

Développement et mise en œuvre d'Acuity Immersion Directionality

Adriana Goyette, Au.D., Ben Waite and Eric McCabe, Au.D.

Introduction

Le but premier de l'adaptation d'une aide auditive est de restaurer l'audibilité de son utilisateur. Ayant retrouvé sa capacité à entendre, ce dernier communique plus efficacement et s'implique plus pleinement dans son quotidien. Si les avantages d'une audibilité restaurée sont manifestes, les aides auditives classiques ne tiennent pas compte de la directivité naturelle de l'oreille humaine dans leur conception et produisent par conséquent une sortie qui diffère de celle de l'oreille non appareillée. Recréant cette directivité naturelle, Acuity Immersion Directionality permet à l'utilisateur d'aides auditives de se sentir davantage connecté au monde et immergé dans son environnement.

Les aides auditives classiques utilisent un pattern de microphone omnidirectionnel qui permet au patient d'entendre les sons tout azimut, d'avoir conscience de ce qui l'entoure et de choisir les sons auxquels prêter attention. Ce sont là des fonctions essentielles de l'audition qui doivent être préservées (ou restaurées) par l'aide auditive. Mais, pour les préserver d'une manière qui semble naturelle, la directivité de l'oreille non appareillée doit être prise en compte — et c'est là que le pattern de microphone omnidirectionnel des RIC et BTE fait défaut.

L'oreille non appareillée — en particulier la structure physique du pavillon — assure une directivité naturelle dans les fréquences hautes. Cet effet peut être quantifié en termes d'indice de directivité (ID) ; l'ID d'un système directionnel décrit sa réponse aux sons provenant de devant (dans l'axe) par rapport à sa réponse à un champ sonore diffus (hors axe).

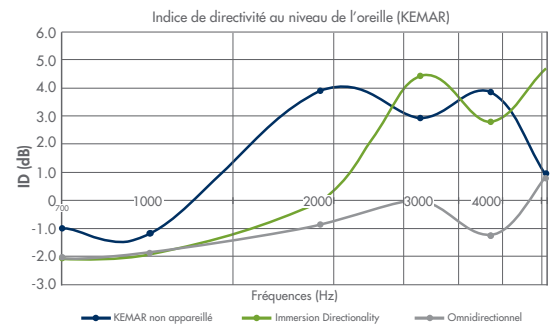


Figure 1. Indice de directivité pour KEMAR non appareillé, Immersion Directionality et Omnidirectionnel.

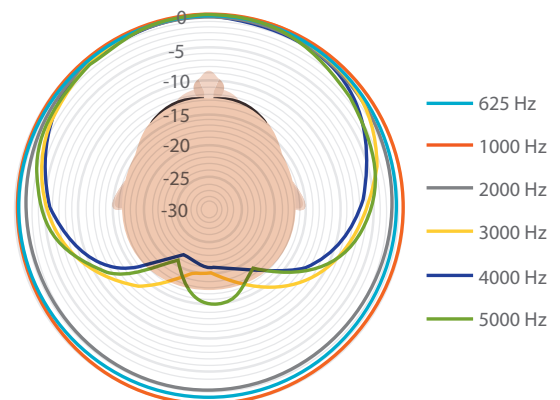


Figure 2. Pattern de microphone Immersion Directionality par fréquences.

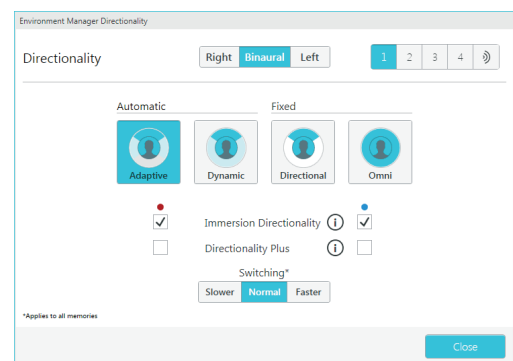


Figure 3. Écran Inspire Directionality Details.

Un ID positif indique que le son hors axe est atténué par rapport au son dans l'axe. Nous observons sur la figure 1 que l'oreille non appareillée est un système directionnel qui atténue les sons hors axe par rapport aux sons dans l'axe à des fréquences supérieures à 2000 Hz. À titre d'exemple, pour l'oreille non appareillée, un son de 2000 Hz présenté de face sera plus fort que le même son présenté de dos ; un son de 500 Hz aura à peu près le même volume sonore qu'il soit présenté de face ou de dos.

