

# Comprendre l'approche BrainHearing™

## Résumé

### TECHNOLOGIE AXÉE SUR LA RÉDUCTION DE L'EFFORT D'ÉCOUTE

Les gens disent souvent, "j'entends bien, mais je ne comprends pas toujours ce qui est dit". Quand l'audioprothésiste vise à rendre le son audible, il est facile d'oublier que le cerveau interprète ce que nous entendons. La technologie BrainHearing™ d'Oticon s'appuie sur le fait que le cerveau donne du sens au son et permet d'écouter avec moins d'effort. Notre technologie donne accès, dans le détail, aux sons : ainsi la communication dans son ensemble est plus naturelle, aidant le patient à mieux comprendre ce qui est dit, au lieu d'entendre, uniquement, plusieurs bruits.

Les Sciences Cognitives de l'Audition intègrent des recherches interdisciplinaires, et notamment physiologiques et cognitives, pour expliquer l'interaction complexe entre le signal auditif entrant, son traitement, le système auditif, la mémoire et la cognition dans la compréhension de la parole. Depuis sa création en 1976, le Centre de recherche d'Oticon à Eriksholm a joué un rôle actif dans la création et le développement des Sciences Cognitives de l'Audition. Oticon a appliqué les découvertes fascinantes d'Eriksholm et celles d'autres centres de recherche en introduisant le BrainHearing™ dans ses recherches appliquées. Nous vous invitons à prendre quelques instants pour découvrir les avancées entérinées par nos pairs, sur les avantages de l'approche BrainHearing™.



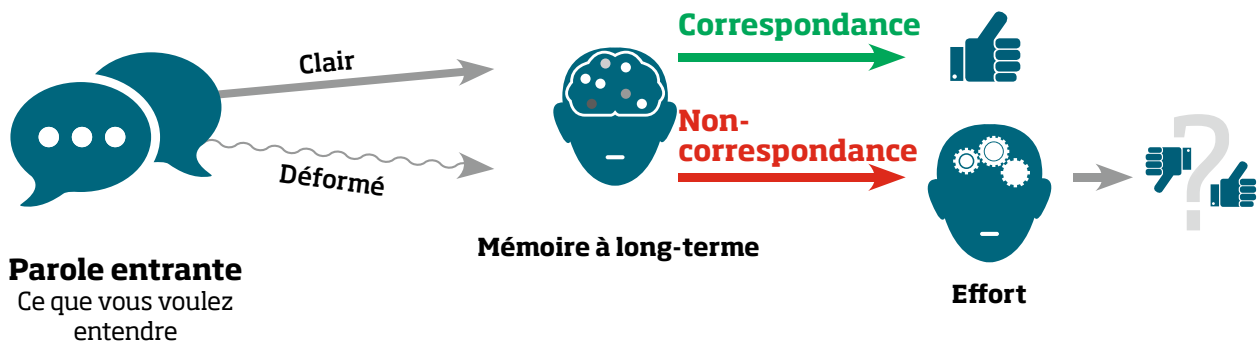
Terri E. Ives, Sc.D., Au.D.  
Senior Research Audiologist  
Oticon A/S

## N'OUBLIEZ PAS LE CERVEAU

Vous avez peut-être eu, à un moment donné, un enseignant qui vous a dit « à données inexactes, résultats erronés » ? Mais ce proverbe est partiellement juste quand on s'intéresse à cet ordinateur complexe que nous appelons le cerveau. Quand notre système auditif et nos fonctions cognitives sont intacts, la parole peut être déformée de multiples façons, elle restera toujours comprise (Davis et al 2005). Toutes les technologies auditives modernes modifient le signal d'une certaine manière pour améliorer l'audibilité. Cependant, lorsque le signal de parole est trop manipulé, il peut se déformer et interférer directement sur la capacité de notre cerveau à comprendre. Par conséquent, nous croyons qu'il est essentiel de fournir des techniques de traitement de signaux qui soutiennent les processus cognitifs naturels du cerveau. La recherche sur la relation entre « cognition » et « audition » a commencé il y a plus de 30 ans. Depuis lors, des études importantes dans le domaine des Sciences Cognitives de l'Audition nous ont montré à quel point les facteurs cognitifs pouvaient être intégrés dans la conception des aides auditives (cité dans Rönnberg et al 2011). **Nous appelons cela le BrainHearing™.**

## LES DETAILS SONT IMPORTANTS QUAND LES CONDITIONS D'ECOUTE NE SONT PAS OPTIMALES

Considérons une situation clinique typique : une nouvelle cliente dit, « Je ne peux pas comprendre mon émission de télévision préférée à moins que je n'augmente le son ». En questionnant un peu plus, vous apprenez qu'il s'agit d'une comédie britannique et que votre cliente parle avec un accent sud-américain. Sa difficulté à comprendre l'accent britannique est un exemple d'une condition d'écoute non optimale. Ce qu'elle entend ne ressemble pas aux modèles de parole stockés dans sa mémoire à long terme. Toute inadéquation nécessite un travail supplémentaire pour le cerveau. Le modèle de « Facilité de Compréhension de la Langue » (ELU) explique comment la parole est traitée par le cerveau suivant les deux conditions d'écoute, faciles et difficiles (Rönnberg et al 2008 ; Rönnberg 2003). Le traitement implicite est en grande partie automatique et sans effort quand rien n'interfère avec le signal de parole (conditions optimales).



