



L'AUDIOLOGIE DANS EPOQ
– LE LIVRE BLANC



Table des matières

Introduction	page 3
L'architecture RISE	page 5
Soundscape	page 7
Spatial Sound	page 9
Se connecter au monde lointain	page 10
Nouveau traitement du signal intelligent	page 12
True Dynamics	page 12
Extreme Bandwidth	page 14
Front Focus	page 15
DFC binaural	page 16
My Voice	page 16
Life Learning	page 17
Fonctions audiologiques avancées	page 19
Une nouvelle expérience pour les patients	page 21
Conclusion	page 21
Bibliographie	page 23
Appendice A : Que savons-nous sur la perception spatiale ?	page 26
Appendice B : Un aperçu rapide d'Epoq Streamer et de la technologie sans fil utilisée	page 30



Introduction:

Nos sens nous immergent dans le monde qui nous entoure. Ce monde est riche de stimulations : certaines nous apportent de l'information, certaines reflètent les niveaux de complexités de notre entourage et certaines nous donnent simplement le fond sonore. La vue, l'odorat, l'ouïe, le toucher nous connectent au monde qui nous entoure à différents niveaux. Notre analyse de l'environnement ne fait qu'effleurer la surface de notre expérience. A un niveau viscéral, ces stimulations nous donnent un sens de l'espace et du temps.

Interface : l'appareil auditif est la connexion entre les capacités auditives résiduelles de l'utilisateur et l'ensemble du monde sonore.

Lorsque l'audition décline, nous risquons de perdre une voie de connexion vitale avec le monde (Ramsdell, 1978). Le monde qui nous entoure n'est pas seulement l'évidence mais comprend également l'ambiance du lieu, ces sons importants que nous surprenons et qui nous donnent une appréciation de notre cadre, et, de plus en plus, de ces sons émis par des sources électroniques modernes telles que les téléphones mobiles, les télévisions, les radios, les ordinateurs et bien d'autres encore. Cette ambiance est essentielle à celui qui écoute pour se sentir connecté à l'environnement. Nous voulons sentir le lieu. Nous voulons que les sons que nous entendons aient une relation naturelle avec le lieu dans lequel nous nous trouvons.

En audiologie, nous simplifions souvent le monde sonore de façon manichéenne : les bons et les mauvais sons. Nous voulons que les appareils auditifs amplifient les bons sons et éliminent les mauvais. Ce point de vue ignore les multiples intentions des sons ainsi

que la réalité que tout son peut passer, en fonction du moment de la journée, du statut d'information sur l'environnement à celui de bruit gênant. En limitant notre point de vue au choix des sons qui nous paraissent importants, nous limitons notre attente de l'amplification.

Quel est le rôle d'une aide auditive?

Pendant des années, nous avons vu les appareils se limiter à la seule fonction de correcteur de la perte auditive. Nous mesurons la perte présente et nous calculons combien d'amplification est nécessaire pour récupérer les sons perdus, en particulier s'il s'agit de parole. Le problème avec cette approche de la « correction de la perte », c'est qu'elle est conditionnée par ce que nous avons l'habitude de mesurer – la perte auditive. Ce but, certes légitime, a sous-utilisé la puissance des traitements numériques modernes du signal. Plus important, il a grossièrement sous-estimé, voire même perturbé, la capacité naturelle du système auditif et du cerveau, même en présence d'une perte auditive, à absorber et utiliser la vaste étendue d'informations contenues dans notre environnement quotidien. Il ne se concentre pas sur le véritable rôle d'un appareil auditif : être une interface entre l'utilisateur et le monde extérieur.

Les appareils auditifs qui se focalisent uniquement sur les indices acoustiques (en gérant l'audibilité et la réduction de bruit) ne prêtent pas toute l'attention qu'ils devraient à la richesse du monde sonore. Pendant ces dernières années, notre connaissance sur ce qui est nécessaire pour fournir l'accès à la parole a progressé. Il est désormais temps de construire sur ce savoir et sur ces succès et de porter notre attention vers ce qui est nécessaire pour maintenir la connexion naturelle entre l'utilisateur et l'ensemble du monde sonore. Audiologiquement, nous nous sommes concentrés sur l'accès aux sons de parole



présents dans l'environnement immédiat de l'utilisateur (entre 5 et 10 mètres). Lorsque le son provient d'une origine plus lointaine ou lorsqu'il est davantage lié à une perception du lieu qu'à un interlocuteur, nous n'avons généralement pas calculé l'amplification de manière à le capturer. Toutefois, le Monde Sonore Proche – l'ensemble des sons qui constitue notre environnement d'écoute – est ce qui définit l'expérience auditive pour ceux qui ont une audition normale. De plus, les sons qui proviennent de sources éloignées et qui sont transmis par des moyens électroniques constituent le Monde Lointain (Figure 1). Nous n'avons prêté qu'une attention fugace à leur accessibilité. Les bobines d'inductions n'ont été disponibles que sur certains modèles d'appareils et elles ont toujours eu leurs limites. L'explosion des téléphones mobiles a rendu l'accès aux conversations téléphoniques encore plus limité en raison de leur incompatibilité et de leurs interférences électroniques. De plus en plus de signaux sont transmis par Bluetooth, déjà très répandu, et des solutions fonctionnelles pour amener les

signaux Bluetooth vers les appareils doivent apparaître sur le marché. Notre vision étroite de ce que doit être le rôle d'un appareil auditif a agrandi le fossé qui existe entre l'expérience sonore d'un normo entendant et celle d'un malentendant.

Les avancées dans le domaine du traitement numérique du signal ont été impressionnantes, et essentiellement orientées sur la manipulation des sons environnementaux. Les schémas de traitement les plus habiles ne peuvent rivaliser avec ce que peut faire le cerveau humain. Beaucoup d'approches que nous utilisons dans l'amplification traditionnelle sont conçues pour compenser drastiquement les changements connus de la dynamique d'une oreille déficiente auditive. Il existe un risque, toutefois, que cette correction unidimensionnelle d'un aspect de la perte auditive périphérique ne fasse disparaître des informations dans le signal, et que nous alimentions le cerveau avec des informations ne lui permettant pas d'utiliser correctement ses facultés de traitement binaural. Chaque utilisateur se caractérise par une configuration unique de capacités. L'audiogramme nous renseigne sur ce que le patient a perdu, mais pas sur ce qu'il a conservé. Les appareils auditifs ne changent pas l'audition – ils changent le son qui est présenté au patient. Voir l'appareil auditif comme une interface nous oblige à revoir l'objectif : capturer et améliorer l'ensemble des signaux que le patient désire entendre et trouver la meilleure compatibilité pour les capacités résiduelles et les préférences de l'utilisateur.

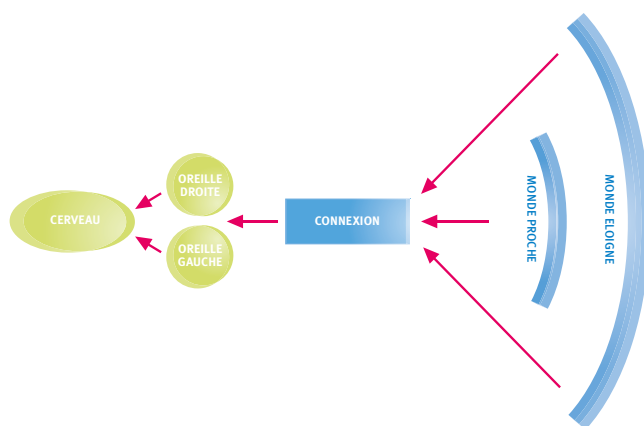


Figure 1: L'appareil auditif est une interface entre d'une part l'utilisateur et d'autre part du Monde Proche et Lointain.

Monde Proche : ces sons qui nous entourent et qui déterminent notre expérience auditive immédiate. Ils ne comprennent pas uniquement les conversations mais également tous les sons acoustiques

L'amplification, lorsqu'elle est conçue pour interface, tirera avantage de notre compréhension grandissante du traitement de l'information par l'homme. Comme toute bonne interface, elle tiendra compte des deux directions: capter et traiter la grande richesse des sons provenant du monde extérieur mais également



Monde Lointain : ces sons qui nous informent, nous sont transmis par des systèmes électroniques tels que les téléphones mobiles, le MP3, les radios, etc.

trouver le meilleur moyen de faire coïncider cette information avec les puissantes capacités résiduelles de l'utilisateur. Une interface intelligente apporte des changements au signal lorsque cela est nécessaire mais préserve également le plus possible d'indices apparaissant naturellement, permettant ainsi au cerveau de faire ce qu'il sait faire le mieux.

Oticon Epoq est basé sur ces principes d'interface. C'est un système de traitement numérique du signal très avancé conçu pour capter la multitude de sons dans le monde qui nous entoure – à la fois ceux qui nous sont proches, le Monde Proche, mais également ceux transmis à partir du Monde Lointain – et les présenter au système auditif du patient de manière à lui permettre d'utiliser au mieux ses capacités auditives résiduelles. Il reconnaît que le système auditif normal est conçu pour s'appuyer sur les données provenant des deux oreilles pour connecter l'auditeur avec son environnement. Il reconnaît également que, de plus en plus chaque jour, ces sons qui nous informent et nous divertissent ne proviennent pas uniquement de notre environnement immédiat mais également de nombreux équipements électroniques. En tant qu'interface, il est conçu pour réduire le gouffre qui existe entre le monde sonore et les capacités, certes diminuées mais toujours significatives, du système auditif du patient.



L'architecture RISE

Pensez à ce qu'était pour nous les ordinateurs il y a seulement 10 ans : des systèmes de stockage

électroniques puissants, des traitements de texte et des calculateurs. Ils étaient conçus pour améliorer la productivité personnelle par l'utilisation de la puissance du traitement numérique. Malheureusement, la connectivité vers le monde extérieur était considérée comme un concept tardif, ce qui nécessitait des logiciels additionnels, et qui empiétaient sur les canaux de communication. Brancher un modem, numéroter et espérer au mieux une connexion à bas débit.

De nos jours, la connectivité est partie intégrante de la conception des PC. Le haut débit est accessible. Les systèmes récents sont équipés Bluetooth et Wifi en série. Il est difficile de trouver un ordinateur de nos jours qui ne soit pas connecté à internet. C'est presque archaïque. Ces changements dans le matériel nous apportent une explosion de possibilités nouvelles. Un PC isolé n'a que la puissance des données et des logiciels qui sont enregistrés. A l'inverse, un ordinateur connecté à un réseau possède désormais les capacités de tous les autres ordinateurs du réseau, et un ordinateur connecté à Internet, profite des millions et des millions d'autres systèmes. En s'inspirant des ordinateurs actuels, RISE est la première architecture d'appareil auditif à être conçue dès le départ avec la connectivité comme fonction de base. Contrairement aux systèmes du passé, la connectivité n'est pas une fonction rajoutée. Tant du point de vue du matériel que des fonctions, la connectivité - entre les deux appareils auditifs et entre les appareils et le monde extérieur - est présente au cœur même de la conception. Epoq est le premier appareil développé sur cette nouvelle architecture.



L'architecture Oticon RISE combine à la fois des parties figées et des parties entièrement programmables pour permettre simultanément une vitesse de traitement élevée et la flexibilité de personnalisation. L'architecture RISE fournit une puissance de traitement 10 à 50 fois plus importante que celle disponible jusqu'à présent dans les meilleurs produits. En combinaison avec l'approche de traitement du signal qui a défini jusqu'ici les appareils numériques haut de gamme, l'architecture RISE introduit deux avancées primordiales dans l'amplification personnelle : le traitement du signal DUAL PATH et la connectivité sans fil de Streamer.

Un appareil auditif numérique haut de gamme peut être en lui-même un excellent système de traitement du signal. Epoq offre une toute nouvelle approche dans les fonctionnalités bien connues des appareils multicanaux non linéaires comme la directivité multibande adaptative, la réduction de bruit, la suppression du Larsen, et l'apprentissage automatique. De plus, Epoq introduit de nouveaux concepts comme la détection de la voix de l'utilisateur et le traitement et l'utilisation de circuits de compression parallèles. Plus encore, lorsque l'appareil est connecté à haut débit avec l'appareil situé de l'autre côté de la tête, plus de capacités de traitement s'offrent à nous par rapport à un appareil fonctionnant seul. Une fois cette paire d'appareils connectée électroniquement à des sons multimédias,

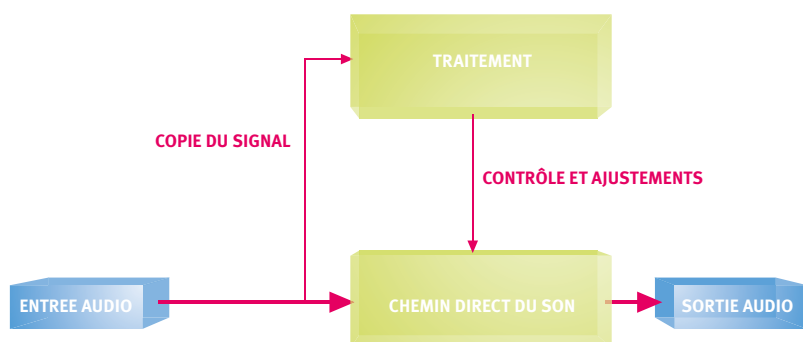


Figure 2: Diagramme de l'architecture Dual Path contenue dans Oticon Epoq.

un nouveau monde d'accessibilité apparaît. Les ordinateurs personnels ont récemment évolué du stade d'outils d'amélioration de la productivité vers une ouverture à un vaste univers d'information et de divertissement. L'architecture RISE, en étant conçue avec la connectivité comme élément clef modifie le rôle d'un système auditif, le faisant passer du statut de correcteur isolé de la perte auditive à celui d'interface entre le système auditif de l'utilisateur et le monde sonore – à la fois celui de l'environnement immédiat (Monde Proche) mais aussi à celui transmis par des sources distantes (Monde Lointain).