Le filtrage directionnel du pavillon offre deux avantages aux normo-entendants. Premièrement, la différence entre la manière dont le son est perçu de face et de dos fournit un indice qui aide l'auditeur à déterminer l'origine spatiale du son. Deuxièmement, l'atténuation du son hors axe procure un avantage RSB lorsque l'auditeur est attentif à une cible lui faisant face en présence de bruits arrière ou diffus.

Lorsqu'un patient est équipé d'un contour d'oreille (BTE) ou d'un micro-contour avec écouteur dans le conduit (RIC), l'accès à la directivité naturelle est perdu car le son entrant n'est pas filtré par le pavillon avant d'entrer dans les microphones de l'aide auditive (Westermann et Topholm, 1985 ; Best et al., 2010). Acuity Immersion Directionality recrée la directivité naturelle dans un BTE/RIC en utilisant un pattern de microphone directionnel dans les canaux hautes fréquences et un pattern de microphone omnidirectionnel dans les canaux basses fréquences (figure 2). Cette technique restaure efficacement une partie des indices de localisation et des avantages RSB normalement apportés par le pavillon de l'oreille non appareillée pour les utilisateurs de BTE ou RIC (Keidser et al., 2009 ; Kuk et al., 2013 ; Weile et al., 2013), pour une expérience plus naturelle et immersive.

Acuity Immersion Directionality dans Inspire

La fonction Acuity Immersion Directionality peut être réglée à partir de l'écran Inspire Directionality Details (figure 3).

Une fois sélectionnée, Acuity Immersion Directionality permet de configurer l'aide auditive pour utiliser un pattern de microphone directionnel hautes fréquences dans les environnements calmes et/ou bruyants selon le mode de directionnalité choisi.

Le tableau 1 ci-dessous en résume le fonctionnement.

Mode directionnel	Silence	Bruit
Adaptatif	Directionnel hautes fréquences	Directionnel large bande avec modification de la position du zéro polaire
Dynamique	Directionnel hautes fréquences	Directionnel large bande
Directionnel fixe	Directionnel large bande	Directionnel large bande
Omni fixe	Directionnel hautes fréquences	Directionnel hautes fréquences

Table 1. Pattern de microphone dans des environnements calmes et bruyants pour chaque mode de directionnalité avec Immersion Directionality activée.

Il convient de noter que le mode directionnel fixe est réservé aux patients qui tirent profit d'une directionnalité large bande dans tous les environnements ; de fait, Acuity Immersion Directionality ne s'applique pas à ce mode de directionnalité.

Dans les modes à basculement automatique (Adaptatif et Dynamique), le pattern de microphone hautes fréquences sera utilisé dans les environnements calmes où perception situationnelle et naturel du son ont la priorité. Dans les environnements plus bruyants, l'aide auditive basculera automatiquement sur un pattern de microphone directionnel large bande afin que son utilisateur puisse se concentrer sur le signal qui l'intéresse tandis que l'aide auditive supprimera les bruits venant d'autres directions. Dans le mode Omnidirectionnel fixe, le pattern de microphone hautes fréquences sera utilisé pour tous les environnements acoustiques.

Permettre au patient d'avoir conscience de ce qui l'entoure et de choisir ce qu'il veut entendre sont des fonctions essentielles de l'audition qui doivent être préservées (ou restaurées) par l'aide auditive. Mais, pour les préserver d'une manière qui semble naturelle, la DIRECTIVITÉ de l'oreille non appareillée doit être prise en compte.

Etude clinique de validation

Une étude a été réalisée pour évaluer la performance d'utilisateurs d'aides auditives lors d'un exercice de compréhension de la parole dans le bruit et leur satisfaction lorsque la fonction Acuity Immersion Directionality était activée. Pour ce faire, les participants ont pris part à trois sessions en laboratoire et utilisé les aides auditives pendant près de cinq semaines en conditions réelles. Quatorze utilisateurs aguerris d'aides auditives ont participé à l'essai clinique, lors duquel ils ont porté des versions pré-lancement des micro RIC 312 ou BTE 13.