Nous utilisons le traitement explicite lorsque la parole est altérée de sorte que notre connaissance des modèles linguistiques ne correspond plus (conditions non optimales). Cela peut se produire lors d'interférences dans le signal de parole ou en raison de modifications de notre système auditif. Le traitement explicite nécessite l'utilisation de la mémoire de travail qui sert de "tableau noir" mental.

Nous travaillons temporairement sur ce qui a été entendu et essayons de le déchiffrer. Si nous ne pouvons pas déterminer ce qui a été dit, nous tentons de préserver les informations que nous avons entendues dans la mémoire de travail, effaçons notre tableau mental et nous renouvelons l'essai. Si ce déchiffrement prend trop de temps, nous pouvons manquer la suite de ce qui se dit. Aussi, si nous ne disposons pas de mémoire de travail suffisante pour stocker ce qui a été perçu jusqu'à ce que le puzzle soit résolu, la compréhension est perdue ou interrompue (Rönnberg et al 2011; Rudner et al, 2011a; Rudner et al, 2011b; Rönnberg et al 2008).

Le traitement explicite nécessite plus d'effort et de ressources cognitives (Pittman et al 2014 ; Ng et al 2013 ; Rudner et al 2012). C'est comme faire de la gymnastique mentale tout en écoutant. McGarrigle et ses collaborateurs (2014) ont proposé la définition de l'effort d'écoute comme « le degré d'effort mental requis pour comprendre et participer à une conversation ».

L'effort d'écoute a été évalué en utilisant différentes méthodes. L'auditeur peut évaluer ou indiquer son ressenti pendant qu'il essaye de comprendre la parole tout en effectuant une ou plusieurs tâches supplémentaires. Ou encore des mesures de capacité d'écoute peuvent être réalisées en se basant sur les réponses physiologiques de l'organisme. Des études sur l'imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) ont montré que plus de zones du cerveau sont activées pour répondre à l'effort du traitement explicite (Davis et al 2014 ; Husain et al 2011). Ces études ont montré que lorsqu'un effort d'écoute est nécessaire pour comprendre ce qui se dit, le cerveau fait appel à d'autres aires. Avec le vieillissement ou avec les modifications de l'ouïe, une zone du cerveau appelée cortex cingulaire antérieur est activée et il y a activation cérébrale bilatérale renforcée. Le cortex cingulaire antérieur est la zone du cerveau qui serait associée à la détection d'erreurs et au suivi des discordances. L'activation de cette zone indique que le cerveau reconnaît le décalage entre ce qui est entendu et ce qui est stocké dans la mémoire à long terme. Cela implique que l'effort d'écoute est un phénomène physique lié à une utilisation accrue de l'énergie mentale.

L'augmentation de l'effort d'écoute est considérée comme source de fatigue, de stress, et d'un fort absentéisme liée au stress professionnel. (Natchtegaal et al 2012 ; Natchtegaal et al 2011 ; Kramer et al 2006 ; Héту et al 1988). L'augmentation de cet effort d'écoute a aussi des répercussions négatives sur la capacité de la personne à effectuer plusieurs tâches. (Sarampalis et al 2009). Il a été démontré que la stratégie du BrainHearing™ dans le système de compression des

## L'approche **BrainHearing™** dans la conception des technologies des aides auditives **réduit l'effort d'écoute** pour les enfants et les adultes

aides auditives réduit l'effort d'écoute aussi bien pour les enfants que pour les adultes ; et ce, dans des situations d'écoute difficiles telles que les bruits de fond, ou lors de la superposition de voix et de sons indésirables. (Pittman et al 2014). En fait, très peu d'aides auditives utilisent la technologie BrainHearing™ qui consiste à lier les systèmes de compression entre les deux oreilles. La recherche a montré comment le traitement binaural des compressions améliore la capacité d'écoute en milieu bruyant. (Ibrahim et al 2013 ; Wiggins & Seeber 2012).

Les gens ont des difficultés de compréhension parce que nous ne vivons pas dans un monde « idéal ». Les conditions non optimales engendrent, de manière redondante, la réduction ou la perte d'informations inhérentes à la parole. Lorsque nous sommes dans ces conditions, notre système auditif et nos fonctions cognitives perdent de leur efficacité. Nous devons utiliser tous les détails mis à notre disposition, dans la redondance de la parole, pour estimer ce qui est dit. C'est dans ces conditions qu'il est nécessaire d'avoir accès au moindre détail. Lorsque ce qui est entendu ne correspond pas à ce que nous connaissons, nous devons rapidement accéder à notre "tableau noir" cognitif en consacrant notre effort mental à déchiffrer ce qui était énoncé.

