécommande. Une bobine, fonctionnant comme antenne de réception, est montée dans les récepteurs FM et les aides auditives ; dans les aides auditives, il s'agit du capteur téléphonique.

La fréquence du récepteur FM peut être synchronisée avec celle de SmartLink+. Tous les récepteurs multifréquences ou Dynamic FM de Phonak peuvent être synchronisés, sans aucune préparation, sur n'importe quelle fréquence FM de Phonak. Le seul impératif est que la fréquence FM soit dans la bande de fréquences du récepteur ; il n'est pas nécessaire de préprogrammer une liste de fréquences dans un récepteur Phonak. La liste des fréquences programmables avec le FM SuccessWare de Phonak ne sert qu'à la fonction de scanning. Avec **inspiro** et SmartLink+, un ordre de scanning peut être adressé à un récepteur. Cet ordre arrêtera l'émetteur, et le récepteur cherchera dans sa liste de fréquences enregistrées si un signal FM est disponible. C'est

ainsi qu'un récepteur peut trouver le signal d'un autre émetteur fonctionnant dans la pièce si sa fréquence lui est connue, ou se synchroniser sur la fréquence de l'émetteur si ce n'était pas possible en raison de la distance (par exemple quand l'émetteur est utilisé sur une scène).

La fonction de télécommande de SmartLink+ permet de changer le programme de l'aide auditive et d'ajuster son réglage de volume sonore.

La télécommande de SmartLink+ peut être utilisée manuellement par l'utilisateur, mais elle agit aussi de façon automatique dans certains cas. Par exemple, à la mise en marche de SmartLink+, la télécommande commute automatiquement les aides auditives dans le programme FM+M et synchronise les récepteurs FM sur la fréquence de SmartLink+. Ceci garantit que le système composé de SmartLink+, des récepteurs FM et des aides auditives sera prêt à l'emploi, simplement en mettant SmartLink+ en marche. ZoomLink+ et EasyLink+ fonctionnent exactement de la même façon. L'utilisateur appareillé peut entendre les bips de changement de programme des aides auditives et de synchronisation des récepteurs FM, à moins que ceux-ci aient été inactivés avec l'iPFG ou le FM SuccessWare. Quand on arrête l'émetteur, il envoie par télécommande l'ordre aux aides auditives de commuter dans le programme 4, qui est le programme automatique ou AutoPilot.

Un autre exemple de fonction automatique de la télécommande intégrée à SmartLink+ est donné par la façon dont il gère les appels entrants d'un téléphone mobile Bluetooth. Quand SmartLink+ est connecté via Bluetooth à un téléphone mobile qui reçoit un appel, la télécommande de SmartLink+ envoie l'ordre de commuter dans le programme FM+M. La sonnerie du téléphone est alors transmise par ondes radio dans les récepteurs FM et l'auditeur peut choisir, soit d'accepter l'appel en pressant la touche verte de SmartLink+, soit de le refuser en pressant la touche rouge. Quand la communication téléphonique est terminée, SmartLink+ envoie aux aides auditives l'ordre de revenir dans le dernier programme sélectionné manuellement par la télécommande SmartLink+. Avec ce mixage automatique subtil de Bluetooth, de télécommande et d'ondes radio, l'emploi du téléphone mobile devient un jeu d'enfant. Et veuillez aussi noter qu'il n'est pas nécessaire de mettre SmartLink+ en marche pour qu'il gère les appels téléphoniques. Un appel téléphonique entrant active automatiquement SmartLink+. Le seul impératif est qu'il soit couplé via Bluetooth au téléphone mobile. Ceci est indiqué par le symbole Bluetooth sur l'écran de SmartLink+.

La portée de la liaison inductive pour la télécommande par SmartLink+ des aides auditives et des récepteurs FM est d'environ la longueur d'un bras. Des champs magnétiques intenses, à proximité des écrans de téléviseurs (sauf les écrans plats), par exemple, et les grands objets métalliques peuvent réduire la portée. Comme la liaison est établie entre une antenne d'émission dans l'émetteur et une antenne de réception dans les aides auditives et les récepteurs, la portée peut aussi être influencée par leur position angulaire relative. Modifier légèrement l'orientation de SmartLink+ peut augmenter nettement la portée.

4. Focalisation adaptative

En mode SuperZoom, SmartLink+ dispose à la fois d'un focalisateur adaptatif et d'un antibruit à haute résolution. Le focalisateur adaptatif fonctionne en 31 bandes de fréquences indépendantes, chacune d'une largeur de 187,5 Hz. Il identifie pratiquement instantanément les sources de bruit venant de n'importe laquelle des directions arrière (entre 90° et 270°) et les détruit comme un missile à tête chercheuse. Avec 31 bandes de fréquences indépendantes, le focalisateur adaptatif présente un ensemble de 31 courbes polaires adjacentes, le « zéro » (l'angle de suppression maximale) de chacune d'elle étant orienté vers la source de bruit la plus intense dans sa bande de fréquences. Dans une situation d'écoute apparemment simple, mais en réalité très complexe, avec une pompe au spectre grave sur la gauche et la roulotte du dentiste au son aigu sur la droite, SmartLink+ est capable d'identifier les sources de bruits et leurs angles d'incidence, et d'ajuster en conséquence les diagrammes polaires pour éliminer chacune d'elles aussi efficacement que possible.