Les aides auditives ont été paramétrées en mode Best Fit selon les cibles e-STAT exclusives de Starkey, lors de la session initiale (Scheller & Rosenthal, 2012). Les mesures oreille réelle ont été réalisées à l'aide d'un système Audioscan Verifit. Pour mesurer l'audibilité, le signal vocal international de test (ISTS ; Holube, Fredelake, Vlaming & Kollmeier, 2010) a été utilisé pour les mesures REAR (réponse mesurée sortie dans l'oreille), présenté à des niveaux de 50, 65 et 75 dB SPL. Un balayage son pur 85 dB SPL a été présenté pour vérifier le confort. Enfin, la directivité au point zéro dans les canaux hautes fréquences a été mesurée pour vérifier que la directionnalité fonctionnait comme prévu.

Compréhension de la parole dans le bruit

Les participants ont répondu au test d'audition dans le bruit (HINT) pour évaluer les différences en matière de compréhension de la parole selon trois patterns de microphone : omnidirectionnel, directionnel hautes fréquences (fonction Acuity Immersion Directionality) et directionnel large bande. Le HINT est un test adaptatif normalisé qui permet d'obtenir le rapport signal/bruit (RSB) requis pour une bonne répétition de 50 % des phrases présentées dans un bruit ambiant façonné par la parole à un niveau fixe de 65 dB SPL (Nilsson, Soli & Sullivan, 1994). Le niveau du signal vocal varie en fonction de chaque réponse correcte (ou incorrecte), ce qui permet de calculer un score HINT. Les signaux vocaux proviennent d'un haut-parleur avant et le bruit diffus de sept autres haut-parleurs qui entourent le participant.

Les résultats (figure 4) montrent que les patterns de microphone directionnel hautes fréquences et large

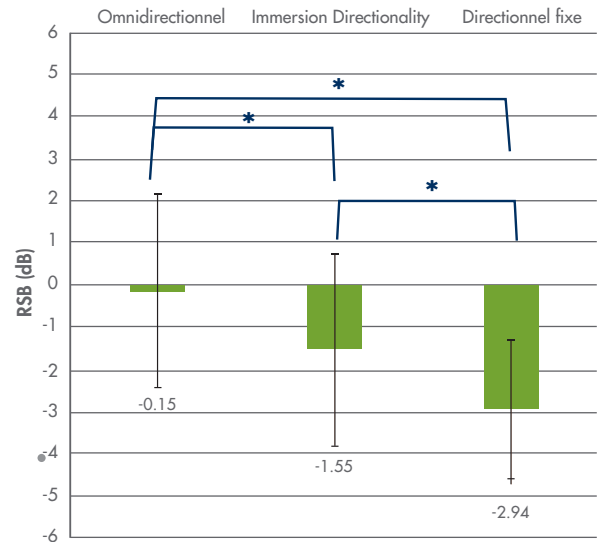


Figure 4. Résultats du HINT affichés en score RSB en dB, par pattern de microphone. Les barres d'erreur représentent un écart type de la moyenne. Un faible score indique une meilleure performance. Les astérisques (*) indiquent une performance significativement différente sur l'ensemble des conditions.

bande ont permis une amélioration statistiquement significative de la compréhension de la parole dans le bruit par rapport à un pattern de microphone omnidirectionnel. Des mesures répétées bidirectionnelles ANOVA ont révélé un effet significatif du pattern de microphone ($p < 0.001$) mais aucune différence significative dans les résultats entre modèles d'appareils ($p = 0.101$). L'essai post-hoc (méthode Holm-Sidak) a montré que les participants ont obtenu des résultats significativement supérieurs avec les patterns de microphone directionnel hautes fréquences et large bande par rapport au mode omnidirectionnel ($p < 0.001$) et que les participants utilisant le pattern directionnel large bande ont obtenu des résultats significativement supérieurs au pattern directionnel hautes fréquences ($p < 0.001$).

Les résultats du HINT sont conformes aux prévisions. Comme les aides auditives sont passées d'un pattern de microphone omnidirectionnel à directionnel hautes fréquences et directionnel à large bande, les sources sonores hors axe ont été atténuées sur une plage de fréquences plus étendue. En conséquence, un RSB moindre a été nécessaire dans les modes Acuity Immersion Directionality et directionnel fixe pour

atteindre le même niveau de performance. Cela s'est traduit par une meilleure intelligibilité de la parole.