## COMMENT SONT PERDUS LES DETAILS

Nous savons depuis des années que le cerveau a une capacité unique à traiter, séparer et interpréter les sons s'il reçoit un signal clair et riche en informations. Comme vous le savez, la technologie dans les aides auditives modifie le signal de façon à ce qu'il soit plus audible mais cette modification peut entraîner une réduction voire une perte déterminante d'informations. La technologie d'Oticon est conçue pour fournir des informations sonores les plus claires, les plus pures pour décoder. En second lieu, son traitement du signal est conçu pour maintenir et améliorer les informations fines de façon à aider le cerveau à comprendre et à interpréter la parole ou signal avec moins d'effort.

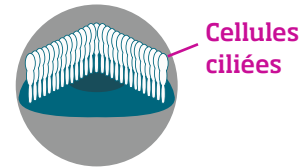
La technologie auditive d'Oticon est conçue pour fournir des informations sonores **les plus claires et les plus pures** afin que le **cerveau interprète** la parole avec **moins d'effort**

Vous pouvez vous demander, "Si la parole est hautement redondante et comprise même avec des distorsions, alors pourquoi ces détails doivent-ils être préservés ? " Rappelez-vous, nous n'avons pas affaire à un système auditif parfait dans un environnement sonore idéal. Nous opérons sur un trajet qui va de l'oreille au cerveau, un trajet introduisant une perte dans la transmission et des distorsions. Oticon s'inspire des recherches sur la manière dont le système auditif perd les informations de la parole, afin de restituer au cerveau les éléments du langage.

Afin de mieux comprendre pourquoi l'idée du « cerveau avant tout » appliquée aux aides auditives peut améliorer la compréhension, jetons un rapide coup d'œil aux récentes recherches sur la façon dont les éléments de langage sont déformés ou perdus. Vous trouverez cela surprenant.

**Exposition au bruit :** La perte d'audition la plus simple à éviter est l'exposition au bruit. En tant que cliniciens, nous avons tendance à penser que l'exposition au bruit provoque deux types de variation de l'audition : temporaire ou permanente. Nous voyons les changements permanents dus à l'exposition au bruit comme une perte de sensibilité visible sur l'audiogramme et des oto-émissions acoustiques qui ne récupèrent pas. Cela indique que les cellules ciliées de la cochlée sont endommagées ou détruites (Lieberman & Dodds, 1984). Fait intéressant, les cellules ciliées continuent de subir une dégradation ou une destruction, plusieurs jours après l'exposition aux bruits intenses (Wang et al, 2002).

Avant les lésions irréversibles dues au bruit



Cellules ciliées

Après les lésions irréversibles dues au bruit



Avec les changements permanents de l'audition dus à l'exposition au bruit, les lésions affectent beaucoup plus que les cellules ciliées. Celles-ci se propagent le long des voies auditives jusqu'au nerf auditif. A partir des cellules du ganglion spiral de la cochlée, jusqu'aux noyaux cochléaires du tronc cérébral, l'exposition au bruit endommage la gaine externe du nerf. Cela ralentit la vitesse avec laquelle le nerf auditif envoie les signaux de l'oreille au cerveau.

Les **modifications** induites par le **bruit** ne se **limitent pas** aux cellules ciliées

Des modifications des informations temporelles reçues par les oreilles apparaissent également. La perturbation de cette notion temporelle joue un rôle dans la diminution de la capacité à localiser un son. (Tagoe et al, 2014 ; Kim et al, 2013 ; Zeng et al, 2005). A la réduction du nombre de cellules ciliées transmettant le signal de parole jusqu'au nerf auditif, s'ajoute une distorsion temporelle.

Parfois, l'exposition au bruit peut provoquer un Décalage Temporaire du Seuil (DTS) ; les cellules ciliées se rétabliront rapidement au cours des semaines suivantes, (Miller et al, 1963). La plupart d'entre nous, avons déjà assisté à un grand concert, et nous en sortons avec l'impression d'oreilles bouchées ou d'oreilles qui sifflent. Quelques heures, voire quelques jours plus tard, tout semble revenir à la normale ; et nous pensons alors, que " pas de préjudice, pas de faute ". Malheureusement, ces symptômes temporaires sont des cris d'alarme de milliers de cellules nerveuses auditives qui essaient de nous dire "A l'aide, sauvez-nous, nous sommes en train de mourir".