5. Antibruit à haute résolution

Un algorithme antibruit à haute résolution fonctionne en permanence dans le mode SuperZoom. Si un signal d'entrée d'un niveau relativement constant est détecté dans n'importe laquelle des 17 bandes de fréquences (d'une largeur d'un bark chacune), il sera considéré comme du bruit et le gain sera réduit dans cette bande. Cet antibruit à haute résolution a un temps de réponse d'1 seconde et un temps de retour de 50 ms. La réduction maximale du bruit, dépendant de la fréquence, varie de 27 dB dans les bandes les plus graves à 15 dB dans les plus aiguës. L'antibruit à haute résolution a un seuil de déclenchement faible. Il peut identifier et réduire des bruits entretenus aussi faibles que 35 dB, par exemple.

Le focalisateur adaptatif et l'antibruit à haute résolution ne sont actifs que dans le mode SuperZoom. ZoomLink+ dispose des mêmes focalisateur et antibruit dans son mode SuperZoom. Aucun antibruit n'est activé en modes Omni et Zoom et le focalisateur du mode Zoom est une cardioïde fixe.

Le mode microphonique par défaut d'EasyLink est le Zoom, identique à celui de SmartLink+ et de ZoomLink+. Ce mode microphonique peut cependant être changé en mode Omni ou SuperZoom à l'aide du logiciel FM SuccessWare de Phonak. En mode SuperZoom, EasyLink+ disposera du même focalisateur à canaux multiples et du même antibruit à haute résolution que SmartLink+.

La nouvelle laque de SmartLink+ et ZoomLink+ a une surface extrêmement douce. Passer ses doigts sur l'appareil ne provoque pratiquement aucun bruit de friction. C'est un progrès considérable par rapport à l'ancienne génération de SmartLink et un autre exemple de la puissance innovatrice de Phonak, quand la fonctionnalité et le design vont de pair.

6. Technologie SoftLanding

La nouvelle technologie SoftLanding de Phonak renforce le confort de l'utilisateur en réduisant instantanément le gain des bruits brusques, abrupts, tels que le « bang » produit par un émetteur que l'on pose sur une surface plane. La technologie SoftLanding identifie les impulsions sonores dont les pics sont supérieurs à 85 dB SPL (c'est-à-dire dont la valeur efficace est d'au moins 80 à 85 dB SPL) et réduit instantanément le gain de ces pics pendant quelques millisecondes. Ceci permet de ne pas transmettre ces pics de bruits aux oreilles des patients. La réduction de gain dépend de la pente du bruit transitoire. Si la pente est comprise entre 14 et 20 dB en 5 ms, la réduction du gain est de 14 dB. Pour des pentes supérieures à 20 dB en 5 ms, le gain est réduit de 20 dB. La figure 7 en donne un exemple.

La technologie SoftLanding applique des algorithmes évolués pour garantir un temps de réponse d'exactement 0 ms. C'est-à-dire qu'aucun bruit, quelle que soit sa pente ou quelle que soit l'intensité du pic, ne passera au travers de la Technologie SoftLanding. Le temps de retour est de 20 ms.

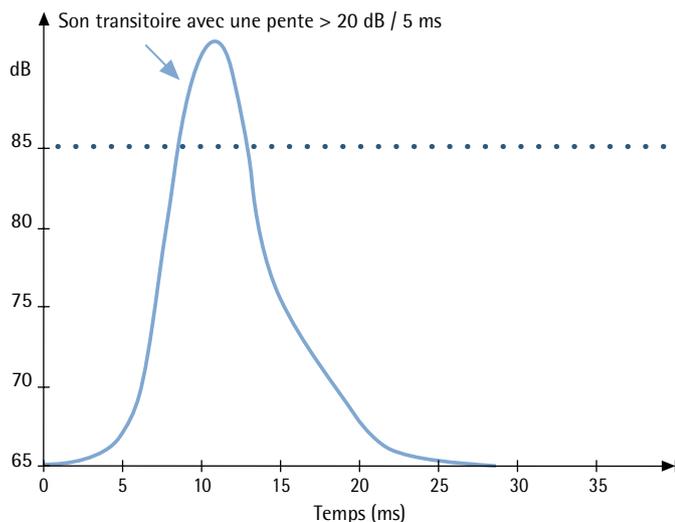


Figure 7
Exemple d'un son transitoire intense pour lequel la Technologie SoftLanding réduira le gain de 20 dB.

La Technologie SoftLanding n'affecte ni l'intelligibilité, ni la précision des sons. Elle réduit même d'autres impulsions sonores telles que des claquements de portes ou des heurts d'assiettes, pour autant qu'ils soient suffisamment brefs et intenses. Cette technologie rend ainsi tous les bruits confortables. SmartLink+, ZoomLink+ et EasyLink+ sont dotés de la Technologie SoftLanding dans tous leurs modes microphoniques.

7. Références

1) Benefits of Adaptive FM Systems on Speech Recognition in Noise. Linda Thibodeau.

Soumis à l'American Journal of Audiology (2009).

2) Evaluation of Speech Recognition in Noise with Cochlear Implants and Dynamic FM.

Jace Wolfe, Erin C. Schafer, Benjamin Heldner, Hans Müller, Emily Ward, Brandon Vincent. Journal of the American Academy of Audiology (2009 sous presse).

