

Évolution de la directivité selon la stratégie binaurale de ReSound : Directivité All Access et Ultra Focus

Jennifer Groth, MA, GN Hearing A/S

RÉSUMÉ

Les malentendants utilisent les aides auditives dans un large éventail d'environnements acoustiques y compris, pour une durée non négligeable, dans des environnements peu complexes. Leurs préférences et leurs objectifs d'écoute vont donc varier. Par conséquent, il est important de fournir la meilleure expérience auditive possible dans toutes les situations rencontrées. *Organic Hearing* (audition organique) s'inscrit dans la continuité de notre philosophie acoustique qui pousse ReSound à développer des solutions auditives où la technologie doit imiter l'audition naturelle, le comportement d'écoute naturel et reproduire les situations de la vie quotidienne. ReSound ONE™ intègre l'innovation de directivité avancée All Access Directionality (Directivité All Access) pour bien entendre dans tous les environnements de la vie quotidienne et basée sur des preuves scientifiques de l'écoute binaurale naturelle. À cela s'ajoute la directivité Ultra Focus. Elle peut être activée par les utilisateurs pour mieux entendre les conversations face-à-face dans des situations particulièrement bruyantes dans lesquelles une focalisation peut être pertinente.

Le traitement du signal des aides auditives actuelles est souvent conçu pour résoudre les problèmes se produisant dans des environnements d'écoute particuliers. Par exemple, une fonction de réduction du bruit pour rendre un son plus confortable en ambiance très bruyante comme le trafic automobile. Cependant, le degré de réduction du bruit appliqué dans le trafic peut ne pas être celui préféré dans un environnement aussi bruyant mais différent. Les technologies de traitement du son sont bénéfiques, mais les avantages et inconvénients relatifs peuvent varier selon la situation d'écoute mais surtout en fonction des préférences et des intentions des utilisateurs. Pour résoudre ce dilemme, les aides auditives actuelles tentent d'utiliser des algorithmes pour contrôler la façon dont elles appliquent le traitement du signal dans différents environnements acoustiques afin que l'utilisateur puisse bénéficier de la technologie sans avoir à s'en soucier. Le récent sondage MarkeTrak10 illustre que l'automatisation des fonctions complexes des aides auditives est une bonne idée. Alors que les aides auditives avec systèmes directionnels sont associées à une plus grande satisfaction des utilisateurs, seulement 28% d'entre eux sont certains que leurs aides auditives possèdent ou non un système directionnel¹. Il est facile de ne pas ressentir le bénéfice d'une technologie lorsque nous ne savons pas qu'elle existe ou comment y accéder. Pourtant, une des fonctions que toutes les aides auditives haut de gamme pilotent en fonction de l'environnement acoustique est le système directionnel.

Les microphones directionnels sont présentés comme notre solution intégrée la plus efficace pour aider les utilisateurs à mieux entendre dans le bruit. La plupart de nos aides auditives incluent aujourd'hui non seulement des systèmes de microphones directionnels, mais également un pilotage automatique de la technologie. Une aide auditive peut proposer des niveaux de complexité dans le traitement du signal provoquant une modification des caractéristiques directionnelles considérables. Le plus souvent, le niveau de complexité approprié est sélectionné par l'audioprothésiste. Ainsi, la directivité automatique sera contrôlée par la façon dont l'algorithme analyse la vie réelle. En général, une grande attention est accordée à l'explication des bénéfices du directionnel, mais relativement peu de temps est accordé à la manière dont la directivité est pilotée. Cela revient à prédire l'issue probable d'une course automobile en considérant uniquement les caractéristiques de la voiture, mais pas les capacités du conducteur.

ORGANIC HEARING S'INSPIRER DE LA NATURE POUR L'ARCHITECTURE DU SYSTEME DIRECTIONNEL

Traditionnellement les algorithmes de directivité se concentrent sur l'amélioration du rapport signal/bruit au niveau de l'oreille pour une parole située à l'avant sans

considération de l'analyse corticale de l'utilisateur ou de ses intentions et envies d'écoute. Depuis ses débuts, ReSound s'est inspiré de la nature pour développer des solutions auditives. Cette philosophie est ancrée dans *Organic Hearing*. Depuis plus d'une décennie, ReSound a poursuivi une stratégie binaurale unique fondée sur des preuves scientifiques pour désigner la technologie directionnelle dans les aides auditives². Le terme « binaural » implique que cette stratégie de traitement sophistiqué effectué par le cerveau sur le son capté par les deux oreilles ne peut être dupliqué ou remplacé. Par conséquent, la stratégie ReSound vise à soutenir et à exploiter la capacité auditive binaurale naturelle du cerveau.

À mesure que la technologie progresse, la stratégie binaurale évolue. Avec ReSound ONE, une nouvelle version est introduite. Elle reste fidèle à la stratégie binaurale tout en incorporant un traitement avancé basé sur la formation de faisceaux directionnels binauraux synchronisés (e2e) : All Access Directionality. Dans cet article, la justification de la stratégie binaurale ReSound est présentée ainsi que la façon dont elle est appliquée dans la directivité All Access.