Traitement Dual Path : Lorsque le traitement numérique du signal a été introduit dans les appareils auditifs, il y a plus de 10 ans, la première application consistait à reproduire le traitement des meilleurs appareils analogiques (à l'époque : canaux multiples, Compression WDRC).

Pendant la dernière décennie, de plus en plus d'applications spécifiques au numérique ont été implémentées dans cette conception de base (directivité automatique, réduction de bruit, suppression du Larsen, etc.). Dans toute les applications aujourd'hui présentes, un traitement à cheminement en série unique a été utilisé pour ces technologies. Lorsque le nombre d'étapes était limité, cette structure était certainement adéquate. Toutefois, comme de plus en plus de fonctionnalités sont ajoutées sur le trajet du signal, la principale limitation de ce traitement en série devient évidente : chaque étape demande une plus grande précision binaire pour maintenir l'intégrité du signal. Comme le nombre d'étapes augmente, le nombre de bits utilisés grandit ce qui demande de plus en plus de puissance et de temps de traitement. Considérant que la qualité du signal audio est une obligation ainsi que la faible consommation électrique et la grande vitesse de traitement, le traitement en série atteint ses limites d'utilisation.



La méthode de base du traitement du signal dans RISE est fondée sur le principe de la conception en “Dual Path”. Contrastant avec la méthode utilisée dans les appareils traditionnels, où le signal est forcé de passer au travers d’une série d’étapes de traitements individuels, le signal entrant est cloné et dirigé dans deux circuits indépendants de traitement et d’analyse. Dans le circuit d’analyse, le signal original est évalué de manière continue. Les ajustements du signal requis par toutes les unités de traitement sont coordonnés par une unité de décision centralisée. Epoq programme instantanément tous les éléments dans le circuit de traitement en utilisant sa connaissance totale des effets combinés de tous les réglages (Figure 2).

Le résultat est que tous les ajustements se font en une seule étape à partir d’une décision commune. L’avantage de cette approche est une utilisation optimale de tous les outils de traitement dans l’appareil sans les interactions négatives ou la concurrence entre les différents systèmes. Ce système ultra rapide garantit un son clair et propre car celui-ci n’est pas manipulé individuellement par chaque système de traitement du signal. Le signal est rehaussé quand cela est nécessaire mais il conserve son incroyable qualité naturelle.

Binaural Broadband (Bande Large Binaurale) :
communication haut débit entre les deux systèmes
Epoq de l'utilisateur .

EarStream: La technologie magnétique sans fil entièrement intégrée dans l’architecture RISE représente une combinaison de vitesse, d’efficacité énergétique et de petite taille encore jamais vue. Fonctionnant à 120.000 bits par secondes elle est comparable à la vitesse de base de l’ADSL ou du câble aujourd’hui commercialisée. C’est environ 100 fois supérieur

à ce qui se faisait de mieux dans l’industrie de l’audioprothèse jusqu’à ce jour.

EarStream rend possible un grand nombre d’applications. La communication haut-débit entre les appareils – ce que nous appelons **Broadband Binaural** – permet, pour la première fois en audioprothèse, un véritable traitement binaural. De plus, EarStream permet une transmission audio large bande en temps réel. Et EarStream est suffisamment économe en énergie et si petit qu’il peut se loger discrètement dans de petits contours, RITE et même des intras.

Utilisant en fait une pile 312, la technologie sans fil offerte par le paradigme Oticon RISE peut fonctionner pendant plus de 12.000 minutes. En comparaison, un système Bluetooth standard pourrait fonctionner environ 540 minutes sur une pile 312 – et un téléphone GSM standard environ 30 minutes – une différence de 1 pour 400. Bien entendu, la portée d’un téléphone mobile est bien supérieure à ce qui est nécessaire pour établir une communication sans fil entre deux appareils distants de quelques centimètres, mais même si on inclut la portée de la technologie sans fil dans le calcul, l’architecture RISE de Oticon est significativement plus efficace que par exemple la technologie Bluetooth. Les avancées technologiques du traitement Dual Path et d’EarStream ont été essentielles dans la compréhension du rôle nouveau de l’amplification. Cette approche nous a permis d’améliorer le traitement du signal destiné à fonctionner de concert avec l’objectif du système auditif : capter l’ensemble des sons dans le monde qui nous entoure et présenter ces signaux de manière claire et naturelle au système binaural.



Soundscape: L'assemblage des sons de l'endroit où nous nous trouvons et qui nous fournit la signature acoustique du lieu.

Soundscape

Il existe un monde sonore riche autour de l'auditeur. Celui-ci est appelé Soundscape (Schaeffer, 1994). Ces stimulations sonores ne sont pas uniquement des signaux de communication mais les sons quotidiens créent l'ambiance de notre vie au jour le jour. Cette ambiance est essentielle pour que l'auditeur se sente connecté à son environnement (Ramsdell, 1978). Nous voulons avoir la sensation du lieu. Nous voulons que les sons que nous entendons aient une relation naturelle avec le lieu où nous nous trouvons.

Notre système sensoriel est conçu naturellement pour appréhender le monde autour de nous et nous permettre ainsi d'utiliser automatiquement et sans effort toutes les sources d'informations permettant d'identifier les objets et les situations qui nous entourent.

Pour le monde auditif, nous utilisons deux fonctions – la Séparation de flux et l'analyse scénique – pour démonter l'image sonore que nous rencontrons tous les jours (Bregman, 1990). Nous attribuons différentes parties des données acoustiques que nous captions à différentes sources informatives (Séparation de flux) et nous les organisons dans l'espace qui nous entoure (Analyse scénique). Une fois que nous avons organisé ce monde acoustique, nous pouvons alors concentrer notre attention sur les sources considérées comme intéressantes. La capacité à localiser les sons est donc essentielle à l'achèvement de l'analyse scénique. Sans localisation, nous pouvons probablement isoler les différentes sources sonores, les replacer correctement dans l'espace autour de nous est pratiquement impossible. En fait, même la capacité à assigner différentes données sonores à différentes sources peut être limitée significativement par la perte d'indices de localisation. Dans les situations sonores difficiles, l'utilisation des indices de localisation spatiale peut améliorer le rapport signal/bruit fonctionnel de 5 à 10 dB (Cherry, 1953 ; Aborgast, Mason & Kidd, 2005).

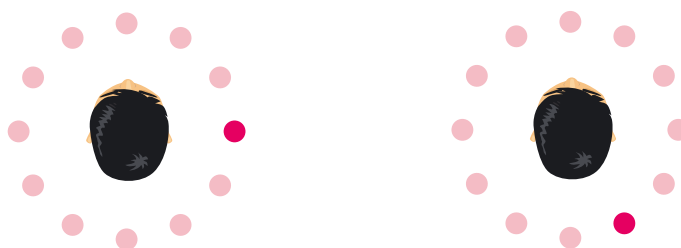
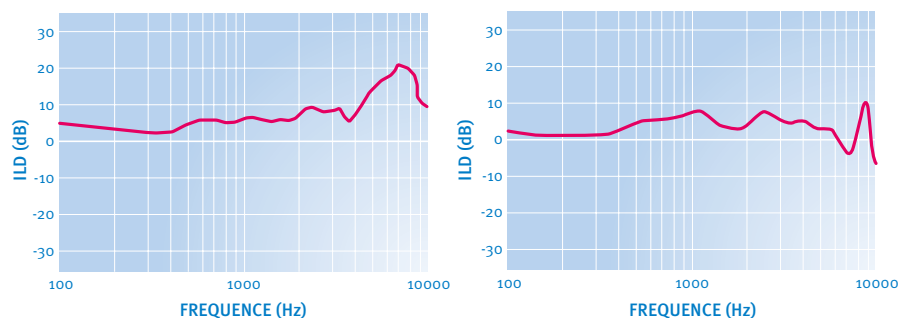


Figure 3: La différence spectrale inter auriculaire pour des sons provenant d'un angle de 90° et de 150° par rapport à l'axe médian. (Sensimetrics Corp., 2003).

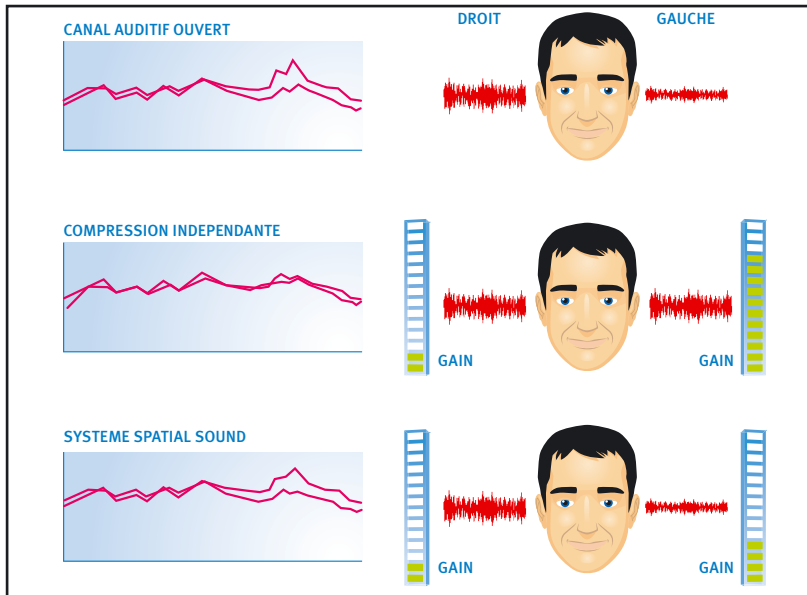


Figure 4: Effet sur la différence spectrale naturelle de deux appareils fonctionnant indépendamment (Au milieu) et de deux Epoq coordonnés par le Spatial Sound de Epoq (En Bas). Les lignes supérieures représentent toujours l'oreille la plus proche de la source sonore alors que les lignes inférieures représentent l'oreille la plus éloignée.

Une des conséquences malheureuses de l'amplification (par rapport à des oreilles nues) est que les capacités de localisation spatiale de l'utilisateur peuvent être réduites par l'amplification (Byrne, Sinclair & Noble, 1998 ; Van den Bogaert et al., 2006). Fermer le conduit auditif réduit l'accès à des indices hautes fréquences essentiels pour la localisation spatiale (Byrne, Sinclair & Noble, 1998). De plus, les systèmes adaptatifs réagissant à l'environnement tels que la directivité automatique (Van den Bogaert et al., 2006) peuvent distordre les indices spectraux et temporels naturels, et « emmêler » les indices aidant à la localisation spatiale. Ce désordre est créé par le fait que ces systèmes ont pour fonction d'optimiser le signal entrant pour cette oreille seule. De plus, le manque de coordination entre les oreilles peut fournir au système auditif central des

données indiciaires qui ne possèdent plus la différence interaurale qui les caractérisent.

En particulier, la présence du crâne crée des différences en les oreilles lorsque le son ne provient pas de l'avant (Yost, 1994) (Figure 3). Ces différences spectrales sont essentielles pour la localisation spatiale. La tendance naturelle des systèmes de compression est de minimiser ces différences spectrales car le gain appliqué au signal est plus important pour les niveaux d'entrée faibles. Une différence de 10 dB apparaissant naturellement entre les oreilles peut être réduite de 3 à 4 dB (voir même moins) par la quantité habituelle de compression utilisée par un système standard WDRC sur une surdité moyenne.

