

# Un RIE innovant avec microphone dans l'oreille permet aux utilisateurs "d'entendre avec leurs propres oreilles".

Jennifer Groth, MA, GN Hearing A/S

## RÉSUMÉ

Les données des États-Unis en 2019 ont indiqué que près de 79% des aides auditives distribuées<sup>1</sup> étaient du type Receiver-In-Ear (RIE - écouteur déporté). La popularité du RIE est logique. Il est robuste, confortable, discret à porter et peut offrir le plus grand panel de fonctionnalités. Un inconvénient du RIE est le positionnement des microphones. Ils sont dans un endroit non naturel pour capter le signal. Bien que des algorithmes de compensation artificielle du pavillon atténuent cet inconvénient, dans une certaine mesure, le signal le plus naturel est perçu par le chemin organique, anatomique, de l'oreille – l'effet pavillonnaire. Voici un autre exemple de la façon dont la philosophie ReSound Organic Hearing (Audition Organique de ReSound) développe des innovations qui imitent et préservent les processus auditifs naturels : l'aide auditive ReSound ONE™ avec M&RIE (Microphone & Receiver-In-Ear). Ce module écouteur innovant place un microphone dans le conduit auditif de l'utilisateur. Le signal est naturellement façonné par l'anatomie particulière de chaque oreille. ReSound ONE™ offre aux utilisateurs tous les avantages du style RIE avec la capture d'un signal en position naturelle.

En 2019, les RIE (Receiver-In-Ear) ou écouteurs déportés représentaient 79% des aides auditives distribuées aux États-Unis<sup>2</sup>. Il y a de bonnes raisons à la popularité du style RIE. Les audioprothésistes peuvent les avoir à portée de main pour un essai ou même les adapter instantanément avec un dôme. Le RIE est confortable à porter et pratiquement invisible sur la plupart des oreilles. Le RIE aura souvent la meilleure gestion du bruit et des fonctionnalités de connectivité sans fil incomparables aux autres styles d'aides auditives. En outre, la connectivité sans fil sera probablement plus robuste et fiable que ce qui est proposé pour les aides auditives intra-auriculaires. Enfin, il est prouvé que les utilisateurs sont globalement satisfaits du style RIE, ce qui est une bonne raison de continuer à les adapter. L'étude MarkeTrak 10 a rapporté un taux de satisfaction de 84% avec les aides auditives placées derrière l'oreille (dont la plupart seraient RIE) contre 79% avec les aides auditives du type intra-auriculaire<sup>3</sup>.

## Y A-T-IL DES PROBLÈMES AVEC LES MODÈLES RIE ?

Malgré ses nombreux avantages, certains utilisateurs peuvent trouver que la qualité sonore avec un modèle RIE est artificielle, difficile à ajuster et, dans le pire des cas, peut-être même nuisible à leurs objectifs d'écoute. Un inconvénient fondamental de la conception des RIE est la position des microphones sur le dessus ou l'arrière du pavillon. Ce n'est pas un endroit avantageux pour la qualité sonore, car ce n'est pas là que le son est naturellement capté et conduit au tympan. L'empreinte acoustique n'est pas reconnue. Le cerveau d'une personne s'attend à recevoir un son qui a été façonné par l'anatomie du corps, de la tête et des oreilles de cette personne. Entendre avec

une aide auditive captant un signal sonore dans la mauvaise position anatomique pourrait potentiellement interférer avec les processus auditifs naturels d'intégration, et, peut-être, contrer les effets positifs de rendre audible ce qui ne l'était plus. Cela est particulièrement vrai pour les personnes avec des pertes auditives légères à moyennes. En effet, avec une telle baisse d'audition, les utilisateurs relatent surtout des difficultés à entendre dans le bruit. Ils rapportent le plus souvent une bonne audition dans bon nombre de situations de leur vie quotidienne. Cela signifie que leurs attentes minimales en matière d'aide auditive seraient 1) de les aider à entendre dans le bruit et 2) de ne pas dégrader leur audition dans les autres situations. Les aides auditives RIE avec des microphones au-dessus des oreilles peuvent contribuer à répondre à la première attente, mais peuvent ne pas satisfaire la seconde aussi bien qu'elles le devraient.

## AVANTAGES DU MICROPHONE DANS L'OREILLE

Avec l'introduction des aides auditives intra-auriculaires (ITE) il y a des décennies, de nombreuses recherches ont démontré les avantages relatifs de la mise en place du microphone de l'aide auditive dans le conduit. Il a été souligné que le placement du microphone dans le pavillon était supérieur au placement du microphone derrière l'oreille (BTE) d'un point de vue acoustique<sup>4-6</sup>. De plus, il permet une meilleure reconnaissance vocale dans le bruit<sup>6-8</sup>, ainsi qu'une meilleure capacité de localisation des sources fixes<sup>9</sup>. Des enquêtes plus récentes corroborent ces résultats et les ont complétées.