FAISCEAU DIRECTIONNEL BINAURAL - AVANTAGES ET INCONVENIENTS

ReSound ONE est construit sur une plate-forme considérablement améliorée qui ajoute la possibilité de diffuser du son sans fil d'une oreille à l'autre. Cela permet de créer une directivité très étroite via des faisceaux binauraux. Ils s'établissent en utilisant le signal des 4 microphones, sur une paire d'aides auditives synchronisées, pour former un signal monaural hautement directionnel. Ce signal monaural est ensuite délivré aux deux oreilles. Avec notre stratégie de faisceaux binauraux, l'amélioration de la reconnaissance de la parole dans le bruit dans des conditions de laboratoire a été rapportée comme supérieure à ce qui est typique avec des aides auditives directionnelles à fonctionnement indépendant³. Cependant, les tests dans des conditions plus complexes ont montré que l'avantage était plus modeste^{4,5}. Nous pensons que cela est dû au manque de repères spatiaux binauraux avec les faisceaux directionnels. Les repères spatiaux binauraux aident les auditeurs à localiser et à séparer les flux sonores concurrents dans des situations d'écoute complexes et réalistes. Les différences interaurales de temps (ITD) dans les basses fréquences sont le point critique pour aider les auditeurs dans des conditions réalistes. Par exemple, Best et al⁶ ont testé un algorithme de faisceaux binauraux à filtrage passe-haut où la fréquence de chevauchement (coupure) variait de sorte que les repères spatiaux basses fréquences étaient préservés dans une certaine mesure. Lorsque le bruit modulé est utilisé comme masque, les sujets avec et sans perte auditive ont montré un avantage robuste quelle que soit la fréquence de chevauchement. Dans des conditions plus difficiles avec des masqueurs de type parole, le bénéfice global était moindre, et le bénéfice moyen n'a été montré que pour les fréquences de chevauchement

de 800 Hz et plus. Ces résultats confirment que les indices ITD contenus dans les basses fréquences sont utiles pour la ségrégation et le traitement de la parole dans des conditions réalistes.

L'audibilité des sons ne se trouvant pas dans le plan frontal est dégradée par l'utilisation de faisceaux directionnels binauraux. Dans de nombreuses situations où les utilisateurs souhaitent mieux entendre, suivre une conversation implique des changements rapides des locuteurs et des sujets, ainsi que de séparer les voix des locuteurs qui s'entremêlent. Les voix peuvent devenir le bruit de fond. Les utilisateurs doivent constamment se réorienter vers le nouveau locuteur pour satisfaire les conditions de perceptions. En revanche, les tests de laboratoire sur la directivité des aides auditives sont souvent effectués avec un emplacement fixe du signal utile pour les différentes phases du test. La tâche est rendue plus facile. Les auditeurs n'ont pas besoin de déployer des efforts pour trouver le discours cible, car ils savent que ce sera toujours dans la direction à chaque phase. De nombreuses études où des faisceaux binauraux sont testés ont montré qu'un emplacement imprévisible de la parole cible entrave la reconnaissance de la parole dans le bruit^{4,5}. Certaines études ont utilisé des dispositifs d'analyse de mouvement de la tête pour étudier le comportement lors de l'orientation-investigation vers de nouvelles sources cibles et l'interaction avec la directivité des aides auditives. Une directivité plus forte interfère avec la capacité des auditeurs à suivre les sources cibles lorsqu'elles changent de position^{7,8}. Il a été estimé qu'une atténuation des sons hors du plan frontal de plus de 12 dB rendrait les systèmes directionnels inutilisables dans les conversations en mouvement, comme cela est typique dans les conversations de groupe⁹.

Les systèmes de directivités adaptatives sont aussi une source potentielle de problèmes. Ils sont censés être avantageux car ils changent leurs modèles directionnels pour annuler la source de bruit la plus dominante dans l'hémichamp arrière. Cependant, pour les RSB plus pauvres, il a été démontré que les systèmes de directivité adaptative interfèrent avec la localisation⁹. Une théorie indique que cela pourrait être dû au fait que le système directionnel change rapidement ses caractéristiques à mesure que le bruit de fond devient plus diffus. Cela pourrait fausser les différences interaurales d'intensité (ILD) de manière imprévisible, perturbant ainsi la capacité de localisation et donc de compréhension.

ALGORITHME DE DIRECTIVITE BINAURALE PAR RESOUND AVEC PRÉSERVATION DES INDICES DE LOCALISATION SPATIALE

L'algorithme de directivité binaurale de ReSound utilisé dans la directivité All Access établit un équilibre entre l'optimisation du RSB du plan frontal, l'écoute du son hors plan et la préservation des indices de localisation spatiale (ILS). Il permet une réorientation rapide vers une nouvelle source de parole changeante ou en mouvement. Un

système multi bande spécifique est appliqué d'une façon innovante et différente pour atteindre ces objectifs. De plus, une pondération adaptative de la gestion du bruit sur les deux aides auditives peut améliorer les avantages du faisceau binaural lorsque le bruit qui entoure l'utilisateur n'est pas homogène.

SYSTEME MULTI BANDES

Les figures 1 et 2 conceptualisent notre système multi bandes. La figure 1 illustre la façon dont le son est séparé en sortie de chaque système directionnel à double microphone et diffusé à la sortie contralatérale

pour être mixé au signal ipsilatéral. Pour la bande des basses fréquences, une intégration omnidirectionnelle est appliquée. Cela est cohérent avec l'approche de directivité multi bandes préservant les signaux ITD à basse fréquence que ReSound utilise depuis plus de 10 ans. Il a été démontré que cette approche est préférée à la directivité large bande pour la qualité sonore^{10,11} et permet une meilleure localisation globale par rapport à la directivité large bande¹². Les performances de reconnaissance vocale dans le bruit sont équivalentes avec cette approche par rapport à la directivité large bande avec système dit Open. Notons que les résultats s'améliorent avec les embouts sur-mesures¹³.