Spatial Sound

La fonction Spatial Sound de Epoq compare les entrées des deux appareils auditifs et, à haut débit, ajuste la réponse des compressions pour maintenir une différence spectrale précise sur les hautes fréquences. Ceci a pour effet de fournir au système auditif central une série de données appariées qui reflètent plus précisément la véritable différence interaurale : information qui est vitale pour un décryptage précis de l'environnement auditif. (Pour plus de détails sur la littérature très riche en matière de localisation spatiale, cf. Annexe A). La ligne supérieure de la figure 4 montre le spectre mesuré dans les conduits auditifs au Kemar à droite et à gauche pour des sons présentés à 45° par rapport à l'axe médian de la tête. Remarquez la différence naturelle de niveau sur les hautes fréquences. Par exemple, au dessus de 4 kHz, la différence de niveau est supérieure à 15 dB. La ligne centrale représente la différence spectrale qui existe lorsque l'on utilise des appareils auditifs non linéaires indépendants et programmés pour la même perte auditive. Remarquez comme la différence spectrale sur les hautes fréquences

Spatial Sound: la capacité de Epoq à préserver très précisément les indices de localisation qui apparaissent naturellement de chaque côté de la tête.



ces a été réduite significativement. La ligne du bas montre la même différence mais en utilisant désormais Epoq. Remarquez comme la différence spectrale naturelle sur les hautes fréquences a été mieux conservée. La réponse des systèmes de compression lorsqu'ils fonctionnent indépendamment sur chaque oreille (ligne centrale) est logique si l'on regarde une oreille à la fois. Le signal d'entrée est plus faible à gauche qu'à droite, le gain est donc plus important à gauche qu'à droite. Cependant, si l'on considère les stimuli comme deux sources de données pour un système binaural, la différence de niveau interaurale - information vitale - est perdue. Spatial Sound permet de mieux maintenir cette information lorsque les deux appareils fonctionnent ensemble (Ligne du bas).

Le traitement binaural est également appliqué aux autres systèmes adaptatifs réagissant à l'environnement. Dans nos appareils, lorsqu'ils fonctionnent indépendamment, la réduction de bruit et la directivité contrôlées par l'IA opèrent de manière à évaluer les conditions environnementales et à ajuster les systèmes adaptatifs en se basant sur les conditions immédiates rencontrées par l'appareil (Schum, 2004) Comme les paramètres tels que le niveau du signal et le rapport S/B peuvent différer d'une oreille à l'autre, ces systèmes intelligents peuvent prendre des décisions différentes de part et d'autre de la tête. Parfois cela est censé mais parfois cela peut conduire à des réponses du système différentes d'une oreille à l'autre : omni avec réduction de bruit maximum sur l'oreille droite mais une directivité partagée et une réduction de bruit en mode parole+bruit sur l'oreille gauche. Ceci n'est pas bon pour le cerveau. Cela va créer la sensation que quelque chose de différent se passe d'un côté alors que le travail du cerveau est de fusionner et d'unifier la perception. Plus important, il existe des situations telles que des configurations très

asymétriques (ex. conduire une voiture avec la fenêtre ouverte) où des réglages identiques seraient un non sens.

Avec une paire d'appareils Epoq, le système Spatial Sound va coordonner les réponses de ces systèmes. Cela permet une amélioration importante de la qualité sonore car les appareils éviteront la situation où un appareil retardera l'autre dans sa prise de décision ce qui entraînerait une mauvaise qualité sonore en raison de la non coordination des changements (Keidser et al., 2006). Dans les situations très asymétriques, la technologie à Intelligence Artificielle de Epoq vérifiera que les deux appareils travaillent séparément. Le principal avantage de ces systèmes de coordination est d'améliorer la stabilité d'écoute pour l'auditeur en coordonnant les changements de mode et en améliorant la stabilité des modes grâce à la comparaison des données sur les deux oreilles avant tout changement de mode. La prise de décision devient plus fiable et évite la sensation d'un système qui est trop réactif en termes de traitement du signal.

En résumé, Spatial Sound, garantit que l'auditeur bénéficie des effets des systèmes avancés de traitement sans rencontrer la réduction de la qualité sonore due à un traitement non coordonné. Le traitement binaural (ex. coordination des compressions) maintient l'organisation, les contrastes et l'asymétrie naturelle des sons de la scène acoustique. Les utilisateurs découvriront une image sonore plus stable complétée par une réduction des changements de mode non coordonnés et une meilleure conscience de la scène auditive globale.

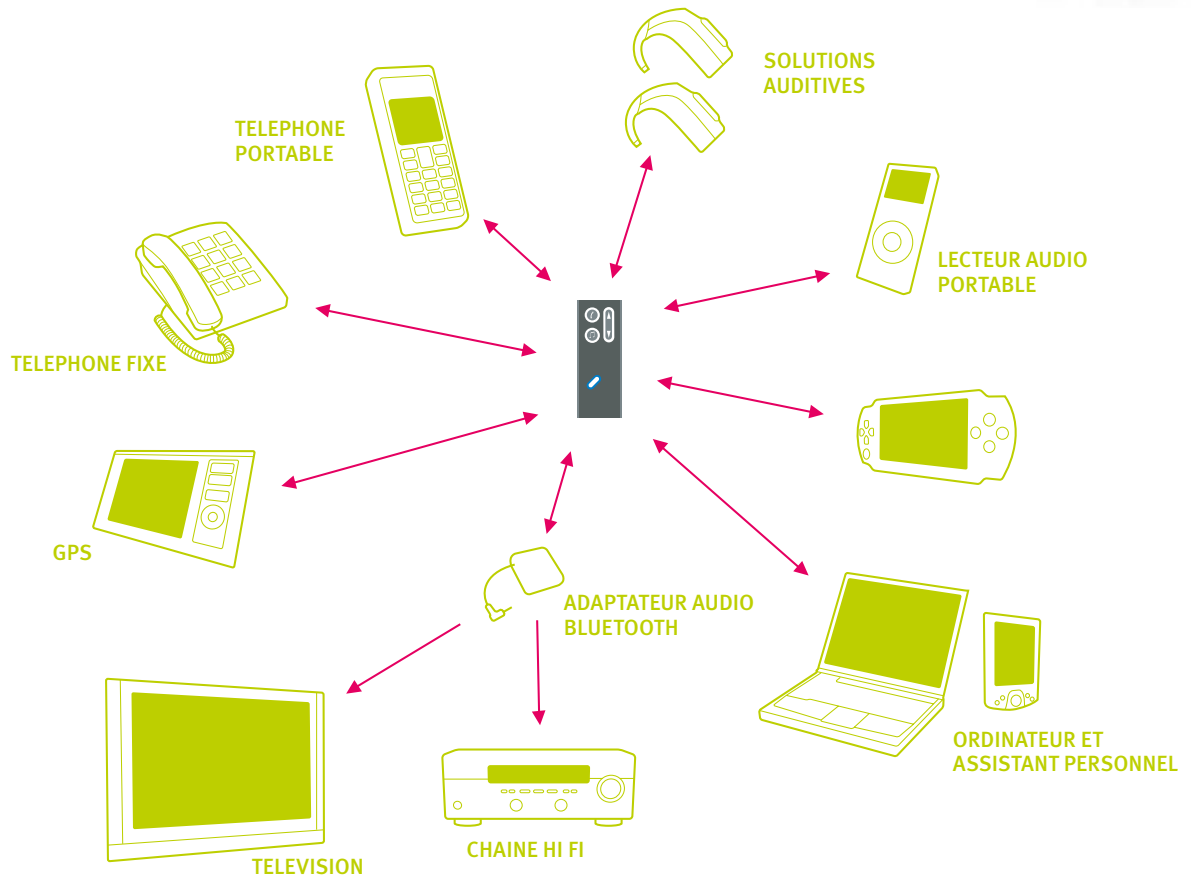


Figure 5: Le diagramme montre la relation entre les systèmes auditifs Epoq, le Streamer et les sources externes.

Se connecter au Monde Lointain

Malgré les avancées dans le domaine du traitement du son autorisées par les appareils numériques, il existe toujours des situations auditives qui restent insuffisamment solutionnées. Ces situations sont constamment évoquées par les utilisateurs d'appareils auditifs comme étant celles où leurs appareils leur donnent le moins de satisfaction – et malheureusement, ces expériences détériorent leur perception générale de leur appareillage auditif. En général, les utilisateurs considèrent l'utilisation des téléphones mobiles avec l'appareillage auditif comme la situation la plus difficile qu'ils rencontrent, et seulement 62 % de tous les utilisateurs qui considèrent

comme acceptables les performances dans ce scénario (Kochkin 2005). Les problèmes sont généralement classifiés comme des problèmes de compatibilité ou d'interférences électroniques.

Pendant des années, les appareils auditifs ont été conçus avec comme priorité le signal de parole « Live ». Comme nous le savons tous, les informations intéressantes nous arrivent de différentes autres façons : téléphones mobiles, lecteurs MP3, télévision, Internet. Jusqu'à présent, l'accès à ces autres signaux a été placé au second plan dans la conception des appareils auditifs. Epoq a été conçu pour fournir aux malentendants un accès total à tous les sons existants, peu importe comment ils nous parviennent.



Figure 6: Vue du Streamer.

Comme nous l'avons décrit précédemment, l'architecture RISE a été construite avec une fonction de réception/transmission magnétique sans fil. Cette fonctionnalité n'est pas utilisée uniquement pour connecter les appareils en une paire binaurale, elle est également utilisée pour communiquer avec une passerelle portable (Streamer). Le Streamer Oticon Epoq (Figure 5) peut transmettre un signal audio sans fil directement dans chaque appareil à partir de différents types d'équipements sonores électroniques. Le système sans fil magnétique EarStream crée une zone de réseau personnel (PAN) dans la moitié supérieure du corps, permettant aux appareils de communiquer directement avec le Streamer. Celui-ci utilise alors la technologie Bluetooth pour se connecter à des sources sonores externes qui utilisent cette technique de transmission de plus en plus prédominante. (Pour plus de détails sur l'intégration de la technologie Bluetooth dans Streamer, cf. Annexe B.)

Avec la connectivité sans fil Bluetooth intégrée à Streamer, Epoq peut se transformer instantanément en un kit sans fil pour téléphone mobile, avec un son clair et net dans chaque oreille, ce qui élimine les fameux problèmes de compatibilité avec les téléphones mobiles.

Une deuxième fonction importante de Streamer est de connecter les appareils auditifs à différentes sources audio pour le divertissement ou l'information. Streamer accepte également tout signal audio accessible par une connexion filaire directe, permettant par exemple la connexion avec un lecteur MP3, une radio, un ordinateur, etc. Comme de plus en plus de ces systèmes émettent leurs signaux par Bluetooth, la connectivité de Streamer sera élargie.

Comprenant que la haute technologie est inutile si elle est difficile à utiliser, le Streamer a été conçu pour être extrêmement simple à utiliser à la fois pour le professionnel et pour le patient. Utiliser un Streamer est aussi simple que d'appuyer sur un bouton.

L'utilisateur contrôle tous les scénarii à partir de Streamer (voir Figure 6), y compris le contrôle du volume. En permettant aux appareils auditifs de devenir des casques sans fil pratiquement invisibles sur les oreilles, les sons en provenance des appareils compatibles Bluetooth seront transmis aux deux oreilles sans perte de qualité sonore. Grâce à un micro intégré dans lequel l'utilisateur parle, le Streamer Epoq fonctionne comme un kit de téléphone Bluetooth seul en son genre et résout les problèmes liés à la coexistence des appareils auditifs et des téléphones mobiles. Plus de problèmes de bourdonnements ou de volume trop faible.

En d'autres termes, le Streamer Epoq va offrir à son utilisateur l'équivalent d'un kit main libre Bluetooth pour chaque oreille. Sans avoir besoin de fixer un quelconque système à l'oreille ou un quelconque cordon.

En résumé, Streamer utilise la technologie sans fil EarStream pour envoyer, à haut débit, tout signal en provenance du monde extérieur et transmis soit par Bluetooth, soit par connexion filaire. Parce que jusqu'à nos jours

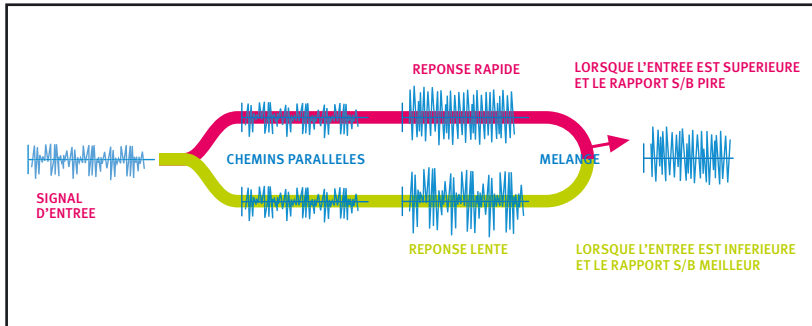


Figure 7: Diagramme du cheminement dans le traitement en parallèle du système de compression True Dynamics.

aucun appareil auditif n'a été développé avec la connectivité comme élément essentiel du cahier des charges, les problèmes de compatibilités ont été répandus et ont frustré les utilisateurs d'appareils auditifs. Ils se sont sentis de plus en plus exclus de l'explosion de la communication que nous vivons tous. Epoq et Streamer rattrapent le retard.

Un traitement du signal nouveau et habile

Il est clair que les plus remarquables améliorations apportées par Epoq sont le Spatial Sound et l'accès aux signaux transmis par Streamer. Toutefois, il y a une série importante de nouvelles techniques inhérentes à chaque Epoq et qui par elles-mêmes apportent des nouveaux avantages pour les patients.