Cubick et al<sup>10</sup> ont montré comment les capacités auditives spatiales et les performances de reconnaissance vocale

diminuaient lorsque les utilisateurs écoutaient avec des aides auditives dont le microphone est en position non naturelle au-dessus de l'oreille. Dans leur étude, les auditeurs avec des seuils d'audition normaux ont reçu une amplification linéaire de haute qualité pour isoler les effets de l'emplacement du microphone plutôt que le traitement du son. Ils ont suggéré que la dégradation mesurée de l'intelligibilité en présence de bruits concurrents avec ce type de positionnement microphonique pourrait être consécutive d'une diminution de la capacité à séparer les sources ; bruits et locuteurs multiples. En d'autres termes, le problème même qui pourrait inciter les personnes malentendantes à essayer des aides auditives - des difficultés d'audition dans des situations avec des sons concurrents - pourrait potentiellement être encore pire en raison de l'emplacement du microphone.

L'audition spatiale est-elle importante pour les personnes malentendantes ? La plupart, utilisateurs d'aides auditives ou non, n'exprime pas explicitement leurs difficultés ou leurs souhaits en termes de perception des sons dans l'espace. Par exemple, une personne pourrait dire qu'elle a du mal à suivre la conversation lors d'une réunion de famille. Mais elle ne connaît probablement pas le rôle que joue l'audition spatiale dans sa capacité à séparer le flux de sons perçu par les oreilles pour former une scène auditive et y extraire efficacement le signal utile. Byrne & Noble<sup>11</sup> ont montré l'importance de la localisation pour entendre dans des situations du monde réel, soulignant que c'est une partie tellement naturelle de la vie qu'elle est considérée comme acquise. Il est maintenant reconnu que dans la vie réelle, les auditeurs doivent « localiser, identifier, écouter et changer d'attention entre les signaux afin de maintenir la compétence de communication et un sentiment de connexion avec leur environnement<sup>12</sup> (p86). Les résultats de MarkeTrak 10 soutiennent que l'audition spatiale contribue à la satisfaction globale des aides auditives. Les facteurs les plus importants de satisfaction ont été «la performance et la sonorité des aides auditives» et ces facteurs sont renforcés par «la capacité de donner la direction» du son<sup>13</sup>. De plus en plus de recherches s'intéressent à la façon dont les indices de localisation implémentent l'audition dans des situations dynamiques et quels aspects techniques des aides auditives peuvent améliorer ou dégrader cette capacité auditive spatiale.

Comme mentionné précédemment, il est bien établi qu'un microphone placé dans le pavillon est meilleur que s'il est placé au-dessus en termes de préservation du filtrage et de l'amplification naturels par le pavillon lui-même. Cela a également été confirmé par des recherches plus récentes<sup>14-16</sup>. Il a également été démontré que les aides auditives actuelles, avec leurs programmes par défaut, introduisent des distorsions de repères spatiaux dues à la fois à l'emplacement du microphone et aux fonctionnalités de traitement du son, telle que la directivité adaptative<sup>17,18</sup>.

Pour compenser les éventuels effets dégradants sur la localisation et la qualité sonore, certains fabricants d'aides auditives utilisent un algorithme de compensation de l'effet pavillonnaire pour pallier l'emplacement désavantageux du microphone au-dessus de l'oreille. Ce type de traitement utilise le système à deux microphones de l'aide auditive pour créer des modèles de directivité qui ressemblent à ceux d'une oreille moyenne sur une tête

et un torse moyen. Une amélioration de la localisation avant-arrière a été signalée avec les algorithmes de compensation du pavillon<sup>19-21</sup>. Bien que ce soit une bonne nouvelle pour les utilisateurs de RIE, les algorithmes de compensation du pavillon ont néanmoins deux faiblesses. La première est, comme mentionné, qu'ils sont faits pour une oreille moyenne et réglés pour fonctionner sur une mannequin anthropomorphe. Non seulement le bénéfice variera avec la variabilité individuelle des caractéristiques anatomiques, mais il a également été démontré que les mannequins sont de piètres remplaçants pour les humains lorsque des mesures de localisation sont prises en compte<sup>16</sup>. La seconde constatation avec les algorithmes de compensation du pavillon est qu'ils ne peuvent pas prendre en considération tous les sons provenant de tous les azimuts horizontaux et verticaux. Ils sont réglés pour fonctionner pour le son provenant de l'avant sur le plan horizontal. De cette façon, ils ne ressemblent pas à l'oreille humaine qui façonnera le son entrant quelle que soit sa localisation. L'importance de cela en termes d'indice acoustique monaural est évidente, mais l'emplacement du microphone a également un effet dramatique sur les différences d'intensités intéraurales (ILD). Udesen et al<sup>14</sup> ont mesuré l'ILD à divers endroits autour du pavillon et ont montré une erreur pouvant atteindre 30dB selon l'emplacement. Parallèlement au fait que la compensation de l'effet pavillonnaire n'est pas individualisée, cela peut être un facteur contribuant à la conclusion d'une étude de méta-analyse selon laquelle cette compensation peut être moins utile dans le quotidien qu'en laboratoire<sup>22</sup>.