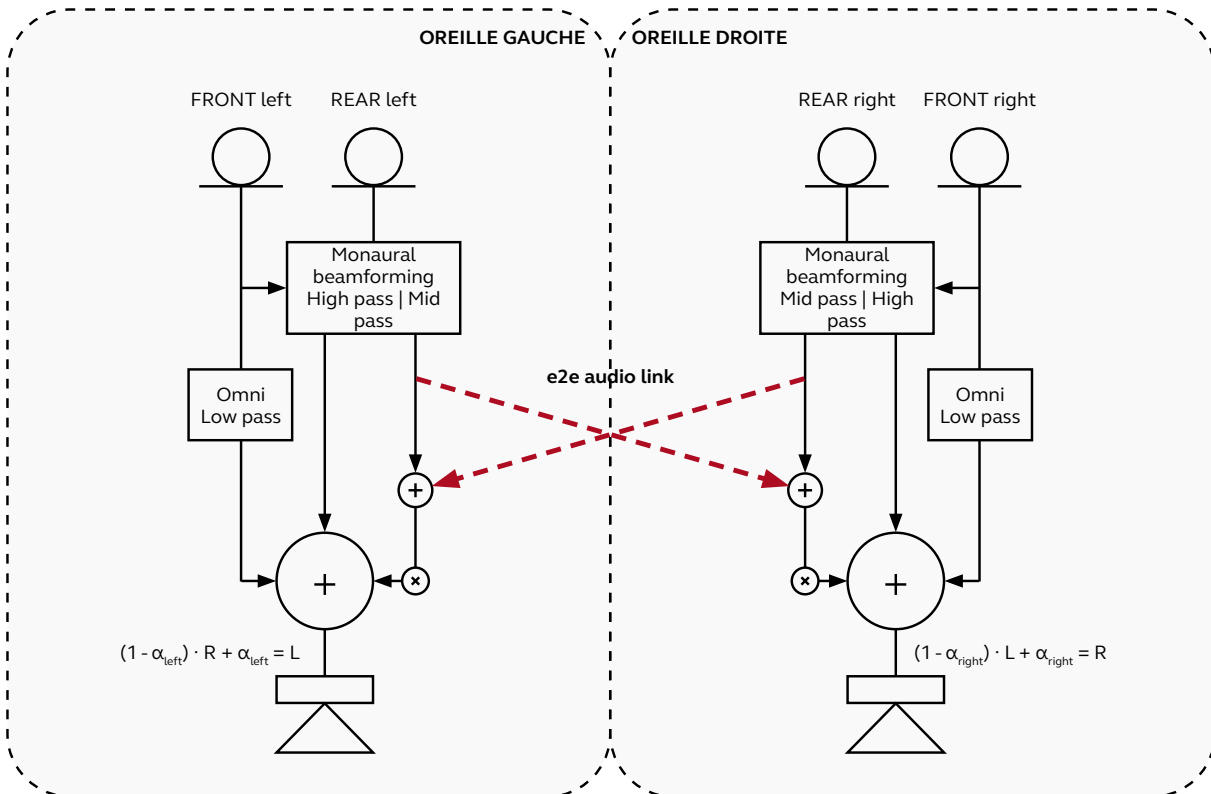


Figure 1. Architecture de la directivité binaurale. Les flèches rouges indiquent que le son du système directionnel à double microphone de chaque aide auditive est diffusé et ajouté à la sortie de l'autre pour former un faisceau directionnel plus robuste. Cela se produit uniquement dans la bande de fréquences de haute importance pour la parole, tandis qu'un traitement qui préserve les indices de localisation spatiale (ILS) est appliqué sur les autres bandes.

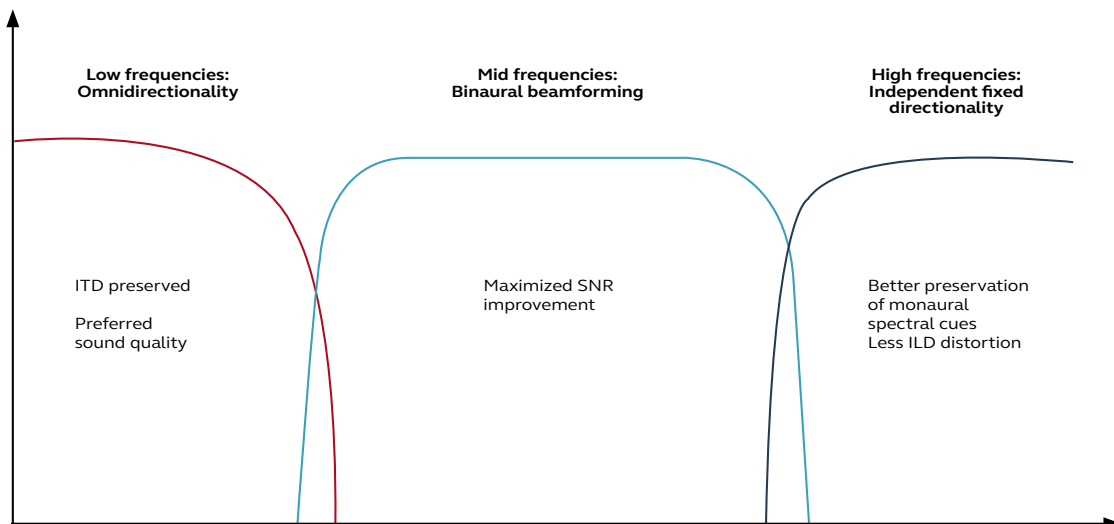


Figure 2. La directivité binaurale ReSound applique une forte directivité dans la bande médiane, tout en préservant les ILS dans les bandes de basses et hautes fréquences.