True Dynamics

Les systèmes de compression dans les appareils traditionnels ont toujours soufferts d'un compromis. Soit la compression est relativement rapide, apportant une bonne intelligibilité mais au prix d'une qualité sonore réduite et d'une plus grande fatigabilité. Soit d'autre part, la compression est relativement lente, apportant une bonne qualité sonore et une fatigabilité minimum mais au prix d'une réduction de l'intelligibilité. Différents auteurs ont faits des suggestions sur la meilleure façon de

faire correspondre les types de compressions avec les différentes catégories d'utilisateurs (Neuman et al. 1998 ; Gatehouse et al. 2003). Beaucoup de ces recommandations se réfèrent à une estimation des différents types d'environnements que risque de rencontrer l'utilisateur.

Nous savons que différents types d'environnements sonores réclament différents fonctionnements des systèmes de compressions. Grâce à True Dynamics, Epoq est le seul appareil auditif à proposer deux systèmes de compressions séparés (cf. Figure 7) travaillant en parallèle et dont le fonctionnement solutionne le compromis classique – une partie fonctionne relativement lentement et possède 15 canaux – alors que l'autre partie fonctionne relativement rapidement et possède 4 canaux. Le système True Dynamics ajuste en continu la contribution de ces deux systèmes de compression, en fonction des caractéristiques de la situation sonore, pour préserver la qualité sonore et minimiser la fatigue auditive.

Dans des environnements sonores faibles ou modérés, là où le rapport S/B est généralement bon, le système répond plus lentement de manière à essayer d'optimiser la qualité sonore et de réduire la fatigabilité. Dans ces environnement plus calmes, la compression rapide a tendance à rendre beaucoup de sons faibles liés à l'ambiance plus audibles qu'ils n'ont besoin, conduisant ainsi à la sensation qu'il y a trop de sons. Les clicks d'un clavier, le bourdonnement du réfrigérateur ou les pneus sur l'asphalte ont tendance à être plus forts que naturellement, ce qui donne au patient le sentiment d'entendre beaucoup trop et qui perturbe la relation naturelle des bruits dans un univers sonore calme. Un système plus lent, en particulier s'il est constitué de 15 canaux, garantira que le niveau moyen de la parole dans l'environnement est totalement audible, mais le besoin d'amplifier



absolument tous les petits phonèmes ne sont ni nécessaires ni appropriés pour l'utilisateur. Le rapport S/B tend à être bon (Pearsons, Bennett & Fidell, 1977) donc la bonne intelligibilité n'est pas un problème.

Quand le niveau sonore augmente et que le rapport S/B s'appauvrit (Pearsons, Bennett & Fidell, 1977), la contribution de la compression rapide augmente. L'idée est de s'assurer qu'un maximum d'informations de la parole soit présenté à l'oreille. Dans ces situations plus difficiles, la qualité sonore n'est pas un objectif prioritaire. Le patient cherche plutôt quels sont les indices de la parole qui peuvent être trouvés dans le bruit de fond. Une compression plus rapide aide à maintenir l'audibilité. De plus, les situations sonores fortes et bruyantes comportent des pics d'intensité (rires, claquements de portes, etc.). Le système de compression rapide fournit une excellente

protection contre les transitoires très fortes, et il revient rapidement au niveau de base ce qui évite les effets de pompage caractéristiques des compressions lentes en environnements sonores élevés.

Bien que les appareils auditifs multicanaux nous aient permis de mieux atteindre les gains cibles, le but essentiel des systèmes de compressions multicanaux qui est de mieux diviser la scène sonore n'a pas été atteint. En fait, dans les systèmes de traitement numérique du signal, au-delà de quatre canaux, il n'existe pas de réel avantage à augmenter le nombre de canaux pour l'intelligibilité (Moore & Glasberg, 1986 ; Stone, Moore, Alcantara & Glasberg, 1999). Une raison essentielle à cela est la limitation du fonctionnement indépendant de ces canaux. Des canaux de compressions multiples découperaient la scène auditive et créeraient un désordre spectral

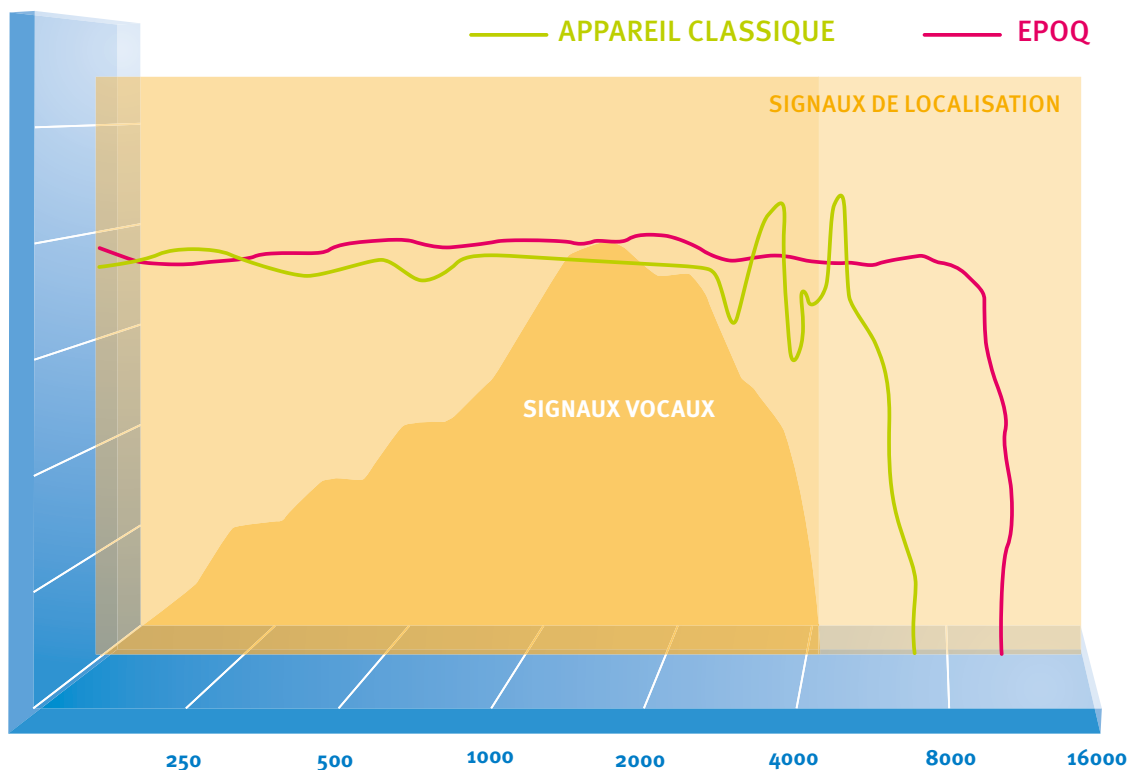


Figure 8: Comparaison entre l'emplacement des informations phonétiques et des informations utilisées pour la localisation.



entre les canaux car leur action varierait très rapidement l'une par rapport aux autres en fonction des variations d'intensité et de fréquence. Pour résoudre ce problème important de qualité sonore, on choisit de coupler les canaux entre eux pour que le fonctionnement ressemble plus à celui d'un appareil possédant moins de canaux (par ex. 2-4) qu'en réalité (par ex. 12-20).

Donc, pour des signaux dont le spectre varie rapidement, un nombre limité de canaux représente la meilleure solution. A l'inverse, lorsque l'entrée varie plus lentement dans le temps, un grand nombre de canaux offre beaucoup plus d'avantages en termes de qualité sonore et de capacité à mieux cartographier l'environnement sous-jacent.

Dans Epoq, le circuit de compression rapide utilise quatre canaux indépendants pour conserver la fidélité spectrale et temporelle des signaux de parole et de nombreux sons de la vie quotidienne car ils varient beaucoup et rapidement. Dans le circuit de compression lente, 15 canaux sont utilisés pour faire entrer le signal le mieux possible dans la dynamique résiduelle du malentendant. Cette configuration optimale peut être utilisée sans risque de distorsions car les conditions d'écoute sont typiquement meilleures.

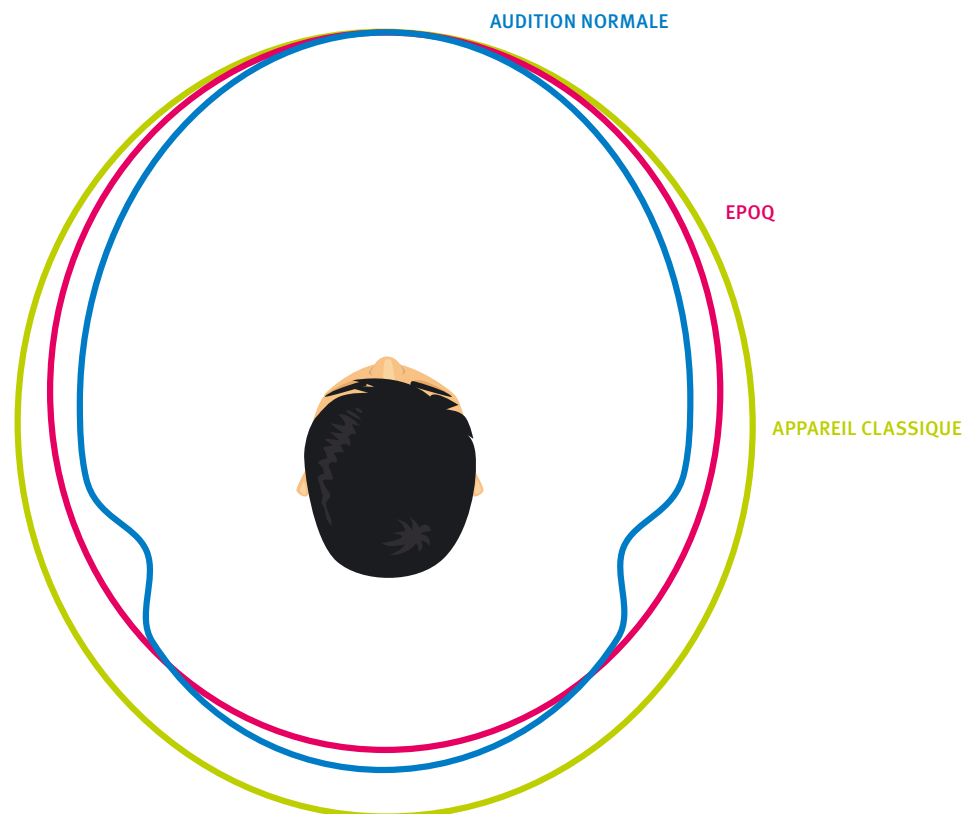


Figure 9: Pattern de sensibilité d'une oreille ouverte (ligne bleue), d'un contour omnidirectionnel (ligne verte) et d'un Epoq avec la fonction Front Focus (ligne rouge).



Extreme Bandwidth

L'amélioration de la technologie des transducteurs pendant ces vingt dernières années a conduit à un élargissement croissant de la bande passante des appareils auditifs. Toutefois, comme le suggère l'Index d'Articulation (Kyter, 1962) il n'y a que peu d'informations nécessaires à la compréhension au-delà de 5 à 6 kHz., le besoin d'une bande passante extrême dans les appareils auditifs a été mis en doute. Cette analyse oublie un point important à propos du fonctionnement du système auditif humain. Nous utilisons les informations de la zone fréquentielle située au-delà de la bande passante des appareils conventionnels pour localiser la provenance des sons. Il y a de l'énergie de la parole dans ces zones fréquentielles, même si elle ne transporte pas d'informations phonémiques. Ainsi cette énergie (figure 8) peut être utilisée par l'auditeur pour localiser le locuteur dans l'espace (Best et al., 2005).

Epoq possède une bande passante audio bien supérieure aux appareils auditifs conventionnels – étendue jusqu'à environ 10 kHz. Ces hautes fréquences sont essentielles pour une localisation précise. Connaître la position du locuteur est la première étape permettant de comprendre ce qui se dit dans un environne-

ment sonore difficile (Arbogast, Mason & Kidd, 2005). L'être humain possède une incroyable capacité à localiser le locus et à porter son attention sur le message vocal.

Front Focus

Notre oreille externe à la forme qu'on lui connaît pour une raison importante : améliorer sa sensibilité pour les sons provenant de l'avant. Les sillons et les arêtes créent une empreinte acoustique utilisée par le cerveau pour localiser la source sonore. Lorsque le son est capté, non pas dans le conduit auditif comme c'est le cas sans appareil, mais sur le dessus de l'oreille, nous perdons cette directivité naturelle (Figure 9).

Front Focus est une fonction disponible dans les versions contours et RITE de Epoq. Lorsque l'appareil fonctionne en mode omnidirectionnel, l'objectif de Front Focus est de restaurer la directivité naturelle de l'oreille externe qui est perdue en déplaçant les microphones vers le dessus du conduit auditif. En simulant cet effet d'ombre de l'oreille externe – l'effet pavillon – Front Focus agit pour restaurer la directivité naturelle de l'oreille, et ainsi préserver la capacité naturelle de l'utilisateur à différencier les sons provenant de l'avant, de ceux provenant de l'arrière.



Figure 10: Comparé aux aides auditives conventionnelles opérant d'une façon indépendante, DFC compare l'effet Larsen potentiel des deux oreilles en même temps avant de déclencher une phase d'annulation.