Satisfaction générale

Les participants ont également rempli plusieurs questionnaires durant leur utilisation des aides auditives dans leurs environnements sonores quotidiens avec la fonction Acuity Immersion Directionality activée. Pour évaluer la satisfaction générale (figure 5), les participants ont utilisé une échelle allant de « très mauvaise » (1) à « très bonne » (5). Dans les environnements calmes, 92 % des participants ont évalué leur satisfaction comme « satisfaisante » à « très bonne ». Dans les environnements bruyants, 85 % des participants ont évalué leur satisfaction comme « satisfaisante » à « très bonne ».

Conclusion

La fonction Acuity Immersion Directionality de Starkey restaure une partie des avantages de la directivité naturelle pour les utilisateurs d'aides auditives en recréant des éléments du filtrage sonore assuré par le pavillon. Cette directivité naturelle permet d'obtenir des indices de localisation avant/arrière et une meilleure compréhension de la parole dans le bruit (par rapport au mode Omnidirectionnel). Des études réalisées avec la fonction Acuity Immersion Directionality ont mis en avant son avantage significatif pour la reconnaissance de la parole et son acceptation en termes de qualité sonore dans des environnements calmes et bruyants.

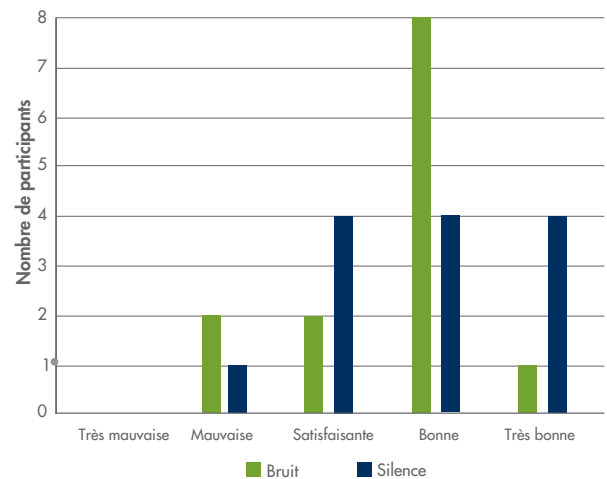


Figure 5. Participant rating of overall satisfaction while using Immersion Directionality in both quiet and noise. One participant was unable to complete the final questionnaire.

Références

- Best, V., Kalluri, S., McLachlan, S., Valentine, S., Edwards, B., & Carlile, S. (2010) A comparison of CIC and BTE hearing aids for three-dimensional localization of speech. *International Journal of Audiology*, 49(10): 723-732.
- Holube, I., Fredelake, S., Vlaming, M., & Kollmeier, B. (2010). Development and analysis of an International Speech Test Signal (ISTS). *International Journal of Audiology*, 49(12), 891-903.
- Keidser, G., O'Brien, A., Hain, J.-U., McLelland, M., & Yeend, I. (2009). The effect of frequency-dependent microphone directionality on horizontal localization performance in hearing-aid users. *International Journal of Audiology*, 48(11), 789-803.
- Kuk, F., Korhonen, P., Lau, C., Keenan, D., & Norgaard, M. (2013). Evaluation of a Pinna Compensation Algorithm for Sound Localization and Speech Perception in Noise. *American Journal of Audiology*, 22(1), 84.
- Nilsson, M., Soli, S. D., & Sullivan, J. A. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1085-1099.
- Scheller, T., & Rosenthal, J. (2012). Starkey Hearing Technologies' e-STAT fitting formula: The rationale behind the rationale. *Innovations*, 2(2), 41-45.
- Weile, J., Santiago, L., Newman, C., & Sandridge, S. (2013). A Broader Look at Performance and Personalization in Hearing Aid Fittings. Retrieved from <http://www.hearingreview.com/2013/08/a-broader-look-at-performance-and-personalization-in-hearing-aid-fittings/>
- Westerman, S., & Topholm, J. (1985). Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. *Hearing Instruments*, 36(2), 20-24.