## UNE AIDE AUDITIVE QUI PRÉSERVE LES INDICES DE LOCALISATION SPATIALE

La philosophie ReSound Organic Hearing s'appuie sur un héritage basé sur le biomimétisme pour développer les innovations des aides auditives. Cet héritage ReSound commence par le WDRC imitant la compression-expansion en fonction des bandes critiques cochléaires. ReSound a également commercialisé les systèmes Open, alliant audition naturelle avec un son acoustique direct et un son amplifié haute-fidélité dans un contour confortable et pratiquement invisible. En fait, cette remarquable innovation a ouvert la voie aux styles RIE populaires d'aujourd'hui. Avec ReSound ONE, nous tirons à nouveau parti de la nature en profitant des oreilles de chaque utilisateur pour personnaliser le son. La nouvelle solution M&RIE combine tous les avantages du style RIE avec en plus un microphone dans le conduit auditif pour capter un son façonné par l'anatomie réelle et individuelle de l'utilisateur. Un microphone intégré dans le petit module écouteur permet au son d'être capté à l'entrée du conduit auditif de l'utilisateur, traité dans le dispositif *Over The Ear* et délivré par l'écouteur à l'intérieur du conduit auditif. Les microphones sur le dispositif *Over The Ear* indiquent que M&RIE peut être combiné à une directivité lorsqu'une amélioration supplémentaire du RSB (rapport signal sur bruit) est souhaitable. M&RIE permet aux utilisateurs de profiter pleinement du traitement binaural naturel des aires corticales. Lorsque des informations encodées spatialement sont présentées aux aires corticales dans le format attendu, les avantages incluent un meilleur RSB, une meilleure estimation de la localisation, une meilleure

perception de la profondeur et de la distance, et une synergie entre les systèmes visuel et auditif. Tout cela contribue à l'expérience d'écoute la plus naturelle.

## PREUVES DE L'EFFICACITE DE M&RIE

Les mesures techniques avec M&RIE montrent que la fonction de transfert naturelle captée avec un emplacement type intra-auriculaire est presque identique à l'oreille ouverte. La figure 1 illustre le positionnement de M&RIE dans l'oreille avec les points jaunes indiquant les emplacements des microphones. En plus des deux microphones au-dessus de l'oreille, cette innovation dispose d'un microphone sur la partie extérieure du module écouteur à l'intérieur du conduit auditif. Les graphiques tridimensionnels montrent l'intensité des différentes fréquences présentées sous des angles de 0 à 360 degrés pour une oreille ouverte, avec M&RIE et avec un algorithme de compensation du pavillon en utilisant les microphones sur le dessus de l'oreille. Alors que l'algorithme de compensation approche approximativement les résultats de l'oreille ouverte, M&RIE les préserve très précisément.

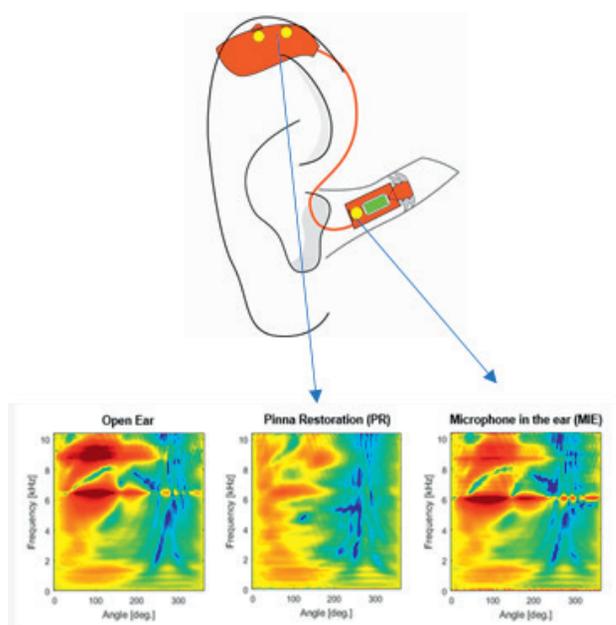


Figure 1. Le module M&RIE contient à la fois un microphone et un écouteur. Les graphiques tridimensionnels montrent l'intensité mesurée dans le conduit auditif par fréquence et angle de présentation pour une oreille ouverte, un algorithme de compensation de l'effet pavillonnaire et M&RIE. Les couleurs froides indiquent une faible intensité à l'inverse des couleurs chaudes. Avec l'emplacement du microphone M&RIE, le filtrage spectral de la tête et de l'oreille externe est presque identique à celui du conduit auditif ouvert. L'algorithme de compensation du pavillon utilisant les deux microphones au-dessus de l'oreille est une bonne approximation, mais est basé sur des données moyennes.

Le plus intéressant est de savoir si l'emplacement du microphone M&RIE apporte aussi des avantages perceptuels similaires aux résultats acoustiques (figure 1). Une tâche de localisation est une bonne façon de se faire une idée de la façon dont l'audition spatiale peut être impactée. Comme mentionné, des améliorations de la localisation avant-arrière ont été signalées pour les algorithmes de compensation du pavillon par rapport aux microphones omnidirectionnels. Pour valider les avantages de la localisation avec M&RIE par rapport à un mode omnidirectionnel avec compensation de l'effet pavillonnaire, un test interne a été mené auprès de cinq adultes avec des seuils d'audition dans les limites normales et 10 adultes avec des audiogrammes similaires

aux audiogrammes standard N1, N2 et N3<sup>23</sup>.