La bande médiane (fréquences médiums) couvre la plage de fréquences où le poids des informations de parole est le plus important¹⁴. La directivité binaurale n'est appliquée que dans cette bande. En fonction de l'audiogramme, la fréquence de coupure est ajustée entre la bande basse et la bande médiane. Les utilisateurs présentant des pertes auditives plus sévères sont plus susceptibles d'avoir un embout fermé et il est probable que la directivité soit plus avantageuse sur une plage de fréquences plus large¹¹ (point de flexion plus bas). Au-dessus de 5000 Hz, une directivité fixe monaurale est appliquée afin de préserver les signaux spectraux monauraux de hautes fréquences provenant du pavillon et de minimiser l'impact des modèles directionnels adaptatifs sur les ILD.

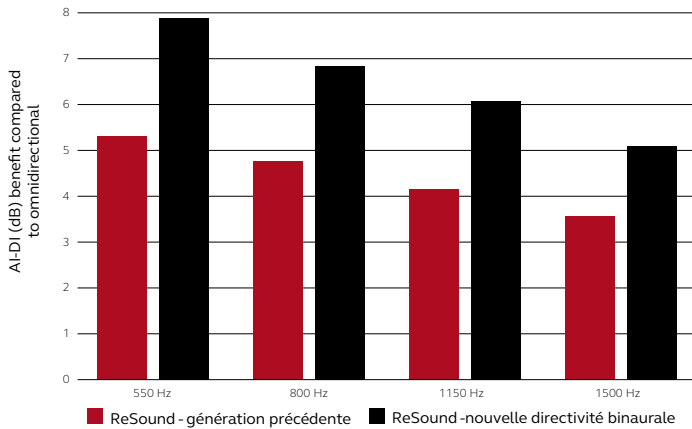


Figure 3. Amélioration de l'AI-DI par rapport à l'omnidirectionnel versus mode multi bandes précédent et versus nouvelle directivité binaurale ReSound. L'avantage est plus grand pour la nouvelle approche quelle que soit la fréquence de coupure.

Par rapport à l'approche traditionnelle de la directivité ReSound, la nouvelle directivité binaurale a le potentiel d'améliorer l'indice de directivité pondéré par l'indice d'articulation (AI-DI)¹⁵ d'environ 2 dB. La figure 3 illustre,

sur quatre de fréquences de coupure, l'amélioration de l'AI-DI par comparaison d'un omnidirectionnel avec le système multi bandes précédent de ReSound et avec la nouvelle directivité binaurale de ReSound.

Une caractéristique supplémentaire du faisceau binaural peut ajouter un bénéfice dans certains environnements où le bruit n'est pas réparti uniformément. Par exemple, lorsque vous êtes assis dans un restaurant modérément bruyant, une table située à côté peut être plus bruyante que les autres. Dans ce type de situation, la directivité binaurale est conçue pour exploiter l'effet d'ombre de la tête en pondérant de manière adaptative le signal du côté le moins bruyant avec un faisceau directionnel étroit supprimant efficacement une partie du bruit. Plus la différence de niveau de bruit entre les deux aides auditives est importante, plus le poids appliqué au signal du côté le moins bruyant sera important. Cela a le potentiel d'améliorer le RSB dans des environnements de bruits asymétriques par rapport à une directivité adaptative symétrique avec un mixage égal des signaux des deux aides auditives.

L'effet de cette pondération a été testé avec 10 utilisateurs dont l'audition est considérée comme normale. Ils ont été soumis à un exercice de compréhension dans le bruit¹⁶ dans quatre conditions avec un bruit masquant type cafétéria. Le bruit était principalement présenté à droite ou à gauche (figure 4). Pour chaque configuration de bruit, les tests ont été effectués avec et sans la pondération du côté le moins bruyant avec la nouvelle directivité binaurale. Les performances étaient légèrement, mais pas de manière significative, meilleures pour la directivité pondérée et non pondérée avec le bruit à gauche qu'avec le bruit à droite (figure 5). En moyenne, les performances se sont améliorées d'un peu plus de 2 dB lorsque la pondération a été appliquée au côté le moins bruyant.