Les cellules ciliées peuvent revenir à la normale, ce qui donne des résultats normaux à l'audiogramme et aux oto-émissions acoustiques. Cependant, nous savons maintenant que des dégâts irréversibles se sont produits. A l'identique d'une perte auditive, définitive, due au bruit, le

Déplacement Temporaire du Seuil (DTS) provoquera également des dégâts irréversibles au niveau du nerf auditif. Les dommages au niveau des neurones cochléaires afférents et des cellules du ganglion spiral peuvent apparaître des mois après l'exposition au bruit et éventuellement survenir des années plus tard (Kujawa et Liberman, 2006 et 2009). Ces changements liés à l'exposition au bruit ne s'arrêtent pas au nerf auditif. Le cortex auditif peut être réorganisé par des expositions sonores chroniques même à des niveaux modérés, considérés comme «sûrs» (Pienkowski & Eggermont 2012).

Donc, quand vous reprenez l'anamnèse incluant une exposition au bruit, il est désormais plus facile de comprendre pourquoi des patients font part de leurs difficultés de compréhension malgré une faible baisse de l'audition ou voire même avec un audiogramme "normal".

## En **veillant**, nous utilisons **plus de ressources** cognitives pour **comprendre dans le bruit**

**La presbycusie :** Avec l'âge, l'ensemble du système auditif vieillit ; nous perdons des cellules ciliées dans la cochlée et des fibres du nerf auditif. La strie vasculaire, la « batterie » de la cochlée, se dégrade provoquant une transmission appauvrie du son dans le codage électrique nécessaire aux fibres nerveuses (Frisnia 2001). La perte d'audition avec l'âge provoque beaucoup plus que des changements, dans la cochlée. La diminution du nombre de cellules ciliées et de neurones auditifs affecte directement le tronc auditif cérébral sans rapport avec le processus de vieillissement du cerveau (Frisina 2001). Il y a beaucoup plus d'effets subtils qui dégradent la capacité d'écoute dans les conditions difficiles (Akeroyd 2008). Il est reconnu, depuis un certain temps, que notre capacité à comprendre les voix faibles se dégrade vers la quarantaine, avant même que l'audiogramme ne se modifie (Bergman, 1980). Lorsque la synchronisation est perturbée par le système auditif en raison du vieillissement, il y a une diminution significative de la capacité à identifier les mots en milieu bruyant (Pichora-Fuller et MacDonald 2007). C'est pourquoi, l'acuité auditive périphérique se réduisant, elle ne peut être restaurée en augmentant simplement le volume. Afin que des personnes âgées comprennent la parole dans un fond sonore, elles doivent utiliser beaucoup plus de ressources cognitives (Wingfield et al 2005). Simplement du fait des modifications de l'audition, le risque de déficience cognitive est de 24% supérieur, même lorsque l'étude tient compte des fac-

teurs tels que l'âge, le sexe, l'éducation, l'origine ethnique, le diabète, les antécédents de tabagisme et l'état cardiaque (Lin, 2011 ; Lin et al, 2011a, Lin et al 2011b). Plus les changements des seuils auditifs sont grands, plus le risque de déficience cognitive est important. Les mécanismes, à l'origine de la détérioration cognitive accélérée par des changements auditifs, ne sont pas encore clairs. Cependant, il y a des liens significatifs entre la perte du volume de matière grise dans les aires auditives du cerveau, la capacité auditive périphérique, et l'activité neuronale associée (Peele et al, 2011). Le fait que le volume de matière grise diminue avec l'âge est généralement accepté. Malgré cela, la parole non déformée et parfaitement audible est facilement comprise tout au long de notre vie (Davis et al, 2014). Voilà pourquoi augmenter le volume ne peut bien fonctionner que si vous êtes dans une pièce calme ou tranquille. Toutefois, lorsque le signal de parole est corrompu, plus de traitement cognitif est requis et plus le volume de matière grise devient important (Rudner, et al 2011).

**Conditions et choix sanitaires :** A part le vieillissement et l'exposition au bruit, les problèmes de santé, en général, comme le tabagisme, un système cardiovasculaire en mauvais état, ou un indice de masse corporelle élevé peuvent affecter le système auditif. Les adultes entre 40 et 69 ans qui fument ou qui sont régulièrement exposés au tabagisme passif voient augmenter leurs difficultés à entendre en milieu bruyant, par rapport aux non-fumeurs. Ce niveau de difficulté est en corrélation avec la quantité consommée ou à l'exposition au tabac (Dawes et al, 2014). Le tabagisme a même un effet supplémentaire sur les changements auditifs induits par le bruit (Agrawal, et al 2009). Un système cardiovasculaire en mauvais état est également associé à des lésions de l'ensemble du système auditif, y compris du cerveau (Agrawal, et al 2009; Hull 2010). Le diabète semble également accroître le risque de modifications (Agrawal et al 2009). Il a été démontré, lors d'études comparatives auprès d'étudiants universitaires que le maintien d'une masse corporelle saine est en lien avec une bonne acuité auditive (Cramer 2012).