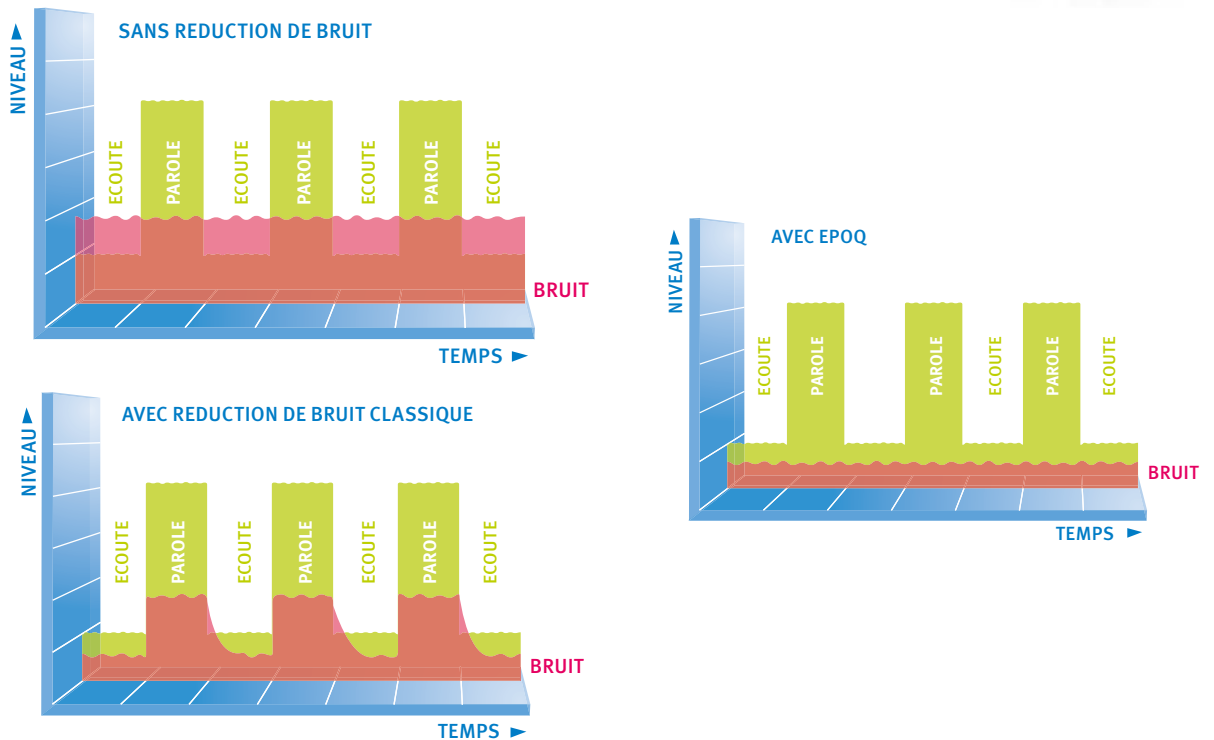


Figure 11: Le rapport Signal/bruit mesuré par l'appareil auditif est très différent pour la propre voix de l'utilisateur que pour les autres voix. Ceci perturbe le système de réduction de bruit des appareils traditionnels, et le niveau de bruit monte et descend à chaque échange de conversation entre l'utilisateur et son interlocuteur. Comme Epoq sait à quel moment l'utilisateur parle, il conserve une image du rapport signal/bruit très précise.

Front Focus aide l'utilisateur non seulement à retrouver le côté naturel de l'univers sonore, mais l'aide également à identifier plus facilement la direction des sources sonores proches.

Suppression Dynamique du Larsen Binaural

Les systèmes DFC ont subi une importante amélioration avec Epoq. Grâce à l'utilisation de la communication haut débit binaurale, notre système DFC amélioré utilise les détecteurs de Larsen de chaque appareil en les comparant et permet d'obtenir une détection du Larsen beaucoup plus précise, évitant ainsi les "faux positifs" et les artéfacts rencontrés avec les DFC traditionnels. Les tonalités hautes fréquences telles que les instruments de musique ou les alarmes peuvent tromper les

systèmes DFC en leur faisant croire à la présence de Larsen. Le système de suppression crée alors un son inverse qui peut être entendu par l'utilisateur et ses voisins proches.

Dans Epoq, si un signal de type "Larsen" avec les mêmes caractéristiques spectrales est détecté par les deux appareils, le système binaural considèrera ce signal comme n'étant pas du Larsen mais un signal extérieur et stoppera la génération du son inverse qui n'est pas nécessaire (cf. figure 10).

Ce système amélioré permet à l'utilisateur d'apprécier une excellente qualité sonore en particulier lorsqu'il écoute de la musique comprenant de nombreuses notes isolées.

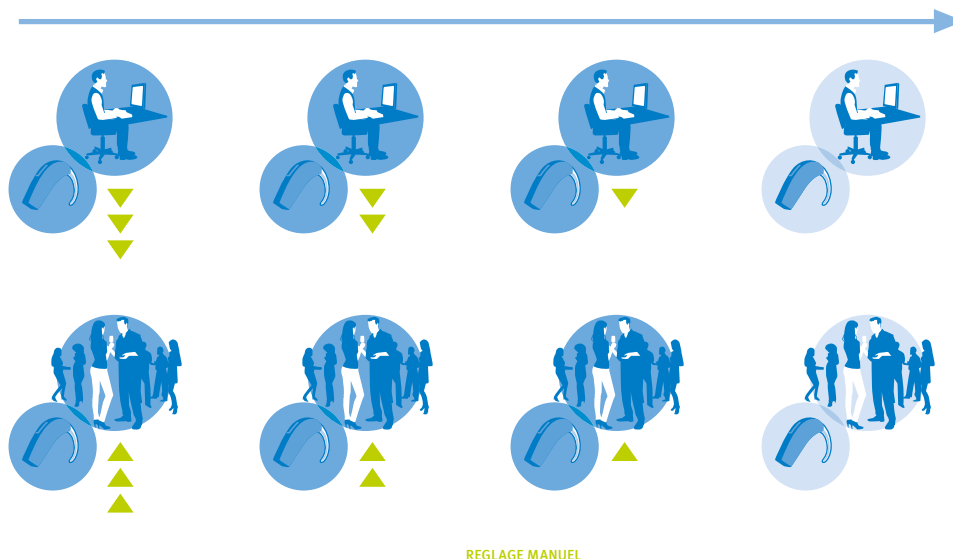


My Voice

Avec la fonction My Voice dans Epoq, l'utilisateur découvrira une image sonore plus stable dans les environnements bruyants car, pour la première fois, un appareil sera capable de reconnaître la voix de son utilisateur – et réagir en conséquence. Ceci est basé sur le principe bien connu selon lequel le niveau sonore diminue de 6 dB à chaque fois que l'on double la distance. Le micro avant du système directionnel d'Epoq se trouve plus près de la bouche de l'utilisateur que le micro arrière. Ces deux points de mesure sont suffisamment proches de la source pour que la perte d'intensité subie par le son lorsqu'il passe de l'avant à l'arrière soit détectable. En effet, les sons provenant de plus loin ne varient pas suffisamment en intensité à partir du moment où ils atteignent l'appareil pour que la différence entre le micro avant et le micro arrière soit significative. Ainsi, Epoq peut dire si la parole qu'il détecte provient de son utilisateur ou de quelqu'un d'autre dans l'environnement immédiat. Grâce à My Voice, Epoq ajustera dynamiquement son traitement du signal, en fonction du moment où l'utilisateur parle ou non.

Lorsqu'une conversation est échangée entre un utilisateur d'appareil auditif et une ou plusieurs autres personnes, le rapport S/B varie énormément au niveau de l'appareil auditif (Figure 11). Pour un niveau de bruit donné, la voix de l'utilisateur sera captée à un niveau bien supérieur à celle des voix des autres participants à la conversation. Le système de gestion tri-mode du bruit, comme tous les autres systèmes présents dans les appareils modernes, surveille en permanence et réagit aux variations du rapport S/B détecté par l'appareil. Jusqu'à présent les appareils réagissent à ces changements à court terme du rapport S/B même si le bruit de fond est relativement stable, relâchant la réduction de bruit chaque fois que l'utilisateur parle et en le relançant à chaque fois que la parole passe à un autre intervenant. Ceci entraîne une perception du bruit de fond et des sons environnementaux très perturbée et plus inconfortable qu'elle ne devrait.

My Voice s'assure que l'appareil conserve les mêmes réglages, peu importe qui parle, fournissant ainsi une sensation sonore plus douce et plus naturelle en raison de la stabilisation du niveau de bruit de fond. Ceci apporte un



REGLAGE MANUEL

Figure 12: La fonction Life Learning recherche les variations du potentiomètre pour différents environnements sonores et ajuste en fonction à la fois le gain faible et le gain fort dans le temps.



grand bénéfice dans les situations les plus fortes et les plus bruyantes. L'utilisateur découvrira une image sonore plus naturelle et plus consistante pendant la conversation – car il ne sera plus perturbé par sa propre voix.

Life Learning

Récemment, l'importance de la relation entre l'écologie auditive de l'utilisateur et les préférences pour les réglages de l'appareil a été étudiée (Gatehouse, Naylor & Elberling, 2003 ; Jensen, Petersen & Nielsen, 2005). Malheureusement, cette interaction entre l'utilisateur et son environnement est très individuelle et ne peut être prédite à partir de l'audiogramme. Alors que les préférences basées sur la sélection d'un appareil actuel et les questions autour de l'écologie auditive fournissent une direction en termes de préférences, la seule méthode pour totalement évaluer l'environnement

de l'utilisateur est d'étudier les performances de l'appareil dans la vie courante. Le Datalogging et l'Envirogramme fournissent une voie pour faciliter une meilleure compréhension du fonctionnement réel de l'appareil (Flynn, 2005). Construits sur ces fondations, Epoq permet une nouvelle opportunité pour l'appareil auditif de mieux s'adapter à l'environnement de l'utilisateur.

Il s'intéresse à deux secteurs clés :

- Les préférences de potentiomètre sont apprises en permanence pour chaque programme et pour une classification précise des environnements sonores (Figure 12). Epoq n'enregistre pas uniquement les données, mais il s'en souvient et applique les variations de potentiomètre. Contrairement aux systèmes précédents, Epoq reconnaît que ces changements doivent être interprétés avec prudence et ajustés au travers

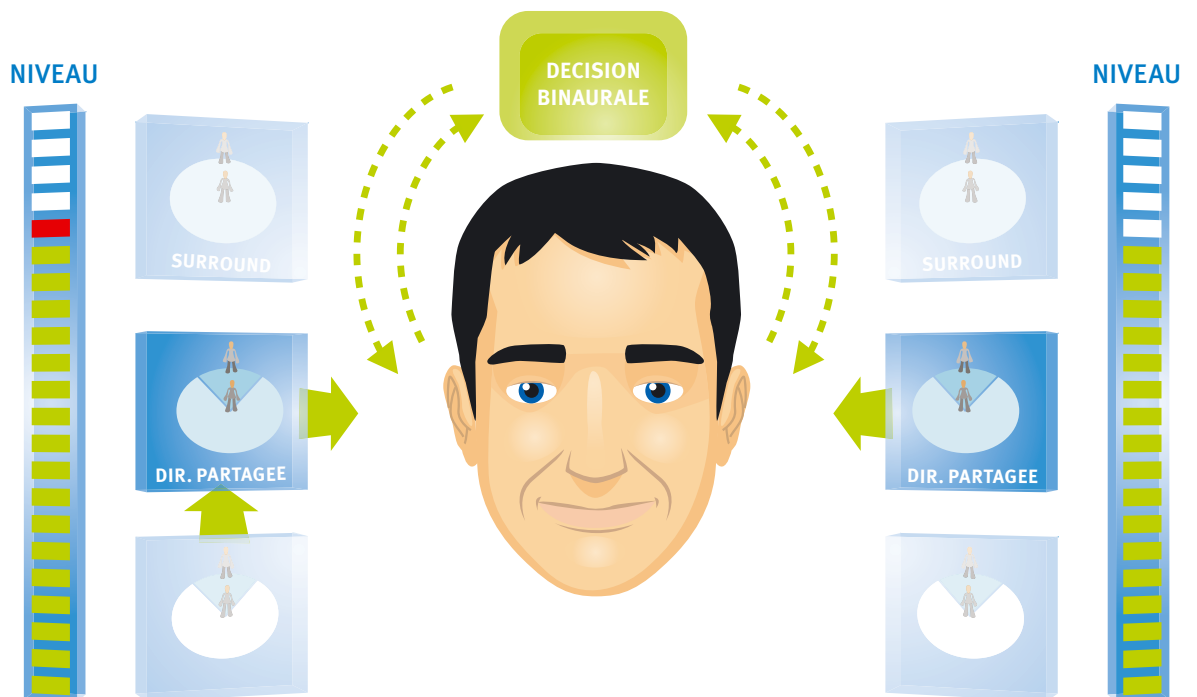


Figure 13: Le mode de Directivité Adaptive Multibande est coordonné entre les deux oreilles.



d'une échelle fine, soit comme un changement global ou plutôt comme un changement dans un nombre limité de scènes auditives. Epoq va analyser les modifications de volume par l'utilisateur en fonction de la présence de parole, du degré de bruit de fond et également du niveau sonore.