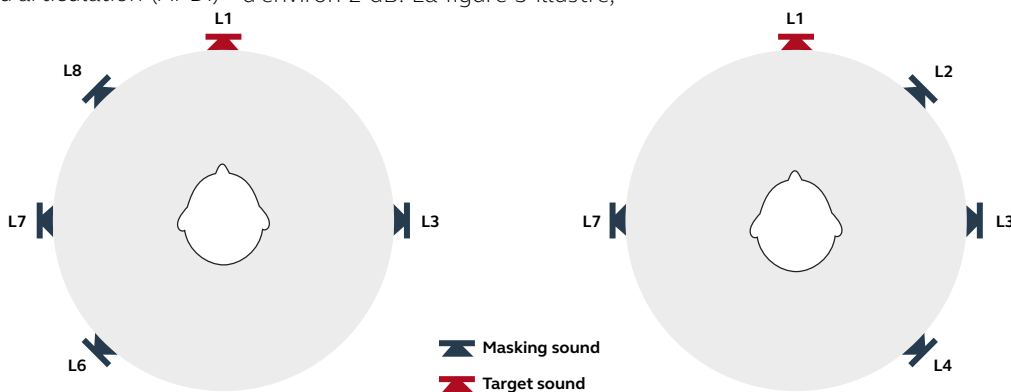


Figure 4. Configuration pour tester la pondération de la directivité binaurale. Le bruit de la cafétéria a été présenté principalement à droite ou à gauche, avec un discours présenté de face.

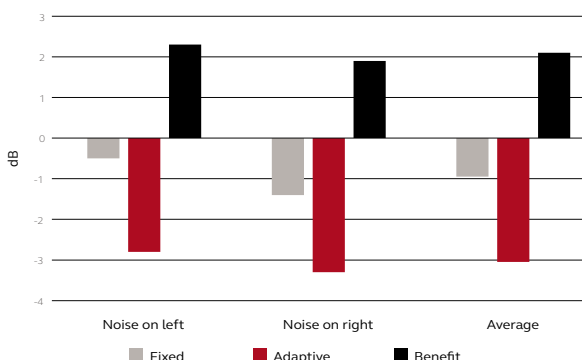


Figure 5. Le RSB s'est améliorée d'un peu plus de 2 dB avec la pondération adaptative du faisceau binaural lorsque le bruit était principalement situé à gauche ou à droite.

UNE STRATEGIE BINAURALE POUR IMITER LA DIRECTIVITE NATURELLE

Les auditeurs utilisent naturellement et inconsciemment différentes stratégies d'écoute en fonction des caractéristiques de l'environnement et des objectifs dans une situation donnée. Par exemple, si vous vous promenez dans une rue calme, la façon dont vous écoutez ne sera pas la même que si vous parlez à quelqu'un lors d'une fête avec le brouhaha de nombreuses personnes qui parlent et la musique en arrière-plan. Dans la rue calme, vous restez conscient de ce qui se passe autour de vous. Vous pourriez entendre un joggeur s'approcher par derrière et vous savez juste quand vous mettre un peu de côté, et du bon, pour lui laisser la place de passer. Une personne peut vous saluer et vous saurez intuitivement où regarder pour répondre. En revanche, lorsque vous conversez pendant une réunion bruyante, vous regardez la personne avec qui vous voulez parler pour bénéficier des informations visuelles. Vous pouvez vous rapprocher de la personne ou tourner légèrement la tête pour entendre au mieux sa voix. L'audibilité et la clarté de la voix de cette personne sont les plus importantes. Parce que la façon dont vous écoutez et vos objectifs d'écoute sont différents selon la situation, la technologie des aides auditives doit être conçue pour prendre en charge différentes manières d'écouter plutôt que d'imposer des schémas rigides. Le système Directivité All Access utilise l'analyse de l'environnement acoustique pour piloter bilatéralement les aides auditives ReSound ONE. Il sélectionne parmi trois modes d'écoute différents les paramètres optimaux pour imiter les stratégies de l'écoute naturelle. Nous appelons ces modes : Spatial Cue Preservation (Préservation des Repères Spatiaux), Binaural Listening (Ecoute Binaurale) et Speech Intelligibility (Intelligibilité de la Parole).

Spatial Cue Preservation

Le mode de préservation des repères spatiaux de Directivité All Access met l'accent sur le naturel et la qualité sonore globale. Bien que les microphones directionnels aident à entendre dans le bruit, ils présentent des inconvénients qui peuvent perturber ce qui est le plus important pour les utilisateurs dans certaines situations. Il a été constaté que les utilisateurs préféreraient la qualité sonore avec un traitement omnidirectionnel à un traitement directionnel dans des environnements d'écoute silencieux ou de faible complexité^{17,18,19}. Étant donné que les utilisateurs portent, en moyenne, davantage leurs aides auditives dans ces types d'environnements que dans d'autres²⁰, il est tout aussi important d'améliorer l'expérience d'écoute dans des environnements simples que dans des environnements bruyants complexes. En outre, des enquêtes telles que MarkeTrak et EuroTrak montrent régulièrement que les utilisateurs sont très satisfaits des bénéfices dans ce type d'environnements. Il n'y a donc pas besoin de stratégies agressives pour améliorer le RSB ou réduire le bruit qui pourraient alors déformer et dégrader la qualité globale du son²¹. Un moyen d'améliorer la qualité du son est de préserver autant que possible les indices spatiaux afin que les utilisateurs puissent séparer et localiser (direction et distance) les sons de l'environnement. Le Spatial Sense aide à maintenir les indices spatiaux que le système auditif utilise pour construire une représentation 3D auditive de l'environnement. Spatial Sense compense trois

problèmes liés aux aides auditives qui peuvent interférer avec les repères spatiaux. Premièrement, le placement des microphones au-dessus du pavillon supprime l'effet pavillonnaire^{22,23}. Deuxièmement, le placement des microphones au-dessus du pavillon déforme les ILD²⁴. Et enfin, la compression dynamique étendue avec un fonctionnement indépendamment entre les deux aides auditives peut aussi déformer les ILD²⁵. Avec les écouteurs (RIEs) standards, Spatial Sense fournit un algorithme de compensation du pavillon basé sur les caractéristiques moyennes de l'oreille, ce qui améliore la localisation avant-arrière par rapport à l'omnidirectionnelle²⁶ et réduit les erreurs estimées d'ILD²⁷. Le Spatial Sense intègre également un algorithme de compression binaurale conçu pour préserver les ILD naturels. Le nouvel écouteur M&RIE disponible pour ReSound ONE est également composé d'un microphone préservant ainsi complètement la fonction de transfert naturelle de l'oreille de chaque individu offrant une qualité sonore préférée par rapport à Spatial Sense qui était déjà préféré²⁸.