Vous avez pu voir ainsi de nombreux cas où le système auditif peut perdre des détails de la parole et introduire des distorsions simplement en raison de changements auditifs. Fournir de l'audibilité ne suffit évidemment pas. Ce qui est important c'est COMMENT fournir cette audibilité de façon à donner un meilleur accès à ce qui est perçu. Découvrons comment la technologie peut travailler avec ces changements tout en donnant un accès inégalé au monde sonore.

## L'application de BrainHearing™ dans la technologie auditive

La technologie auditive est conçue pour fournir un meilleur accès au signal. Ajuster l'amplification pour adapter les seuils en fonction de l'audiométrie permet à la parole d'atteindre la cochlée ; cependant comme vous avez pu le lire, il y a bien plus d'éléments à considérer que simplement la perception d'un son. Comme nous l'avons observé, le signal peut être perturbé lorsqu'il se déplace au travers du système auditif, et ce, quelle que soit la voie suivie. La technologie auditive peut également changer le signal à l'entrée du système auditif, tant d'une manière bénéfique que préjudiciable. Au Centre de recherche d'Eriksholm, des décennies ont été consacrées à découvrir comment le système auditif accède au son et comment le cerveau comprend ce qu'il entend ; ceci nous a aidés à appréhender les méthodes les plus performantes pour modifier le signal avec la technologie. Ces importants travaux de recherche ont conduit au concept BrainHearing™.

## Oticon a identifié quatre domaines clés où la technologie peut soutenir BrainHearing™:

- compression avancée pour donner accès au cerveau à des détails fins de la parole tout en diminuant l'effort d'écoute et en minimisant les effets secondaires de l'amplification non-linéaire ;
- plus de réduction de bruit naturel qui permet au cerveau de se concentrer sur la compréhension ;
- conservation des indices pour localiser un son dans l'environnement ;
- personnalisation du traitement sonore pour répondre aux besoins de chaque individu.

Les principales technologies auditives d'Oticon ont été créées pour intégrer ces domaines clés.



Dans notre formation clinique, la plupart d'entre nous ont appris qu'il fallait rendre les sons les plus audibles possible. Ceci est beaucoup plus complexe que l'on ne pourrait le penser. Les systèmes de compression (amplification non linéaire) sont destinés à permettre au signal faible d'être entendu, tout en maintenant les sons forts à un niveau confortable.

Speech Guard E associe le meilleur des compressions lentes et rapides (Stone & Moore 2008 ; Souza 2002 ; Boike & Souza, 2000). Il préserve les différences naturelles entre les sons forts et faibles de la parole, tout en fournissant au cerveau des informations plus précises pour une meilleure compréhension de la parole.

Speech Guard E utilise une compression à action rapide seulement quand cela est nécessaire pour préserver les débuts et fins des mots et des phonèmes. Dans le cas contraire, le système utilise une action lente avec une compression plus linéaire qui offre aux patients la qualité sonore qu'ils préfèrent.

Speech Guard E aide à distinguer les voix les unes par rapport aux autres, et à les séparer plus clairement du bruit de fond. Il a été démontré que ceci réduisait l'effort d'écoute chez les enfants et chez les adultes (Pittman 2014 ; Foo et al 2007 ; Gatehouse et al 2006 ; Gatehouse et al 2003). Speech Guard E aide le cerveau à utiliser sa capacité à reconnaître un son afin de lui donner un sens.

Cliquez ici pour en savoir plus sur la façon dont **Speech Guard E applique le BrainHearing™**



Pour optimiser l'audition spatiale, deux aides auditives doivent travailler ensemble de manière transparente en utilisant un véritable traitement binaural. De nombreux dispositifs premium n'utilisent qu'une simple coordination binaurale. Ce qui n'est pas la même chose que le traitement binaural du son. La coordination binaurale signifie simplement que la technologie auditive ajuste le volume et / ou les programmes pour les deux oreilles à partir d'une manipulation sur l'une d'entre elles. Le traitement binaural est différent. Cela signifie que les technologies auditives de chaque oreille travaillent ensemble en permanence pour recréer le son. Il s'agit d'une fonction essentielle pour la localisation d'un son dans l'environnement. Cela nous permet d'utiliser les différences de temps et de niveau entre nos deux oreilles afin de localiser les sons dans un environnement sonore dynamique normal (Gatehouse & Akeroyd 2006). Le traitement binaural améliore également la compréhension dans le bruit lorsque de la compression est appliquée à chaque oreille (Ibrahim et al 2013). On obtient ainsi une amélioration du rapport du signal sur bruit et une enveloppe moins perturbée (Wiggins & Seeber 2013). Il s'agit d'une fonctionnalité rare dans la technologie auditive ; et cela démontre que Oticon se concentre sur la façon dont le cerveau peut améliorer l'accès au signal. Spatial Sound s'intègre dans le concept de BrainHearing™ en préservant l'enveloppe naturelle de la parole et les repères spatiaux de notre environnement.