Les participants étaient assis dans un environnement de 12 haut-parleurs espacés de 30 degrés et positionnés de telle sorte que les oreilles des participants étaient sur le même plan horizontal que le centre des haut-parleurs. Les participants ont gardé la tête immobile tout au long du test. Les signaux ont été présentés au hasard à partir des haut-parleurs et chaque angle a été testé 4 fois, avec un total de 48 présentations de signaux. La tâche consistait à identifier le haut-parleur d'où provenait le signal, en nommant son numéro. Les participants avaient un croquis de la configuration des haut-parleurs sur une feuille de papier pour les aider. Ce test a été répété deux fois.

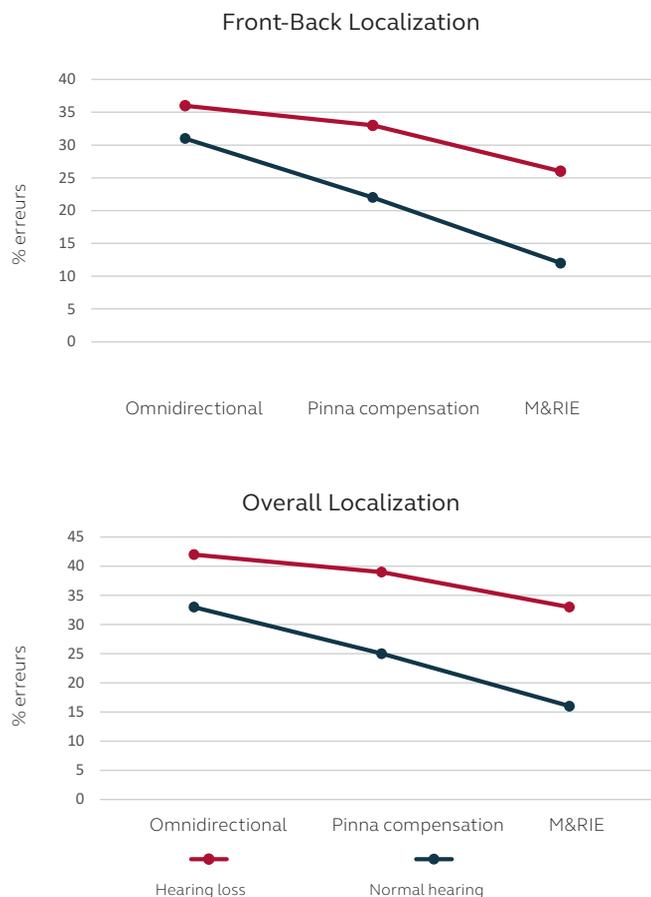


Figure 2. Le graphique supérieur affiche le pourcentage d'erreurs sur une tâche de localisation avant-arrière tandis que le graphique inférieur affiche le pourcentage d'erreurs pour la localisation globale. Les erreurs de localisation ont diminué pour les participants avec une audition normale et les participants avec une perte auditive légère à moyenne avec une compensation pavillonnaire par rapport à l'omnidirectionnel. Un meilleur avantage a été démontré avec M&RIE dans toutes les conditions.

Les résultats avec les cinq participants avec des seuils d'audition normaux représentent le potentiel de la solution M&RIE. Comme on peut le voir sur la figure 2, ces auditeurs ont montré un avantage exceptionnel tant pour la localisation avant-arrière que globale. Ces auditeurs ont fait en moyenne 29% de confusions en moins pour la localisation avant-arrière avec M&RIE comparé à un mode omnidirectionnel. Ils ont fait 17% de confusions en moins pour la localisation globale avec M&RIE comparé à un mode omnidirectionnel. Comme il était envisageable, les dix auditeurs malentendants ont obtenu de moins bons résultats que ceux ayant une audition normale pour toutes les tâches de localisation, quelle que soit la condition. Il est bien établi que les personnes malentendantes affichent

des performances dégradées dans ce domaine et qu'elles sont moins sensibles aux effets acoustiques en raison de l'emplacement du microphone<sup>24,25</sup>. Les participants de l'étude interne avec une perte d'audition ont aussi montré un avantage avec la compensation du pavillon mais surtout avec M&RIE. Notons que les résultats avec M&RIE ont été statistiquement meilleurs. En moyenne, les erreurs de localisation avant-arrière ont diminué de 10% et les erreurs de localisation globales de 9% par rapport à la condition omnidirectionnelle. Notons qu'il y avait beaucoup de variations individuelles. Cela suggère que certains individus peuvent mieux profiter des indices de localisation spatiale préservés que d'autres malgré une audition similaire.