Binaural Listening

De nombreux environnements d'écoute sont complexes et dynamiques. Il peut y avoir plusieurs locuteurs et sources de bruit dont les emplacements relatifs changent. Une personne ayant une audition normale pourrait choisir et se concentrer sur les sons qu'elle souhaite. Elle pourrait également déplacer son attention parmi les différentes sources, en accordant une pondération sur ce qui l'intéresse ou en suivant des conversations entre plusieurs locuteurs. En revanche, la plupart des aides auditives qui choisissent les paramètres directionnels des microphones supposent que le signal d'intérêt est soit la parole devant l'utilisateur, soit la parole la plus forte détectée. Ce système verrouille l'utilisateur sur une conversation. De toute évidence, ces hypothèses sur le signal d'intérêt seront parfois en contradiction avec les objectifs d'écoute d'un individu. Cord et al²⁹ ont constaté que si le signal pertinent, lors de l'écoute active, est en mouvement alors l'utilisateur ne le regarde pas environ 1/3 du temps. Les solutions qui fixent les deux aides auditives sur un système directionnel dans ces situations peuvent ne pas être utiles.

Le Binaural Listening est basé sur le principe que les auditeurs peuvent profiter de l'emplacement anatomique des oreilles pour choisir d'améliorer ou de supprimer certains signaux. Lorsque l'environnement est modérément complexe, les auditeurs évitent de s'appuyer principalement sur des indices spatiaux, en s'appuyant plutôt sur l'oreille qui a la meilleure représentation du son attendu. En d'autres termes, l'auditeur utilise l'effet meilleure oreille. Cette directivité bilatérale naturelle contribue à cette capacité de focalisation et d'oreille dominante pour le RSB³⁰. Cette idée a été étendue aux microphones directionnels des aides auditives et s'est avérée vraie. Lorsqu'ils sont équipés d'un microphone directionnel d'un côté et d'un microphone omnidirectionnel de l'autre, les utilisateurs présentent les mêmes performances que lorsqu'ils sont équipés de microphones directionnels sur les deux oreilles dans la configuration de test parole dans le bruit classique^{31,32}. L'oreille recevant le faisceau directionnel délivre un avantage perceptuel. Pour un utilisateur, l'interaction

entre l'intention d'écoute et l'environnement acoustique signifie que la meilleure oreille n'est pas nécessairement adaptée à un microphone directionnel, car la réponse directionnelle peut gêner l'accès à la localisation souhaitée en ajoutant un effet d'ombre ou un effet tunnel.

Une idée innovante a permis d'appliquer une technologie directionnelle de telle sorte qu'elle préserve la capacité du cerveau à orienter la focalisation. Elle évite le principal inconvénient de la technologie traditionnelle qui limite l'audibilité des sons hors faisceau. Le mode d'écoute binaurale (Binaural Listening) optimise les modèles de directivité spatiale sur les deux oreilles pour assurer la pérennité de l'effet « meilleure oreille » quelle que soit la localisation du signal utile dans l'environnement. Les avantages de ce mode d'écoute pour l'identification et la compréhension de la parole hors faisceau par rapport aux aides auditives haut de gamme avec une directivité étroite ont été démontrés par Jespersen et al⁵. Ces résultats ont montré des performances presque équivalentes lorsque la parole cible était devant, mais une grande supériorité du mode Binaural Listening lorsque la parole vient de côté ou de derrière. Comme indiqué précédemment, d'autres chercheurs ont également démontré les inconvénients d'une directivité étroite dans la localisation et le suivi de la parole cible.

La directivité All Access intègre une directivité étroite binaurale pour améliorer l'avantage directionnel lorsque le signal utile est en face. À première vue, cela peut sembler contraire au but du mode d'écoute binaurale, mais ce n'est pas le cas si elle est exploitée à bon escient. En effet, la directivité étroite binaurale est formée en utilisant une composition de signal des deux aides auditives mais délivrée uniquement à l'une et avec une réponse omnidirectionnelle optimisée maintenue sur l'autre pour garantir l'accès aux sons qui ne sont pas devant l'utilisateur. La combinaison de ces modèles de directivité offre un plus grand démasquage binaural, offrant à l'utilisateur de meilleures possibilités d'intelligibilité.