Cliquez ici pour en savoir plus sur la façon dont **Spatial Sound applique le BrainHearing™**



## FREE FOCUS

Afin de mieux reconnaître un signal et de l'intégrer, vous devez savoir ce qui se passe autour de vous. Free Focus maintient le principe de son naturel du BrainHearing™ et bascule vers une configuration plus ciblée sur la parole lorsque cela est nécessaire. Il préserve la prise de conscience de notre environnement et augmente progressivement le traitement réalisé par l'aide auditive lorsque cela est nécessaire.

Free Focus est conçu pour s'ajuster automatiquement aux diverses conditions (bruyantes ou calmes) que nous rencontrons dans notre vie quotidienne. Le mode "omni" maintient la perception focalisée vers l'avant que nous donnent nos pavillons. Ce mode est utilisé chaque fois qu'il est possible pour conserver une perception naturelle des sons et éviter les effets négatifs de la directivité. Vous pouvez vous demander, « Quels sont les inconvénients à utiliser la directivité ? » Un des premiers inconvénients est d'être sujet au bruit du vent. En second, elle diminue les informations dans les basses fréquences ce qui peut compromettre la perception spatiale et contextuelle. Une personne utilisant un programme directionnel peut perdre certaines informations basses fréquences présentes dans les voyelles et certaines consonnes. Le troisième inconvénient d'un système hautement directionnel, est la perte de perception des autres participants dans une conversation impliquant plus d'une personne. Il est facile d'imaginer une telle situation lorsque vous êtes assis à une table de restaurant avec vos meilleurs amis ou en famille. Vous voulez entendre la personne qui parle en face de vous sans manquer, pour autant, ce qui est dit par la personne assise à vos côtés. Si vous êtes sur un mode directionnel total, vous risquez de ne jamais entendre les commentaires faits aux alentours, alors que vous en avez besoin. Le système Free Focus s'adapte de manière intelligente pour éviter ces effets indésirables de la directivité. Afin d'améliorer la perception sonore, le système s'ajuste automatiquement lorsque du vent est détecté. Il ajoute également du gain dans les basses fréquences en mode directionnel afin de favoriser ces sons si nécessaires. La situation d'un restaurant très fréquenté est facilement traitée

par l'utilisation d'un mode directionnel afin de diminuer le fond bruyant, mais lorsque la parole provient de plusieurs endroits à proximité, le système Free Focus passe rapidement et automatiquement à un mode moins directionnel, vous permettant de mieux entendre vos amis ou les membres de votre famille. L'effet directionnel fourni par l'appareil auditif peut encore être ajusté selon les besoins et les préférences individuelles. Nous menons, chacun, des vies différentes. Certains d'entre nous, ne veulent pas manquer le moindre détail qui se passe autour de nous. D'autres désirent limiter l'ingérence des sons environnants. Free Focus optimise les changements automatiques selon les préférences de chacun. Il bascule automatiquement entre les cinq modes de directivité disponibles (du mode Opti Omni au mode directivité totale avec compensation des basses fréquences) ou il répond aux spécifications fournies par l'audioprothésiste.

Cliquez ici pour en savoir plus sur la façon dont **Free Focus applique le BrainHearing™**



## YOUOMATIC

YouMatic est un système de personnalisation qui aide l'audioprothésiste à coordonner toutes les caractéristiques technologiques de sorte que les avantages en soient maximisés et les artefacts minimisés. Le patient répond à des questions qui aident à déterminer les réglages optimaux. En donnant des choix entre différents paramètres de compression et de directivité, le logiciel offre au client, un son personnalisé qui s'adapte à ses besoins cognitifs et à son mode de vie. YouMatic offre au client la perspective de s'impliquer dans les réglages de ses aides auditives. Lorsque vous personnalisez les réglages avec YouMatic, la satisfaction de votre patient s'améliore. (Schum & Pogash, 2014 ; Weile, et al 2013.)

Cliquez ici pour en savoir plus sur la façon dont **YouMatic applique le BrainHearing™**

Pour en savoir plus sur **BrainHearing**, cliquez ici !