True Dynamics est optimisé pour le style de vie spécifique à l'utilisateur, en se basant sur la complexité actuelle de l'environnement acoustique. Les utilisateurs varient en termes d'environnements sonores rencontrés et en termes d'efficacité des différentes approches de compressions dans ces environnements (Gatehouse et al., 2003). En se basant sur l'accumulation de nos connaissances sur le niveau de distribution et la proportion de parole et de bruit qu'un utilisateur classique rencontre, nous avons établi la réponse dynamique des systèmes de compression. Si, au cours du temps, il devient clair que

l'utilisateur rencontre des situations qui sont plus ou moins dynamiques que la moyenne, des ajustements sont réalisés dans le mixage des composantes rapides et lentes du système True Dynamics.

En partant de la configuration initiale et en fonction des spécificités apparues ultérieurement, l'apprentissage permet à Epoq de construire progressivement les réglages de l'appareil. La clef est qu'Epoq adapte les performances de l'appareil auditif au travers de plusieurs fonctions automatiques pour obtenir les meilleures performances possibles. Plus important, cette adaptation s'effectue tout au long de la durée de vie de Epoq ce qui permet d'être sûr que Epoq continuera à s'adapter aux changements de style de vie du patient.

Communication sans fil			
Rapide	Catégorie	Objectif	Exemples
	Live Streaming	Permet la transmission en continu et sans fil d'un flux audio vers chaque oreille et en provenance de diverses sources électroniques comme les téléphones mobiles Bluetooth et les MP3 haut de gamme..	Oticon Epoq Streamer
	Traitement binaural	Offre un véritable traitement binaural permettant de corrélérer des paramètres à action rapide telle que la compression pour la préservation de l'image stéréophonique exacte et permettre ainsi d'améliorer la localisation spatiale et la stabilité du son dans les situations changeantes.	Spatial Sound Binaural DFC Binaural My Voice
	Synchronisation	Synchronisation – Synchronisation simple et binaurale des changements de statut des automatismes et des fonctionnalités adaptatives telles que la directivité et la réduction de bruit pour obtenir un fonctionnement moins perturbant et plus équilibré des appareils.	Directivité Binaurale Gestion binaurale du bruit
	Coordination	Coordination – Coordination simple des ajustements de volume et des changements de programmes entre les deux appareils.	Utilisation binaurale du volume Util. binaurale du bouton poussoir Utilisation binaurale du téléphone
Lent			

Figure 14: Une corrélation très claire existe entre la vitesse de communication et la valeur qu'elle peut fournir.



Fonctions audiologiques avancées

Comme nous l'avons dit précédemment, l'architecture RISE est la première architecture d'appareils auditifs conçue dès le départ pour la connectivité. Celle-ci permet aux deux appareils d'échanger des informations à haut débit. Cette capacité permet un véritable traitement du signal binaural. De plus, elle nous permet d'améliorer certaines technologies, comme la Directivité Multibande Adaptative et la Gestion Trimode du Bruit, qui ont jusqu'à présent défini les traitements de signaux les plus perfectionnés dans les appareils auditifs. Ces fonctions ont été améliorées pour fonctionner plus précisément lorsqu'elles sont utilisées dans un système binaural.

Une avancée majeure dans la coordination du traitement de deux appareils est d'être capable d'accroître la robustesse des systèmes de détection pour réduire le risque de faux positifs. C'est le cas pour la détection de la voix de l'utilisateur qui est synchronisée entre les appareils pour améliorer la fiabilité (moins de faux positifs). Par exemple, une personne qui chuchote ou parle à proximité d'une oreille ne sera pas détectée comme étant la propre voix de l'utilisateur. De même, la communication binaurale est utilisée dans le contrôle du système de suppression dynamique du Larsen pour réduire les artéfacts dus à des sources externes de sons purs (Ex. la musique).

De plus, une meilleure stabilité des systèmes automatiques peut être espérée. Par exemple, si l'on s'intéresse au système de Directivité Multibande Adaptative (Figure 13), si une oreille est proche du seuil d'enclenchement du mode directionnel, elle risque de changer souvent entre les modes en fonction de faible variation dans la scène auditive. L'information en provenance de l'appareil controlatéral peut également confirmer que la directivité est avantageuse dans cette situation et ainsi l'appareil restera en mode directionnel.

L'avantage le plus récent et le plus immédiat de la communication entre les oreilles est la coordination des fonctions. Malgré le développement d'appareils entièrement automatiques, un nombre significatif d'utilisateurs d'appareils auditifs désire garder un certain niveau de contrôle de leurs appareils. D'autres encore ont des besoins qui nécessitent l'utilisation d'un programme spécifique ou dédié. Malheureusement, un des problèmes soulevé par le port de deux appareils, c'est qu'il peut s'avérer difficile de changer le volume ou le programme sur les deux oreilles. Epoq offre à l'utilisateur la capacité de contrôler les deux appareils simultanément.

Comme le montre la figure 14, il existe une très forte corrélation entre la vitesse de communication et l'apport qu'elle fournit. Une vitesse de communication sans fil relativement lente dans les appareils est utile pour établir une simple synchronisation entre les appareils à savoir le contrôle du volume et le changement de programme – ou les changements de fonctions de l'appareil à lent changement comme la directivité.

EarStream, la technologie sans fil haut débit contenue dans Epoq, permet d'accéder à l'étape suivante qui apporte au client les avantages d'un véritable traitement binaural du signal. Cette étape permet une communication ultra rapide entre les appareils qui permet la coordination entre autres des compressions et des systèmes DFC. En outre, EarStream permet la transmission en temps réel d'un flux audio numérique. Enfin, l'univers sonore offert par les médias électroniques – comprenant les téléphones mobiles, les lecteurs MP3 et plus encore – deviennent accessibles aux utilisateurs – envoyés directement dans les oreilles.



Une Nouvelle Sensation pour l'Utilisateur

Nous savons depuis plusieurs années comment corriger la perte auditive et comment contrôler les effets du bruit. La technologie au cœur d'Epoq nous permet de franchir une nouvelle étape dans les bénéfices que nous apportons aux utilisateurs.

- **Un meilleur partage de l'Information:** Nous tirons énormément avantage de la dualité de nos sens... notre sensation visuelle et notre audition par exemple, sont fortement améliorées lorsque nous pouvons utiliser à la fois nos yeux et nos oreilles – pas seulement les uns ou les autres. La technologie binaurale haut-débit permet un échange d'informations à grande vitesse. En raison du faible débit, les systèmes binauraux précédents n'ont partagé que des informations rudimentaires de réglage. En entrant dans le monde de la grande vitesse, Epoq réalise le vieux rêve du traitement binaural.
- **Meilleure préservation de la richesse du Monde Sonore:** Les appareils auditifs peuvent amplifier suffisamment les sons pour les rendre audibles. Mais cette manipulation sonore agressive peut également distordre et perturber l'aspect du paysage sonore – réduisant la complexité de la vie à un signal acoustique unidimensionnel. Seule la technologie la plus sophistiquée – trouvée dans les fonctions de Epoq telles que My Voice, True Dynamics et plus particulièrement Spatial Sound – peut améliorer le son pour le mettre à disposition de l'utilisateur tout en préservant les éléments subtils qui apparaissent naturellement et qui sont si importants pour l'appréciation totale du paysage sonore.

- **Meilleur Accès au Monde Sonore avec EarStream :** Epoq a été conçu pour offrir aux malentendants un accès total aux sons de la vie, peu importe comment ils nous arrivent. A partir de maintenant, les utilisateurs d'appareils auditifs peuvent accéder aux sons provenant des téléphones mobiles ou aux autres signaux du Monde Loin-tain aussi efficacement qu'une personne normo entendante.



Conclusion Finale :

Obtenir ce que nous attendons des appareils auditifs

Avant que la suppression du Larsen ne soit possible, nous étions persuadés que le conduit auditif devait être fermé. C'était devenu un élément incontournable dans la conception d'un appareil auditif et dans l'expérience des patients. Nous parlions de réglages fins et de guidance du patient pour minimiser l'effet de l'occlusion. Lorsque la suppression du Larsen était proche de devenir une réalité, l'application attendue était de réduire le Larsen dans les appareillages surpuissants. Il nous a fallu prendre du recul et imaginer ce que la suppression du Larsen pouvait signifier en matière de développement d'appareils auditifs pour que nous créions le concept d'Open Ear Acoustics. En cinq petites années, les adaptations ouvertes sont devenues l'approche par défaut dans l'industrie, alors que l'adaptation fermée n'est plus utilisée qu'en dernier recours.

Où en sommes-nous maintenant ? Nous avons développé une longue liste de techniques de traitement du signal et de pratiques d'appareillage conçues pour optimiser l'appareillage une oreille à la fois. Il faut imaginer à quel point ces systèmes peuvent être grandement améliorés si nous considérons les effets binauraux. Chaque client nous arrive avec d'incroyables capacités à capter l'information et à lui donner une signification. En considérant l'adaptation prothétique non pas comme une correction d'une perte périphérique mais plutôt comme l'amélioration du signal pour un système binaural destiné à capter deux entrées et à créer une perception précise, nous pouvons redéfinir le rôle de l'appareillage auditif. Les sons qui nous entourent – Le monde Proche – dans leur intégralité nous fournissent la perception du temps et de l'espace. L'amplification doit être vue comme une façon d'immerger le client dans ce monde.

Comment conseillons-nous l'accès au téléphone ? “Achetez un téléphone amplifié.” “Tenez votre téléphone mobile orienté de cette façon pour entendre le signal et pas les interférences.” “Il est peut-être préférable de retirer votre appareil auditif.” Ce n'est pas un accès, c'est un contournement. Imaginez maintenant que les clients puissent accéder au Monde Lointain sans aucune limite. L'accès aux sons diffusés électroniquement ne doit plus être un problème. Il doit être aussi simple que l'accès aux sons de l'environnement immédiat. Cela doit devenir un aspect naturel de l'utilisation d'un appareil auditif.

Epoq redéfinit le rôle d'un appareil auditif. Il est l'interface entre le client et le monde dont nous faisons tous partie.



Bibliographie

Arbogast, A., Mason, C. & Kidd, G. (2005).

The effect of spatial separation on informational masking of speech in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 117(4), 2169-2180.

Best, V., Carlile, S., Jin, C. & Schaik, A. (2005).

The role of high frequencies in speech localization. *Journal of the Acoustical Society of America*, 118(1), 353-363.

Bregman, A. (1990).

Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound. MIT, Cambridge, MA.

Blauert, J. (1983).

Psychoacoustical binaural phenomena. In R. Klinke & R. Hartmann (Eds.) *Hearing – Psychological Bases and Psychophysics*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 182-199.

Byrne, D. and Noble, W. (1998),

“Optimizing sound localization with hearing devices. *Trends in Amplification*, 3(2), pp. 51-73.

Byrne, D., Sinclair, S & Noble, W. (1998).

Open Earmold Fittings for Improving Aided Auditory Localization for Sensorineural Hearing Losses with Good High-Frequency Hearing. *Ear & Hearing*, 19, 62-71.

Cherry, E. (1953).

Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975-979.

Dubno, J., Ahlstrom, J. & Horwitz. (2002).

Spectral contributions to the benefit from spatial separation of speech and noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, pp. 1297-1310.

Ericson, M & McKinley, R. (1997).

The Intelligibility of Multiple Talkers Separated Spatially in Noise. In R. Gilkey & T. Anderson (Eds.) *Binaural and Spatial Hearing in Real and Virtual Environments*. Earlbaum, Hillside, NJ. pp. 701-724.

Festen, J. M., and Plomp, R. (1986),

“Speech-reception threshold in noise with one and two hearing devices. . *Journal of the Acoustical Society of America*, 79, 465-471.

Flynn M. (2005).

Datalogging: A new paradigm in the hearing instrument fitting process. *The Hearing Review*, 12(3):52-57

Gatehouse S., Naylor G. & Elberling C. (2003).

Benefits from hearing devices in relation to the interaction between the user and the environment. *International Journal of Audiology*, 42(Suppl 1):S77-85.

Gelfand, S. A., Ross, L., and Miller, S. (1988).

Sentence reception in noise from one versus two sources: Effects of aging and hearing loss. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 248-256.

Goverts, S. T. (2004).

“Assessment of spatial and binaural hearing in hearing impaired listeners,” PhD thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands.

Hawley, M., Litovsky, R. & Culling, J. (2004).

The benefit of binaural hearing in a cocktail party: Effect of location and type of interferer. *Journal of the Acoustical Society of America*, 115, 833-843.

Jensen, N., Petersen, G. & Nielsen, S. (2005).

Auditory ecology in a group of experienced hearing-aid users. Paper presented at the 2005 Scientific Meeting of the American Auditory Society, Scottsdale, AZ, March.



Keidser, G., Rohrseitz, K., Dillon, H., Hamacher, V., Carter, L., Rass, U. & Convery, E. (2006).