Une bonne localisation spatiale contribue à une perception naturelle du son. Cela fait partie de ce qui nous aide à appréhender les signaux se produisant dans un espace. Il est donc intéressant de demander également aux auditeurs leurs préférences de qualité sonore en fonction de l'emplacement du microphone. Dans le prolongement de l'étude interne, les participants ont eu la possibilité d'évaluer les trois conditions microphoniques lors d'une promenade en plein air et dans une salle à manger bondée. Les aides auditives ont été programmées en omnidirectionnel, compensation pavillonnaire et M&RIE dans un ordre aléatoire et en condition double aveugle. Les participants ont indiqué leur préférence en termes de naturalité du son. Parmi les utilisateurs ayant une audition normale, trois sur cinq ont préféré M&RIE, un a préféré la compensation pavillonnaire et le dernier omnidirectionnel. Parmi les auditeurs malentendants, neuf préféraient M&RIE et un seul l'omnidirectionnel.

Legarth et al<sup>26</sup> ont développé une méthode normée pour évaluer la qualité du son dans les aides auditives, basée sur l'approche MUSHRA<sup>27,28</sup>. Les avantages de cette méthode sont d'être en double aveugle, d'être fiable et affranchi des limites de la mémoire auditive. Elle est souvent utilisée pour quantifier à la fois les préférences globales de qualité sonore ainsi que les dimensions spécifiques de la qualité sonore des aides auditives. Les participants écoutent les stimuli sonores au casque et les évaluent avec une EVA. Cette méthode a également été utilisée pour évaluer la qualité sonore du concept M&RIE par rapport à la compensation pavillonnaire.

Afin d'évaluer la qualité sonore résultant de l'emplacement du microphone, il est nécessaire que les individus puissent évaluer le son tel qu'il est naturellement filtré par leur anatomie avant d'arriver au microphone. Pour rendre cela possible par l'écoute au casque, les stimuli sonores de chaque condition d'écoute devaient être modifiés en fonction d'un ensemble de données obtenues par les mesures d'un signal transformé par l'anatomie individuelle et présentés à différentes distances et directions. Par conséquent, un ensemble de filtres pour les oreilles droite et gauche de cinq auditeurs a été déterminé pour le placement du microphone M&RIE et pour le placement du microphone RIE au-dessus du pavillon. Ce filtrage a ensuite été adapté à la courbe de réponse en fréquence du casque pour reproduire distance et direction. Le résultat est une véritable reproduction des pressions acoustiques naturelles dans leurs oreilles pour chacune des conditions.

Pour le test d'écoute, les cinq participants à audition normale ont évalué la qualité sonore globale et la qualité de perception spatiale. Pour une qualité sonore globale, ils devaient s'intéresser à la clarté, au timbre et à l'aspect naturel. Pour la qualité de perception spatiale, ils devaient se focaliser sur la capacité à localiser, la texture du son et la sensation d'espace dans la pièce. Les stimuli ont été créés avec un outil de simulation<sup>29</sup> et comprenaient une scène de bureau, une scène de cafétéria et de la musique jazz.

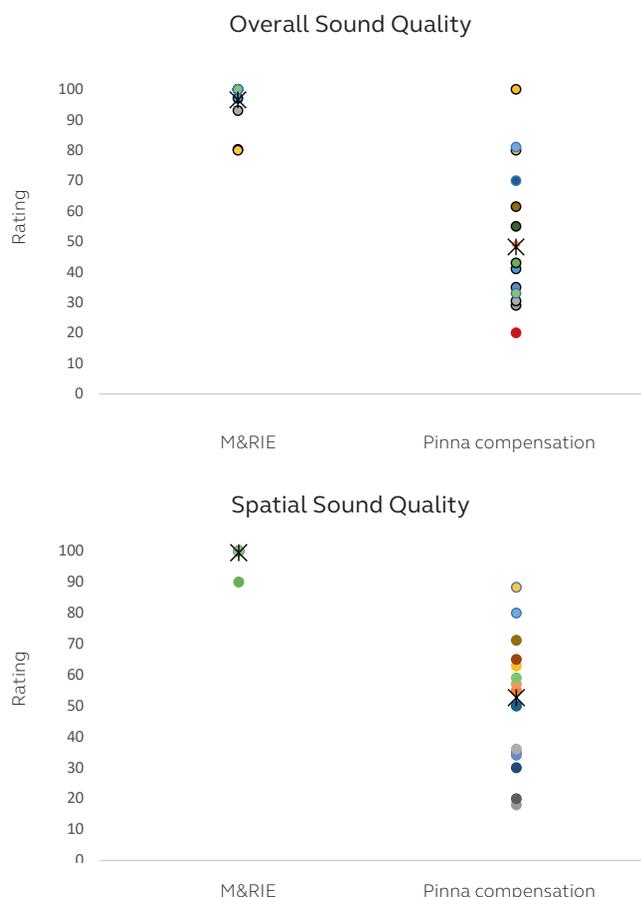


Figure 3. Notes individuelles de la qualité sonore globale et de la qualité sonore spatiale pour M&RIE et la compensation pavillonnaire. «X» indique la note moyenne pour chaque condition. Des notes élevées et constantes avec une petite dispersion sont observées pour M&RIE. Une plus grande variation des résultats avec la compensation pavillonnaire reflète la variation des différences individuelles dans la façon dont le son est filtré par l'anatomie individuelle de l'auditeur.