## Références

1. Agrawal, U., Platz, E.A., & Niparko, J.K. (2009). Risk factors for hearing loss in US adults: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999. *Otology & Neurotology*, 30(2), 139-145.
2. Akeroyd, M. (2008). Are individual differences in speech reception related to individual differences in cognitive ability? A survey of twenty experimental studies with normal and hearing-impaired adults, *International Journal of Audiology*, 47(2), 125-143.
3. Bergman, M. (1980). *Aging and the Perception of Speech* (University Park Press, Baltimore).
4. Boike, K.T., & Souza, P.E. (2000). Effect of compression ratio on speech recognition and speech-quality ratings with wide dynamic range compression amplification. *Journal of Speech and Hearing Research*, 4, 456-468.
5. Cramer, I. (2012). Effects of health factors and personal listening behaviors on hearing acuity in college-aged students who use earbud style headphones. (Doctoral dissertation). Retrieved from [https://etd.ohiolink.edu/!etd.send\\_file?accession=miami1335809472&disposition=inline](https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=miami1335809472&disposition=inline).
6. Davis, S. W., Zhuang, J., Write, P., & Tyler, L. K. (2014). Age-related sensitivity to task-related modulation of language-processing networks. *Neuropsychologia*, 63, 107-115.
7. Dawes, P., Cruickshanks, K.J., Moore D.R., Edmondson-Jones, M., McCormack A., Fortnum H., & Munro K. (2014). Cigarette smoking, passive smoking, alcohol consumption, and hearing loss. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 15(4), 663-674.
8. Frisina, R.D. (2001). Possible neurochemical and neuroanatomical basis of age related hearing loss- presbycusis. *Seminars in Hearing*, 22 (3), 213-226.
9. Foo, C., Rudner, M., Rönnberg, J., & Lunner, T. (2007). Recognition of speech in noise with new hearing instrument compression release settings requires explicit cognitive storage and processing capacity. *J Am Acad Audiol*, 18, 553-566.
10. Gatehouse, S., & Akeroyd, M. (2006). Two-eared listening in dynamic situations. *International Journal of Audiology*, 45(Supplement 1), S120-S124.
11. Gatehouse, S., Naylor, G., & Elberling, C. (2003) Benefits from hearing aids in relation to the interaction between the user and the environment. *Int J Audiol*, 42(Suppl. 1), S77-85.
12. Gatehouse, S., Naylor, G., & Elberling, C. (2006.) Linear and non-linear hearing aid fittings - 2. Patterns of candidature. *Int J Audiol*, 45:153-171.
13. Hetu, R., Riverin, L., Lalande, N., Getty, L., & St-Cyr, C. (1988). Qualitative analysis of the handicap associated with occupational hearing loss. *British Journal of Audiology*, 22.
14. Hull, R.H., & Kerschen, S. R. (2010). The influence of cardiovascular health on peripheral and central auditory function in adults: A research review. *American Journal of Audiology*, 19, 9-16.
15. Husain, F.T., Pajor, N.M., Smith, J.F., Kim, H.J., Rudy, S., Zalewski, C., Brewer, C., & Horwitz, B. (2011). Discrimination Task Reveals Differences in Neural Bases of Tinnitus and Hearing Impairment. *PLoS ONE* 6(10): e26639. doi:10.1371/journal.pone.0026639
16. Ibrahim, I., Parsa, V., Macpherson, E., & Cheesman, M. (2013). Evaluation of speech intelligibility and sound localization abilities with hearing aids using binaural wireless technology. *Audiology Research*, 3 (e1), 1-9.
17. Kim, J.H., Renden, R., & von Gersdorff, H. (2013.) Demyelination of auditory afferent axons increases the jitter of action potential timing during high frequency firing. *The Journal of Neuroscience*, 33, 402-9407.
18. Kramer, S.E., Kapteyn, T.S., Houtgast, T. (2006). Occupational performance: Comparing normally-hearing and hearing-impaired employees using the Amsterdam checklist for hearing and work. *International Journal of Audiology*, 45 (9), 5003-512.
19. Kujawa, S.G., & Liberman, M.C. (2006). Acceleration of age-related hearing loss by early noise exposure: evidence of a missed youth. *The Journal of Neuroscience*, 26, 2115-2123.
20. Kujawa, S.G., & Liberman, M.C. (2009). Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after "temporary" noise-induced hearing loss. *The Journal of Neuroscience*, 29(45), 14077-14085.
21. Liberman, M.C., & Dodds, L.W. (1984). Single-neuron labeling and chronic cochlear pathology. III. Stereocilia damage and alterations of threshold tuning curves. *Hearing Research*, 16, 55-74.
22. Lin, F.R. (2011). Hearing loss and cognition among older adults in the United States. *J. Gerontol. Med. Sci.*, 66A, 1131-1136.
23. Lin, F.R., Metter, E.J., O'Brien, R.J., Resnick, S.M., Zonderman, A.B., & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss and incident dementia. *Arch. Neurol*, 68,214-220.
24. Lin, F.R., Niparko, J.K., & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss prevalence in the United States. *Arch Internal Med.*, 171(20), 1851-1852.
25. Miller, J.D., Watson, C.S., & Covell, W.P. (1963). Deafening effects of noise on the cat. *Acta Oto-Laryngol Suppl.*, 176, 1-91.