The effect of multi-channel wide dynamic compression, noise reduction, and the directional microphone on horizontal localization performance in hearing device wearers *International Journal of Audiology*; 45:563-579.

Kidd, G., Arbogast, T., Mason, C. & Gallun, F. (2005).

The advantage of knowing where to listen. *Journal of the Acoustical Society of America*, 118, 3804-3815.

Kidd, G., Mason, C. & Gallun, F. (2005).

Combining energetic and informational masking for speech identification. *Journal of the Acoustical Society of America*, 118, 982-992.

Kochin S. (2005).

MarkeTrack VII: Customer satisfaction with hearing instruments in the digital age. *The Hearing Journal*, 58(9):30-43.

Koehnke, J. & Besing, J. (1997).

Binaural performance in listeners with impaired hearing: Aided and unaided results. In R. Gilkey & T. Anderson (Eds.) *Binaural and Spatial Hearing in Real and Virtual Environments*. Earlbaum, Hillsdale, NJ. pp. 701-724.

Kryter, K. (1962).

Methods for the calculation and use of the Articulation Index. *Journal of the Acoustical Society of America*, 34, 1689-1697.

Levy, S. (2004). No Net? We'd Rather Go Without Food., *Newsweek*, October 11, p. 14

Moore, B. C. J. (2001). *An Introduction to the Psychology of Hearing*. New York: Academic Press.

Moore, B. C. J., & Glasberg, B. R. (1986).

A comparison of two-channel and single-channel compression hearing devices. *Audiology*, 25, 210-226.

Musa-Shufani, S., Walger, M., von Wedel, H. & Meister, H. (2006).

Influence of dynamic compression on directional hearing in the horizontal plane. *Ear and Hearing*, 27, pp. 279-285.

Neuman, A., Bakke, M., Mackersie, C., Hellman, S. & Levitt, H. (1998).

The effect of compression ratio and release time on the categorical ratings of sound quality. *Journal of the Acoustical Society of America*. 103(5). 2273-2281.

Neuhoff, J. (2004).

Ecological Psychoacoustics. New York: Elsevier.

Noble, W., Ter-Host, K., and Byrne, D. (1995).

Disabilities and handicaps associated With impaired auditory localization. *Journal of the American Academy of Audiology*, 6, pp. 29- 40.

Pearsons, K.S., Bennett, R.L. & Fidell, S. (1977).

'Speech levels in various noise environments'. *Environmental Health Effects Research Series*. EPA-600/1-77-025. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460,USA.

Rakerd, B., Vander Velde, T. & Hartmann, W. (1998).

Sound localization in the median sagittal plane by listeners with presbycusis. *Journal of the American Academy of Audiology*, 9, pp. 466- 479.

Ramsdell, D. (1978).

The Psychology of the Hard-of-Hearing and the Deafened Adult. In H. Davis & R. Silverman (Eds.) *Hearing and Deafness*, New York: Holt. Rinehart & Winston. pp. 499-510.



Schaeffer, R. (1994).

The Soundscape. Our Sonic Environments and the Tuning of the World. Rochester, VT: Destiny Books.

Schum, D. J. (2004).

Artificial Intelligence: The new advanced technology in hearing devices. Audiology Online, 14-06-2004, 2004.

Sensimetrics Corporation. (2003).

Auditory Interactives. Unit 6, Lesson 1.

Stone, M. A., Moore, B. C., Alcantara, J. I., & Glasberg, B. R. (1999).

Comparison of different forms of compression using wearable digital hearing devices. J Acoust Soc Am, 106(6), 3603-3619.

Van den Bogaert, T., Klasen, T., Moonen, M., Van Deun, L. & Wouters, J. (2006).

Horizontal localization with bilateral hearing devices: Without is better than with. Journal of the Acoustical Society of America. 119(1). 515-526.

Yost, W. (1994).

Fundamentals of Hearing: An Introduction. San Diego: Academic Press.



Appendice A : Que savons-nous sur la perception spatiale ?

Organiser le monde sonore

Le système sensoriel humain fonctionne de telle manière que nous utilisons automatiquement et inconsciemment toute information pour organiser le monde autour de nous en objets et événements porteurs de sens. Nous ne sommes normalement pas conscients de chacun des stimuli visuels, sonores, olfactifs ou proprioceptifs auxquels nous sommes confrontés en permanence. Nous avons conscience des choses et des événements autour de nous, en particulier ceux qui sont porteurs de sens pour nous. Selon le principe d'organisation de Gestalt (Moore, 2001 ; Neuhoff, 2004), cette fonction d'organisation et d'analyse nous est absolument vitale pour éviter d'être saturés par trop de stimulations.

Dans l'univers auditif, les termes Ségrégation de Flux et Analyse Scénique (Bregman, 1990) ont été inventés pour décrire comment nous transformons une masse de sons individuels en informations utilisables. Il est important de se rappeler que, excepté dans un laboratoire acoustique, les sons ne sont pas créés sans contexte. Les sons résultent d'une activité : générée par les hommes, la nature ou les machines. Plus important, les sons apparaissent dans le temps. Les sons apparaissent naturellement ne démarrent pas et ne s'arrêtent pas instantanément. Plus encore, ils sont le résultat d'un événement qui apparaît. La ségrégation de Flux fait référence à l'activité cognitive permettant de relier des sons successifs à une seule source sonore commune.

L'exemple le plus classique de Ségrégation de Flux est la parole. Les gens ne produisent généralement pas un phonème isolé, excepté pour les onomatopées "oh" (ou "eh"). La

parole est constituée d'une série de phonèmes qui forment des mots et les mots forment des phrases. La parole n'a pas de sens tant que les sons vocaux isolés ne sont pas regroupés en des ensembles signifiants. L'auditeur doit être capable de suivre ses sons dans le temps et les assigner à une unique source, pour en découvrir le sens.

L'Analyse Scénique se réfère à l'activité cognitive permettant de réarranger l'ensemble des données sonores en une série de sources sonores isolées et placées à des différents endroits spécifiques. C'est de cette manière que nous organisons perceptuellement le monde sonore qui nous entoure en objets ou événement remplis de sens avec une relation spatiale spécifique.

Ces deux aptitudes se combinent pour nous permettre de comprendre et d'apprécier le monde sonore qui nous entoure. Nous utilisons la capacité – qui est normalement automatique – à comprendre immédiatement où nous nous situons par rapport au reste du monde, à reconnaître ce qui se passe autour de nous et à se focaliser sur les sources sonores que nous avons choisies. Lorsque nous tentons d'écouter de la parole dans un environnement difficile, la Ségrégation de Flux et l'Analyse Scénique nous permettent de trouver et de suivre la parole de la personne qui nous intéresse tout en supprimant les interférences des autres sons de notre environnement immédiat (Cherry, 1953). L'échec des systèmes de reconnaissance vocale assistés par ordinateur est dû en partie à l'incapacité pour les programmeurs de reproduire cette formidable capacité automatique que possède le traitement cognitif humain. La compréhension de la parole n'est pas une fonction du système auditif mais une fonction du système cognitif.



Audition Spatiale

La fonction première d'avoir deux oreilles est de nous permettre d'établir une relation spatiale entre nous et les sons qui nous entourent. Ni la sensibilité auditive ni l'acuité ne sont améliorées significativement par l'utilisation de deux oreilles. Toutefois, notre capacité à dire d'où proviennent les sons est presque totalement dépendante du système binaural (Blauert, 1983).

La localisation des sources sonores est possible grâce à la différence de temps et de niveau des sons qui arrivent à une oreille par rapport à l'autre (Yost, 1994). Il est depuis longtemps reconnu que, lorsque des sons apparaissent ailleurs que juste en face de nous ou juste derrière nous, ceux-ci atteindront l'oreille la plus proche plus tôt et à un niveau plus élevé que l'oreille la plus éloignée. Nous utilisons la différence de temps en dessous de 1500 Hz et la différence de niveau au dessus de 1500 Hz pour déterminer l'origine du son. La différence de temps est due à la vitesse limitée du son (les sons provenant d'un azimut de 90° sur le côté arrive sur l'oreille la plus proche avec une avance de 0,6 à 0,7 ms par rapport à l'autre oreille) et la différence de niveau est due à la capacité du crâne à atténuer les sons de longueurs d'onde plus courtes (jusqu'à 20 dB). Nous sommes également sensibles à la position des sons qui apparaissent à une élévation différente de celle de nos oreilles en utilisant des informations contenues dans les très hautes fréquences (au-delà de 5000 Hz). Cette aptitude est liée à la forme complexe du pavillon, dans lequel les différences d'élévation vont interagir avec les vallées et les arrêtes de l'oreille externe de manière à créer des pics et des creux dans la réponse fréquentielle sur les très hautes fréquences.

Bien qu'expérimentalement, nous voyions la perception spatiale en termes de simples plans (horizontal, vertical, sagittal), dans la vie réelle l'audition spatiale se réfère à no-

tre capacité à localiser les sons provenant de n'importe quelle direction dans l'espace tridimensionnel qui nous entoure. De plus, étant donné que la plupart des sons naturels - pour ne pas dire tous - possèdent de l'énergie sur un spectre très large, nous utilisons probablement en permanence une combinaison d'indices temporels et spectraux pour définir l'espace sonore. Expérimentalement, la position de la tête est souvent fixe alors que dans les situations réelles, les mouvements de celle-ci nous aident à localiser la source sonore. La plupart d'entre nous ne peuvent bouger les oreilles indépendamment, mais le monde animal est rempli d'exemples de créatures capables d'utiliser les mouvements des pavillons pour décrypter l'espace sonore.

La résolution spatiale est généralement mesurée suivant une des deux méthodes. Premièrement, suivant le bon usage en psychoacoustique, les signaux élémentaires sont utilisés dans des conditions contrôlées. La performance est généralement mesurée en termes de précision et d'identification angulaire ou en termes de seuil différentiel angulaire. Deuxièmement, l'effet d'une résolution spatiale précise est mesuré via l'identification d'un signal dans le bruit. Par ce qu'une des fonctions de base du système binaural est d'être capable de séparer des sources isolées du bruit de fond perturbant, la différence de niveau de masque (MLD), appelé parfois "atténuation binaurale", est une mesure de l'amélioration du rapport S/B rendue possible par le système binaural en comparaison des performances d'un système monaural. La mesure est réalisée à partir de sons, d'autres signaux élémentaires ou de parole.

En termes de résolution angulaire, un sujet normo entendant semble capable de décrypter une différence aussi petite que 20 degrés. En termes d'amélioration du rapport S/B avec des signaux non vocaux, le système binaural améliore la fonction de 10 dB ou plus. En



utilisant de la parole, le rapport S/B peut être amélioré jusqu'à 5 dB si le signal perturbant n'est pas une autre voix. Si la perturbation est une ou deux autres voix, l'amélioration peut être de l'ordre de 5 à 10 dB ou même plus si la séparation spatiale est de 90 degrés (Arbogast, Mason & Kidd, 2005 ; Hawley, Litovsky & Culling, 2004 ; Kidd, Mason & Gallun, 2005). L'amélioration supplémentaire est clairement de composante cognitive, ce qui démontre la puissance de l'identification de plusieurs flux vocaux dans l'espace et de la concentration sur l'un par rapport aux autres.

En nous basant sur les principes de l'Index d'Articulation (Kryter, 1962), nous considérons que seule l'énergie de la parole située au dessous de 5000 Hz est importante pour l'intelligibilité. Toutefois, dans des conditions naturelles et cohérentes avec la notion d'Analyse Scénique, il est préférable de localiser en premier le locuteur avant que les informations de parole ne soient glanées. Kidd et al. (2005) ont démontrés l'amélioration significative de la compréhension dans le bruit si l'incertitude sur la position du locuteur peut être atténuée ou éliminée. Best et al. (2005) ont démontrés que l'énergie de la parole au dessus de 8000 Hz peut être utilisée pour localiser efficacement le locuteur dans l'environnement permettant ainsi de focaliser son attention pour glaner les informations vocales.

Perte Auditives Neurosensorielles et Résolution Spatiale

Plusieurs investigations ont été réalisées sur les performances spatiales d'utilisateurs atteints de pertes neurosensorielles et leurs résultats dépassent les limites de cet article. Parmi les publications les plus détaillées, citons celles de Byrne & Nobel (1998), Goverts (2004) et Nobel, ter-Host & Byrne (1995).

Comme c'est le cas avec beaucoup d'aptitudes psycho acoustiques, les utilisateurs atteints de pertes auditives neurosensorielles, montrent des différences de performance significatives d'un sujet à l'autre en terme de résolution spatiale. De plus, toujours en cohérence avec l'étude des autres capacités spécifiques à l'audition, certains utilisateurs ont des performances proches de celles des normo entendants alors que d'autres voit leurs performances diminuer drastiquement. Dans certains cas, même lorsque l'audibilité du signal est assurée, certains utilisateurs ne démontrent aucune capacité à différencier l'origine de la source sonore, comme si les sons provenaient tous du même endroit.