Les résultats ont montré que les notes moyennes pour la qualité globale et la qualité spatiale pour M&RIE étaient deux fois plus élevées que pour la compensation de l'effet pavillonnaire. Le plus marquant est l'écart type pour les classements M&RIE par rapport à l'algorithme de compensation. Il s'agit d'une constatation attendue car la compensation de l'effet pavillonnaire est basée sur une oreille standardisée. Pour les personnes dont les caractéristiques anatomiques sont très différentes de cette référence, le son modélisé par cet algorithme sera moins naturel et de qualité inférieure à celui capté par M&RIE. Pour ceux ayant des caractéristiques similaires à la moyenne, le son est qualifié de bonne qualité dans les deux situations (aux nuances près).

## LE CONFORT D'ÉCOUTE PEUT-IL ÊTRE AFFECTÉ PAR L'EMPLACEMENT DU MICROPHONE ?

Un problème régulier pour les utilisateurs d'aides auditives est le bruit du vent. Cette gêne se produit lorsque les aides auditives sont exposées au vent et à d'autres flux d'air pendant des activités quotidiennes. Ces flux d'air peuvent être générés par quelque chose d'aussi banal que la marche. Les utilisateurs sont plus exposés avec des activités de plein air. Le bruit perçu du vent est causé par un flux d'air turbulent aux entrées microphoniques. Cette turbulence est captée par les microphones comme un son et amplifiée. Elle est d'autant plus accentuée que l'obstacle rencontré est conséquent - comme le pavillon. Par conséquent, l'emplacement du microphone sur ou derrière le pavillon est le pire emplacement en termes de turbulences. Même pour le plus petit RIE qui est mieux caché, protégé, par le pavillon, ce placement de microphone est désavantageux<sup>30</sup>. Les fabricants d'aides auditives ont donc développé des algorithmes de traitement du signal qui peuvent identifier le bruit du vent et réduire le gain. Malgré des progrès en termes de qualité sonore et de maintien de l'audibilité, la sonorité après ce traitement du signal est largement inférieure à celle n'ayant pas été impactée dès l'entrée microphonique. Il a été démontré que le placement du microphone de l'aide auditive dans le conduit auditif réduit considérablement le bruit du vent en fonction de l'orientation du flux d'air<sup>31</sup>.

Les mesures en soufflerie comparant M&RIE à l'emplacement du microphone *On-The-Ear* sont en accord avec d'autres études et confirment que les avantages de M&RIE s'étendent à la réduction du bruit du vent. Des mesures de la sortie des trois microphones (les deux microphones de l'aide auditive situés au-dessus de l'oreille et M&RIE dans le conduit auditif) ont été prises à différents angles d'incidence du vent à des vitesses de 2 m.s<sup>-1</sup>, 5 m.s<sup>-1</sup> et 8 m.s<sup>-1</sup>. Ces mesures ont été réalisées sur un KEMAR. La figure 4 montre la réduction moyenne du bruit du vent sous tous les angles pour l'emplacement du microphone M&RIE par rapport à l'emplacement du microphone avant. Les résultats par rapport à l'emplacement du microphone arrière de l'aide auditive sont similaires. Le bruit du vent a été réduit entre 14 à 19 dB avec le M&RIE. À 5 m.s<sup>-1</sup>, ce qui correspond à une brise fraîche pouvant faire osciller les petits arbres, la réduction du niveau de bruit du vent avec M&RIE par rapport à un mode omnidirectionnel était de 15 dB.

## COMMENT M&RIE S'ADAPTE AVEC RESOUND ONE ?

Parce que le placement du microphone dans le conduit auditif est la position la plus naturelle pour capter le son, tout utilisateur d'aides auditives peut en bénéficier, d'autant plus que la plage d'application de la solution M&RIE est assez large. Il convient de noter que les

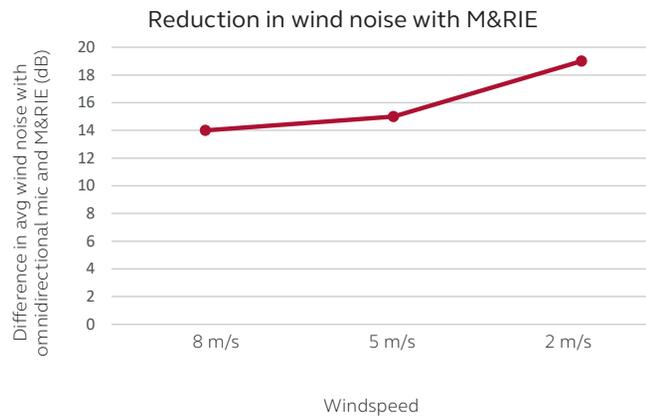


Figure 4. Réduction du bruit du vent avec le M&RIE par rapport au mode omnidirectionnel d'un RIE à différentes vitesses de vent.