Speech Intelligibility

Dans certains environnements les conversations sont mélangées au bruit diffus. Dans ce cas, un auditeur utilise une stratégie d'écoute où il fait face à l'interlocuteur pour maximiser les indices visuels ainsi que l'audibilité de la voix de la personne. Il a été démontré qu'une réponse directionnelle bilatérale peut améliorer la reconnaissance de la parole dans le plan frontal par rapport à une réponse asymétrique lorsque le bruit de fond est diffus^{33,34}. Pour favoriser au mieux cette stratégie d'écoute, le système Speech Intelligibility ajoute à la technologie de directivité binaurale un faisceau directionnel très étroit. Comme décrit précédemment, cette technologie est unique dans les résultats d'amélioration du RSB dans les fréquences importantes de la parole tout en préservant les indices de localisation spatiale binauraux.

ULTRA FOCUS

Dans certaines situations, un utilisateur souhaite se concentrer sur une conversation (i.e. en tête-à-tête). Pour la première fois, ReSound propose un programme manuel

Ultra Focus avec ReSound ONE. Il permet aux utilisateurs de prendre la main sur les paramètres automatiques dans ces circonstances particulières. Par exemple, les halls de gare sont des endroits notoirement bruyants où il peut être difficile d'entendre l'agent de billetterie. Avec d'autres signaux de parole à proximité (conversations, annonces, etc) la technologie All Access Directionality pourrait se diriger vers le mode d'écoute binaurale. Mais parce que l'intention de l'utilisateur est d'entendre une seule personne dans un environnement difficile, il peut être préférable de passer manuellement sur Ultra Focus. Ce programme d'écoute est spécialement conçu pour maximiser le RSB et la clarté de la parole pour une conversation en tête-à-tête.

Les paramètres d'Ultra Focus incluent l'activation du faisceau binaural au niveau de la fréquence de coupure la plus basse (550 Hz). Ceci peut améliorer le RSB jusqu'à 2 dB, ou approximativement une amélioration de 30% de la reconnaissance vocale dans un milieu bruyant. La clarté du signal est la priorité dans Ultra Focus. C'est pourquoi un schéma de constantes de temps lentes est utilisé pour maintenir l'enveloppe temporelle de la parole ainsi que des changements à court terme pour préserver le modèle spectral qui véhicule des informations de parole^{35,36}. Cela permet de restituer au mieux les changements rapides d'intensité afin de préserver les ILD essentiels à la localisation. Les environnements acoustiques où les utilisateurs peuvent vouloir activer Ultra Focus sont susceptibles d'être réverbérants et bruyants. Le réducteur de bruit NoiseTracker II est donc réglé à un niveau modéré. Ce choix assure une distorsion minimale du signal²¹ et s'appuie sur des résultats récents indiquant que l'utilisation d'une forte réduction du bruit dans un milieu réverbérant affecte négativement le RSB, la reconnaissance vocale et l'effort d'écoute sans augmenter considérablement le confort d'écoute³⁷.

RESUME

Les systèmes directionnels peuvent être avantageux et sont associés à une plus grande satisfaction. Cependant, selon le contexte, de nombreux utilisateurs d'aides auditives ne ressentent pas les fonctionnalités avancées de leurs aides auditives, et notamment les algorithmes de directivité. Ainsi, le mécanisme de contrôle de la directivité peut s'avérer aussi important que la technologie de traitement du son pour le bénéfice et l'implication de l'utilisateur. Poussé par la philosophie *Organic Hearing*, ReSound ONE reste fidèle à la stratégie auditive binaurale fondée sur des preuves scientifiques pour piloter des systèmes directionnels avec la directivité All Access. Dans le même temps, Directivité All Access ajoute une stratégie de directivité binaurale avancée qui améliore la reconnaissance vocale dans le bruit sans éliminer les indices spatiaux importants pour une expérience auditive la plus naturelle possible.