27. McGarrigle, R., Munro, K.J., Dawes, P., Stewart, A.J., Barry, J.G., & Amitay, S. (2014). Listening effort and fatigue: What exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group, 'white paper'. *International Journal of Audiology*, 53, 433-445.
28. Moore, B.C., Füllgrabe, C., & Stone, M.A. (2010). Effect of spectral separation, extended bandwidth and compression speed on intelligibility in a speech-competing task. *Journal of the Acoustical Society of America*, 128(1), 360-371.
29. Nachttegaal, J., Festen, J.M., & Kramer, S.E. (2012). Hearing ability in working life and its relationship with sick leave and self-reported work productivity. *Ear & Hearing*, 33 (1), 94-103.
30. Nachttegaal, J., Festen, J.M., & Kramer, S.E. (2011). Hearing ability and its relationship with psychosocial health, work-related variables, and health care use: the National Longitudinal Study on Hearing. *Audiology Research*, 1 (e9) 28-33.
31. Ng, E.H.N., Rudner, M., Lunner, T., Pederson, M.S., & Rönnberg, J. (2013). Effects of noise and working memory capacity on memory processing of speech for hearing-aid users. *International Journal of Audiology*, Early Online, 1-9.
32. Peelle, J.E., Troiani, V., Grossman, M., & Wingfield, A. (2011). Hearing loss in older adults affects neural systems supporting speech comprehension. *The Journal of Neuroscience*, 31(35), 12638-12643.
33. Pichora-Fuller, K., & MacDonald, E. (2007). Auditory temporal processing deficits in older listeners: From a review to a future view of presbycusis. *International Symposium of Auditory and Audiological Research*, 291-300.
34. Pienkowski, M., & Eggermont, J.J. (2012). Reversible long-term changes in auditory processing in mature auditory cortex in the absence of hearing loss induced by passive, moderate level sound exposure. *Ear and Hearing*, 33(3), 305-314.
35. Pittman, A.L., Pederson, A.J., & Rash, M.A. (2014). Effects of fast, slow and adaptive amplitude compression on children's and adult's perception of meaningful acoustic information. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(9), 834-47.
36. Rönnberg, J. (2003). Cognition in the hearing impaired and deaf as a bridge between signal and dialogue: a framework and a model. *International Journal of Audiology*, 42(s1), 68-76.
37. Rönnberg, J., Rudner, M., Foo, C., & Lunner, T. (2008). Cognition counts: A working memory system for ease of language understanding (ELU). *International Journal of Audiology*, 47 (Suppl. 2), S99-S105.
38. Rönnberg, J., Rudner, M., & Lunner, T. (2011). Cognitive hearing science: The legacy of Stuart Gatehouse. *Trends in Hearing*, 15(3), 140-148.
39. Rudner, M., Lunner, T., Behrens, T., Thorén, E.S., & Rönnberg, J. (2012). Working memory capacity may influence perceived effort during aided speech recognition in noise. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23, 577-589.
40. Rudner, M., Ng, E.H.N., Rönnberg, N., Sushmit, M., Rönnberg, J., Lunner, T., & Stenfelt, S. (2011a). Cognitive spare capacity as a measure of listening effort. *Journal of Hearing Science*, 1(2), 1-3.
41. Rudner, M., Rönnberg, J., & Lunner, T. (2011b). Working memory supports listening in noise for persons with hearing impairment. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22, 156 - 167.
42. Sarampalis, A., Sridhar, K., Edwards, B., & Hafter, E. (2009). Objective measures of listening effort: Effects of background noise and noise reduction. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 52 (5), 1230-1240.
43. Schum, D., & Pogash, R. (2011, March). New insights into first-time users. Paper presented at the Annual meeting of the American Auditory Society. Scottsdale, AZ
44. Souza, P.E. (2002). Effects of compression on speech acoustics, intelligibility, and sound quality. *Trends Amplification*, 6, 131-165.
45. Stone, M.A., & Moore B.C. (2008). Effects of spectro-temporal modulation changes produced by multi-channel compression on intelligibility in a competing-speech task. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 1063-1076.
46. Tagoe, T., Barker, M., Jones, A., Allcock, N., & Hamann, M. (2014). Auditory nerve perinodal dysmyelination in noise-induced hearing loss. *The Journal of Neuroscience*, 34(7), 2684-2688.
47. Wang, Y., Hirose, K., & Liberman, M.C. (2002). Dynamics of noise-induced cellular injury and repair in the mouse cochlea. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 3, 248 -268.
48. Wiggins, I.M., & Seeber, B.U. (2012). Linking dynamic-range compression across the ears can improve speech intelligibility in spatially separated noise. *Journal of the Acoustical Society of America*. 133(2), 1004-1016.
49. Wingfield, A., Tun, P.A., & McCoy, S.L. (2005). Hearing loss in older adulthood: what it is and how it interacts with cognitive performance. *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, 14, 144-148
50. Weile, J.N., Santiago, L., Newman, C.W., & Sandridge, S. A. (2013). A broader look at performance and personalization in hearing aid fittings. *Hearing Review*, September, 16-23.
51. Zeng, F. G., Kong, Y.Y., Michalewski, H.J. & Starr, A. (2005). Perceptual consequences of disrupted auditory nerve activity. *Journal of Neurophysiology*, 93, 3050-3063.

## People First

People First est notre promesse pour rendre à chacun : la liberté de communiquer sans contrainte, d'interagir naturellement et de participer activement