personnes ayant une perte auditive légère à modérée pourront probablement bénéficier d'un accès aux indices spatiaux de hautes fréquences et donc ReSound ONE avec M&RIE devrait être la meilleure solution pour eux. Les informations spectrales indispensables pour résoudre les confusions avant-arrière ainsi que la localisation verticale des sons sont encodées dans des fréquences supérieures à 5000 Hz<sup>32</sup>. ReSound ONE adapté avec M&RIE se démarque aussi par une bande passante étendue qui restitue le plus naturellement possible ces indices de spatialisation. Parce que le système auditif peut s'adapter dans une certaine mesure à la localisation de sources sonores en fonction des différents emplacements du microphone de l'aide auditive<sup>33,34</sup>, l'adaptation des nouveaux utilisateurs du M&RIE est susceptible de délivrer l'amplification la plus naturelle, car ils ont la sensation d'entendre immédiatement avec "leurs propres oreilles" par la retranscription de leur empreinte acoustique. Tous les auditeurs, quel que soit leur état auditif, appliquent intuitivement différentes stratégies d'attention basées sur l'intention d'écoute et l'environnement acoustique. Dans certaines situations, la qualité sonore naturelle et le recours aux indices acoustiques spatiaux pour séparer le signal utile de l'environnement sont plus importants. Dans d'autres, où le bruit parasite est plus important, l'amélioration du RSB gagne en importance dans les objectifs d'écoute. La Directivité All Access est la stratégie auditive binaurale fondée sur des preuves scientifiques que ReSound applique pour renforcer et exploiter les processus auditifs binauraux naturels des aires corticales<sup>35</sup>. Avec cette stratégie, les utilisateurs de ReSound ONE auront le microphone du conduit auditif actif dans des environnements d'écoute silencieux, de parole et de parole avec des bruits parasites modérés. Dans d'autres environnements, la stratégie change et utilise les différents microphones des appareils ReSound ONE pour améliorer le RSB tout en maintenant l'accès aux sons environnants. M&RIE peut également être activé dans des programmes d'écoute spécifiques. Par exemple, en raison de la protection importante contre le bruit du vent et de la qualité sonore naturelle supérieure, M&RIE est sélectionné par défaut dans le programme Extérieur.

## RÉSUMÉ

De nombreux utilisateurs d'aides auditives, actuels et potentiels, sont susceptibles d'être appareillés avec des aides auditives de type RIE. Ils peuvent être particulièrement sensibles aux effets dégradant la localisation et la qualité sonore par l'emplacement des microphones sur les RIE. Inspirée par la philosophie ReSound Organic Hearing, une nouvelle innovation d'adaptation pour RIE est introduite avec ReSound ONE pour résoudre ces problèmes. M&RIE regroupe à la fois un écouteur et un microphone dans le même module s'insérant dans le conduit auditif.

En captant le signal dans le conduit auditif, les propriétés

individuelles de filtrage du son par la propre anatomie de l'utilisateur sont préservées, permettant au cerveau de recevoir le son comme cela est naturellement prévu. Les avantages de M&RIE comprennent une meilleure localisation et une meilleure spatialisation, même par rapport aux algorithmes de compensation pavillonnaire. M&RIE est intégré dans la Directivité All Access, la dernière version de la stratégie binaurale ReSound pour optimiser les paramètres du microphone en fonction de l'environnement d'écoute. M&RIE peut également être sélectionné pour être utilisé dans des programmes d'écoute personnalisés avec ReSound ONE.

## RÉFÉRENCES

1. Strom K. Hearing aid unit sales increase by 6.5% in 2019. *Hearing Review*. 2020;27(2):6,34.
2. Strom K. Hearing aid unit sales increase by 6.5% in 2019. *Hearing Review*. 2020;27(2):6,34.
3. Carr, K. (2020). 20Q: Consumer insights on hearing aids, PSAPs, OTC devices, and more from MarkeTrak 10. *AudiologyOnline*. Retrieved from [www.audiologyonline.com](http://www.audiologyonline.com).
4. Griffing T, Preves D. In-The-Ear aids: Part 1. *Hearing Instruments*. 1976; 3:23-24.
5. Griffing T, Preves D. In-The-Ear aids: Part 2. *Hearing Instruments*. 1976; 5:12-14,56.
6. Risberg DM, Cox RM. Comparison of In-The-Ear and Over-The-Ear hearing aid fittings. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1986 Nov;51(4):362-9.
7. Festen JM, Plomp R. Speech-reception threshold in noise with one and two hearing aids. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1986; 79(2):465-471.
8. Pumford JM, Seewald RC, Scollie SD, Jenstad LM. Speech recognition with In-The-Ear and Behind-The-Ear dual-microphone hearing instruments. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2000 Jan 1;11(1):23-35.
9. Westerman S, Topholm J. Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. *Hearing Instruments*. 1985; 36(2): 20-24.
10. Cubick J, Buchholz JM, Best V, Lavandier M, Dau T. Listening through hearing aids affects spatial perception and speech intelligibility in normal-hearing listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2018 Nov 20;144(5):2896-905.
11. Byrne D, Noble W. Optimizing sound localization with hearing aids. *Trends in Amplification*. 1998 Jun;3(2):51-73.
12. Gatehouse S, Noble W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *International Journal of Audiology*. 2004 Jan 1;43(2):85-99.
13. Picou EM. MarkeTrak 10 (MT10) Survey Results Demonstrate High Satisfaction with and Benefits from Hearing Aids. *Seminars in Hearing*. 2020; 41(1):21-36.
14. Udesen J, Piechowiak T, Gran F, Dittberner AB. Degradation of spatial sound by the hearing aid. In *Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research 2013 Dec 15 (Vol. 4, pp. 271-278)*.
15. Van den Bogaert T, Carette E, Wouters J. Sound source localization using hearing aids with microphones placed Behind-The-Ear, In-The-Canal, and In-The-Pinna. *International Journal of Audiology*. 2011 Mar 1;50(3):164-76.
16. Denk F, Ewert SD, Kollmeier B. Spectral directional cues captured by hearing device microphones in individual human ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2018 Oct 11;144(4):2072-87.
17. Keidser G, Rohrseitz K, Dillon H, Hamacher V, Carter L, Rass U, Convery E. The effect of multi-channel wide dynamic range compression, noise reduction, and the directional microphone on horizontal localization performance in