REFERENCES

1. Picou EM. MarkeTrak 10 (MT10) Survey Results Demonstrate High Satisfaction with and Benefits from Hearing Aids. *Seminars in Hearing*. 2020; 41(1):21-36.
2. Groth J. Hearing aid directionality with binaural processing. *AudiologyOnline*. 2016 May. Available from www.audiologyonline.com.
3. Appleton J, König G. Improvement in speech intelligibility and subjective benefit with binaural beamformer technology. *Hearing Review*. 2014;21(10):40-2.
4. Picou EM, Aspell E, Ricketts TA. Potential benefits and limitations of three types of directional processing in hearing aids. *Ear and Hearing*. 2014 May 1;35(3):339-52.
5. Jespersen CT, Kirkwood B, Groth J. Effect of directional strategy on audibility of sounds in the environment for varying hearing loss severity. *Canadian Audiologist*. 2017;4(6). Available from: <http://canadianaudiologist.ca/issue/volume-4-issue-6-2017/directional-strategy-feature/>.
6. Best V, Roverud E, Mason CR, Kidd Jr G. Examination of a hybrid beamformer that preserves auditory spatial cues. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2017 Oct 12;142(4):EL369-74.
7. Brimijoin WO, Whitmer WM, McShefferty D, Akeroyd MA. The effect of hearing aid microphone mode on performance in an auditory orienting task. *Ear Hear*. 2014; 35(5): e204-e212.
8. Archer-Boyd AW, Holman JA, Brimijoin WO. The minimum monitoring signal-to-noise ratio for off-axis signals and its implications for directional hearing aids. *Hearing Research*. 2018 Jan 1;357:64-72.
9. Van den Bogaert T, Klasen TJ, Moonen M, Van Deun L, Wouters J. Horizontal localization with bilateral hearing aids: Without is better than with. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2006 Jan;119(1):515-26.
10. Groth J, Laureyns M, Piskosz M. Double-blind study indicates sound quality preference for surround sound processor. *Hearing Review*. 2010;17(3):36-41.
11. Goyette A, Crukley J, Galster J. The Effects of Varying Directional Bandwidth in Hearing Aid Users' Preference and Speech-in-Noise Performance. *American Journal of Audiology*. 2018 Mar 8;27(1):95-103.
12. Groth J, Laureyns M. Preserving localization in hearing instrument fittings. *The Hearing Journal*. 2011 Feb 1;64(2):34-8.
13. Møller K, Jespersen C. The Effect of Bandsplit Directionality on Speech Recognition and Noise Perception. *Hearing Review Products*. 2013 Jun:8-10.
14. Pavlovic CV. Band importance functions for audiological applications. *Ear and Hearing*. 1994 Feb;15(1):100-4.
15. Ricketts TA. Directional hearing aids. *Trends in Amplification*. 2001 Dec;5(4):139-76.
16. Bo Nielsen J, Dau T, Neher T. A Danish open-set speech corpus for competing-speech studies. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2014 Jan;135(1):407-20.
17. Walden B, Surr R, Cord M, Dyrlund O. Predicting hearing aid microphone preference in everyday listening. *J Am Acad Audiol*. 2004;15;365-96.
18. Walden B, Surr R, Cord M, Grant K, Summers V, Dittberner A. The robustness of hearing aid microphone preferences in everyday environments. *J Am Acad Audiol*. 2007;18;358-79.
19. Preves DA, Sammeth CA, Wynne MK. Field trial evaluations of a switched directional/omnidirectional In-The-Ear hearing instrument. *Journal of the American Academy of Audiology*. 1999 May 1;10(5):273-84.
20. Humes LE, Rogers SE, Main AK, Kinney DL. The acoustic environments in which older adults wear their hearing aids: insights from datalogging sound environment classification. *American Journal of Audiology*. 2018 Dec 6;27(4):594-603.
21. Rallapalli V, Anderson M, Kates J, Balmert L, Sirow L, Arehart K, Souza P. Quantifying the Range of Signal Modification in Clinically Fit Hearing Aids. *Ear and Hearing*. 2020 Mar 1;41(2):433-41.
22. Orton JF, Preves D. Localization as a function of hearing aid microphone placement. *Hearing Instruments*. 1979; 30(1): 18-21.
23. Westerman S, Topholm J. Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. *Hearing Instruments*. 1985; 36(2); 20-24.
24. Udesen J, Piechowiak T, Gran F, Dittberner A. Degradation of spatial sound by the hearing aid. *Proceedings of ISAAR 2013: Auditory Plasticity – Listening with the Brain*. 4th Symposium on Auditory and Audiological Research. August 2013, Nyborg, Denmark. Dau T, Santurette S, Dalsgaard JC, Tanejbaerg L, Andersen T, Poulsen T eds.
25. Kollmeier B, Peissig J, Hohmann V. Real-time multiband dynamic range compression and noise reduction for binaural hearing aids. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 1993; 30: 82-94.
26. Carette E, Van den Bogaert T, Laureyns M, Wouters J. Left-right and front-back spatial hearing with multiple directional microphone configurations in modern hearing aids. *J Am Acad Audiol* 2014;25(9):791-803.

27. Groth J. The technical proof for clearer, fuller and richer sound with ReSound LiNX Quattro. ReSound white paper. 2018.
28. Groth J. An innovative RIE receiver with microphone in the ear lets users “hear with their own ears”. ReSound white paper. 2020.
29. Cord MT, Surr RK, Walden BE, Dittberner AB. Ear asymmetries and asymmetric directional microphone hearing aid fittings. *American Journal of Audiology*. 2011.
30. Zurek PM. Binaural advantages and directional effects in speech intelligibility. In G. Studebaker & I. Hochberg (Eds.), *Acoustical Factors Affecting Hearing Aid Performance*. Boston: College-Hill, 1993.
31. Cord MT, Walden BE, Surr RK, Dittberner AB. Field evaluation of an asymmetric directional microphone fitting. *J Am Acad Audiol*. 2007;18:245-56.
32. Bentler RA, Egge JLM, Tubbs JL, Dittberner AB, Flamme GA. Quantification of directional benefit across different polar response patterns. *J Am Acad Audiol*. 2004;15:649-59.
33. Hornsby B. Effects of noise configuration and noise type on binaural benefit with asymmetric directional fittings. Seminar presented at: 155th Meeting of the Acoustical Society of America; June 30-July 4, 2008; Paris, France.
34. Kirkwood B, Jespersen CT. How asymmetric directional hearing aid fittings affect speech recognition. *Canadian Audiologist*;4(1). Available from: <https://www.canadianaudiologist.ca/issue/volume-4-issue-1-2017/asymmetric-speech-recognition-feature/>.
35. Drullman R, Festen JM, Plomp R. Effect of temporal envelope smearing on speech reception. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1994 Feb;95(2):1053-64.
36. Kluender KR, Coady JA, Kiefte M. Sensitivity to change in perception of speech. *Speech Communication*. 2003 Aug 1;41(1):59-69.
37. Reinhart P, Zahorik P, Souza P. The interaction between reverberation and digital noise reduction in hearing aids: Acoustic and behavioral effects. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2017 May;141(5):3971.

GN Hearing A/S
1 place des Etats-Unis
94150 RUNGIS
France
resound.com

CVR no. 55082715