hearing aid wearers. *International Journal of Audiology*. 2006 Jan 1;45(10):563-79.

18. Gran F, Bønnelykke JR, Haastrup A, Udesen J, Fortune T, Piechowiak T, Dittberner A. Spatial cue reproduction in modern Receiver-In-Ear hearing instruments. In *Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research*. 2011 Dec 15;3:441-448.
19. Keidser G, O'Brien A, Hain JU, McLelland M, Yeend I. The effect of frequency-dependent microphone directionality on horizontal localization performance in hearing-aid users. *International Journal of Audiology*. 2009 Jan 1;48(11):789-803.
20. Kuk F, Korhonen P, Lau C, Keenan D, Norgaard M. Evaluation of a pinna compensation algorithm for sound localization and speech perception in noise. *American Journal of Audiology*. 2013.
21. Groth, J. Hearing aid directionality with binaural processing. *AudiologyOnline*. 2016 May. [www.audiologyonline.com](http://www.audiologyonline.com)
22. Xu J, Han W. Improvement of Adult BTE Hearing Aid Wearers' Front/Back Localization Performance Using Digital Pinna-Cue Preserving Technologies: An Evidence-Based Review. *Korean Journal of Audiology*. 2014; 18(3): 97.
23. Bisgaard N, Vlaming M, Dahlquist M. Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. *Trends in Amplification*. 2010; 14:113-120.
24. Akeroyd MA. An overview of the major phenomena of the localization of sound sources by normal-hearing, hearing-impaired, and aided listeners. *Trends in Hearing*. 2014 Dec 8;18:1-7.
25. Best V, Kalluri S, McLachlan S, Valentine S, Edwards B, Carlile S. A comparison of CIC and BTE hearing aids for three-dimensional localization of speech. *International Journal of Audiology*. 2010 Oct 1;49(10):723-32.
26. Legarth SV, Simonsen CS, Dyrland O, Bramsloev L, Jespersen C. Establishing and qualifying a hearing impaired expert listening panel. Poster presentation at ICHON. 2012, Lake Tahoe.
27. Mason AJ. The MUSHRA audio subjective test method. *BBC R&D White Paper WHP*. 2002 Sep;38.
28. Liebetrau J, Nagel F, Zacharov N, Watanabe K, Colomes C, Crum P, Sporer T, Mason A. Revision of Rec. ITU-R BS. 1534. In *Audio Engineering Society Convention 137* 2014 Oct 8. Audio Engineering Society.
29. A.Wabnitz, N. Epain, C. Jin, and A. van Schaik. Room acoustics simulation for multichannel microphone arrays. In *Proc. International Symposium on Room Acoustics*, Melbourne, 2010.
30. Zakis JA, Hawkins DJ. Wind noise within and across Behind-The-Ear and miniature Behind-The-Ear hearing aids. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2015 Oct 21;138(4):2291-300.
31. Zakis JA. Wind noise at microphones within and across hearing aids at wind speeds below and above microphone saturation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011 Jun;129(6):3897-907.
32. Langendijk EH, Bronkhorst AW. The contribution of spectral cues to human sound localization. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1999 Feb;105(2):1036.
33. Byrne D, Dirks D. Effects of acclimatization and deprivation on non-speech auditory abilities. *Ear and Hearing*. 1996 Jun;17(3 Suppl):29S-37S.
34. Whitmer WM, Schinkel-Bielefeld N, McShefferty D, Wilson C, Naylor G. Adaptation to hearing-aid microphone modes in a dynamic localisation task. In *Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research 2019* (Vol. 7, pp. 197-204).
35. Groth J. The evolution of the ReSound binaural hearing strategy: All Access Directionality and Ultra Focus. *ReSound white paper*. 2020.



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

CVR no. 55082715