Toutefois, lorsque la mesure est réalisée en utilisant de la parole dans le bruit, la plupart des patients atteints de perte neurosensorielles semblent posséder quelques aptitudes résiduelles. Bien que, en moyenne, les patients malentendants tirent moins d'avantages de la séparation spatiale entre la parole et le bruit gênant, ils montrent toutefois des capacités réelles (ex. Gelfand, Ross & Miller, 1998), en particulier si le bruit gênant est de la parole provenant de quelques personnes (Arbogast, Mason & Kidd, 2005).

L'Effet de l'Appareillage

Tout d'abord, si un son ne peut être entendu, il ne peut pas aider le système binaural à localiser (Dubno, Ahlstrom & Horwitz, 2002). Toutefois, la simple amélioration de l'audibilité permise par une adaptation audioprothétique est considérée comme une aide à l'audition spatiale sous certaines conditions. Les déclarations subjectives faites par des utilisateurs indiquent que les appareils auditifs aident à la résolution spatiale. Parfois ces déclarations présentaient des contradictions avec les mesures réalisées dans des conditions de laboratoire. Cependant, il est important de noter que



ces déclarations peuvent être dues à l'amélioration de l'audibilité pour (et en particulier) les informations hautes fréquences utilisées pour décrypter l'espace auditif. Comme les signaux parviennent à l'utilisateur d'appareils auditifs à différents niveaux, améliorer l'audibilité des sons les plus faibles peut améliorer la perception des différents sons de l'environnement. Bien que les capacités pures de localisation puissent ou ne puissent pas être améliorées, la perception l'est certainement.

Malgré l'importance de l'audition spatiale pour l'efficacité de la compréhension dans le bruit, il est surprenant de constater qu'il n'existe que peu d'études qui se soient intéressées aux effets objectifs de l'amplification sur la perception spatiale. Il existe quelques observations qui constituent notre base de travail. Toutefois et étant donné que les effets n'ont pas été étudiés extensivement, en particulier au fur et à mesure des avancées de la technologie des aides auditives, ces observations doivent être considérées comme des suggestions.

- Comme indiqué précédemment, la plupart des études subjectives montrent que l'appareillage, en particulier les adaptations binaurales, améliore la capacité de l'utilisateur à dire d'où provient le son et à séparer la voix d'un locuteur par rapport à celle d'un autre (Ex. Noble, ter-Host & Byrne, 1995). Encore une fois, ces constatations montrent vraisemblablement les effets combinés de l'amélioration de l'audibilité.
- Les performances de localisation mesurées objectivement, ne semblent pas uniformément améliorées par la mise en place d'appareils auditifs (ex. Koehnke & Besing, 1997), en particulier lorsque le niveau du signal test sans appareil est supérieur au seuil. Toutefois, il existe à la fois des exemples de cas et des séries de données qui montrent des résultats positifs (Ex. Rakerd, Vander Velde & Hartmann, 1998).
- La compréhension dans le bruit, comme le montre l'amélioration du rapport S/B, semble être meilleure avec deux appareils qu'avec un seul (Ex. Festen & Plomp, 1986). Une partie de cet effet semble être due à "l'atténuation binaurale" (un véritable effet binaural). Parfois, cet effet est dû à l'amélioration de l'audibilité sur une oreille par rapport à l'autre, en fonction de la direction d'où proviennent la parole et le bruit gênant.
- Les performances de localisation semblent être moins bonnes dans une configuration oreille fermée par rapport à une adaptation plus ouverte (Byrne, Sinclair & Noble, 1998). Plus il y a de sons hautes fréquences entrant directement dans le conduit auditif, meilleure est la localisation. Un appareil avec une bande passante élargie aide également à améliorer la localisation (Byrne & Noble, 1998).
- Les traitements du signal sophistiqués dans les appareils auditifs (multicanaux, WDRC, directivité adaptative et réduction de bruit) risquent de perturber la capacité de localisation (Ex. Keidser et al., 2006 ; Musa-Shufani et al., 2006 ; Van den Bogaert et al., 2006). Toutefois, les effets sont étroitement liés à la configuration et aux procédures utilisées pour le test. Etant donné que ces systèmes perturbent la relation naturelle des sons, en particulier si l'on compare les deux oreilles, il est raisonnable de suspecter quelques effets. Depuis, cette suspicion a été confirmée.



Implications

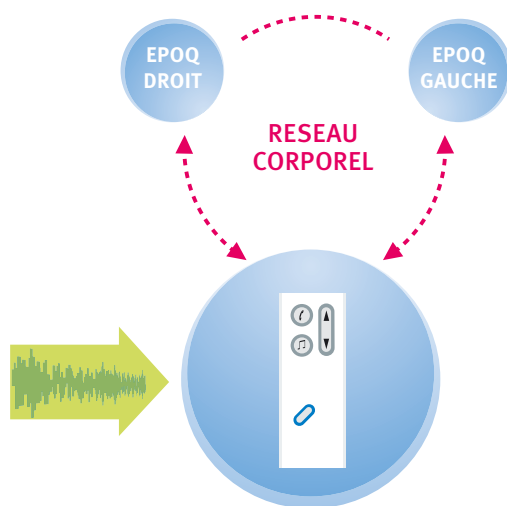
Une résolution spatiale efficace est une capacité naturelle importante que les auditeurs doivent posséder pour abaisser le chaos du monde sonore à un niveau d'informations utilisables. Le système auditif normal, en association avec le cerveau, nous permet d'appréhender immédiatement ce qu'il se passe autour de nous. L'aptitude de résolution spatiale est plus ou moins compromise pour la plupart des patients par la présence d'une perte auditive neurosensorielle. Ils démontrent toutefois des aptitudes résiduelles.

Nous devons nous rappeler comment l'appareillage, en particulier à l'aide de techniques de traitements du signal modernes, interagit sur les capacités résiduelles de l'utilisateur. Beaucoup de nos approches de traitement du signal sont conçues pour modifier radicalement le signal sonore pour l'adapter aux mieux aux spécificités individuelles de chaque oreille. Toutefois, ce traitement peut perturber les indices naturels qui sont utilisés par le système binaural pour déchiffrer les relations spatiales entre les différents sons de l'environnement. Un véritable traitement binaural, comme celui désormais possible avec Epoq, nous fait hésiter entre le désir d'optimiser individuellement le signal pour chaque oreille et le besoin de maintenir les différences naturelles dont a besoin le système binaural.



Appendice B : Un aperçu rapide d'Epoq Streamer et de la technologie sans fil utilisée

Le Streamer Epoq a été développé à partir de deux technologies sans fil : une zone de réseau corporelle sans fil (BAN) (entre les appareils et le portail) et une zone réseau personnelle (PAN) qui sert d'interface vers les applications dans le voisinage immédiat. Streamer est un portail physique portable qui coordonne et contrôle la communication des deux technologies sans fil et qui garantit que la liaison totale est perçue comme un unique réseau.



1. Zone de Réseau Corporelle - EarStream

La technologie est une application magnétique sans fil – construite dans l'architecture RISE – créée spécialement pour l'implémentation dans des appareils auditifs. Elle permet aux appareils auditifs de recevoir une transmission audio bande large et signal de données à un débit supérieur à 100 Kbps. Le caractère unique de cette technologie sans fil est d'être compacte et économe en énergie ce

qui permet de l'implémenter dans la plupart des types et des tailles d'appareils. La technologie EarStream est bien adaptée pour la zone de réseau corporelle. Le réseau travaille à une distance allant jusqu'à 1 mètre pour la commande et le contrôle du signal, et jusqu'à 0,5 mètres pour une transmission sans interruption du flux audio haute qualité.

2. Zone de Réseau Personnel - Bluetooth

Le Bluetooth est la technologie utilisée pour étendre la zone de réseau corporelle aux sources audios périphériques dans le voisinage immédiat ou dans l'environnement de la maison. Bluetooth est une norme de connectivité numérique sans fil à courte portée et elle est déjà utilisée dans la plupart des téléphones mobiles et des ordinateurs d'aujourd'hui. Le Bluetooth se généralise dans les appareils grand public.

Streamer est compatible avec les principaux profils Bluetooth permettant à tous types de matériels électroniques de se connecter aux appareils auditifs en utilisant les performances générales et leurs bandes passantes respectives – et autorise ainsi la lecture par les appareils, avec une qualité audio maximum, de n'importe quelle source audio.

De manière à fonctionner et à communiquer, les appareils Bluetooth doivent être connectés à leur vis-à-vis. Avant d'être connectés, les deux unités doivent être préparées à cela une fois pour toutes. C'est que l'on appelle le couplage. Une fois les deux unités couplées – elles ont échangé leurs adresses uniques – elles sont prêtes à établir une liaison point-à-point. Le Streamer peut être couplé à un grand nombre de systèmes Bluetooth et de téléphones mobiles Bluetooth.



Principes d'utilisation

Lorsqu'un Streamer est utilisé pour connecter les appareils à un téléphone mobile, la communication verbale entre l'utilisateur et la personne à l'autre bout de la communication est transmise de la manière suivante :

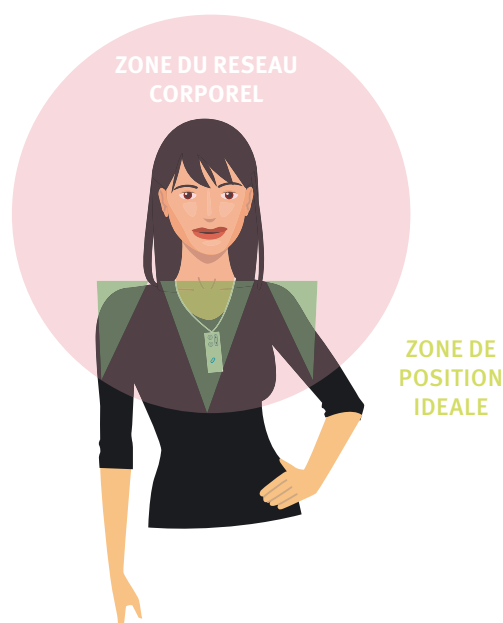
- A partir du PAN, via le BAN, l'appareil auditif reçoit et lit la voix entrante.
- Le Streamer possède un micro incorporé qui capture la voix de l'utilisateur et la renvoie vers le téléphone mobile via le PAN. Pour cette raison, l'utilisateur doit parler dans le Streamer à une distance maximum d'environ 30 cm.

Lorsque le portail est utilisé pour connecter les appareils auditifs à des sources musicales ou d'information à l'intérieur de la Zone de Réseau Corporelle, la transmission du signal est à sens unique et le micro du Streamer est alors déconnecté.

Une bonne qualité audio – et par-dessus tout une liaison stable – sont toutes deux liées à une bonne position du Streamer lors de son utilisation. La capacité de Streamer à fournir la meilleure interface possible entre les équipements audios et les appareils auditifs dépend de son positionnement à l'intérieur de ce que nous appelons la zone idéale. Cette zone correspond à la partie supérieure du torse de l'utilisateur comme l'indique le dessin ci-dessous.

Lorsque la connexion est arrêtée par l'utilisateur, des commandes sont envoyées aux appareils pour revenir immédiatement au programme qui était actif avant l'établissement de la connexion.

Pendant toute session de transmission audio vers les appareils, les commandes manuelles sur les appareils sont désactivées, permettant ainsi à l'utilisateur de se concentrer sur l'utilisation des fonctions importantes qu'il doit réaliser sur le Streamer.





Ceci fournit les avantages combinés de toujours sélectionner le programme le plus approprié et les fonctions entièrement automatiques des appareils sans nécessiter la moindre interaction de la part de l'utilisateur.

Streamer possède deux programmes dédiés. Chaque programme est méticuleusement adapté au signal audio reçu pour fournir un résultat d'écoute optimal.

Les 2 différents programmes sont :

- Connectivité avec les téléphones mobiles
- Musique et divertissement

Dans les deux programmes, l'utilisateur peut choisir de conserver le signal du micro de l'appareil auditif pour capter les indices informatifs contenus dans l'environnement sonore, ou de rendre celui-ci muet pour obtenir une écoute claire comme du cristal.

Lors du démarrage de la transmission audio, les deux programmes ont des valeurs par défaut différentes concernant l'état des micros des appareils. L'écoute de la musique est une action délibérée alors qu'au contraire un appel téléphone peut survenir de manière inattendue. Lorsque l'on navigue entre les programmes Streamer, les micros des appareils auditifs sont réglés comme ci-dessous:

Musique et divertissement	Les micros sont éteints par défaut
Connexion téléphone mobile	Les micros sont allumés par défaut

Dans le processus de programmation, le niveau des micros par rapport au signal du Streamer peut être configuré. Dans la configuration standard, prévue pour fournir un bon équilibre entre les deux signaux, les micros des appareils sont atténués de 3 dB. Pour un utilisateur particulier, cette valeur peut être doublée ou supprimée.

Priorité de fonctionnement

Avoir un grand nombre de sources audio à sa disposition demande d'établir des priorités de fonctionnement pour éviter les conflits. Le tableau de priorité est contrôlé par le Streamer et correspond à la liste ci-dessous (La règle n°1 prédomine la règle n°2 qui prédomine la règle n°3) :

1. Appel sur le téléphone mobile/Conversation via Bluetooth
2. Source audio connectée par liaison filaire sur le Streamer (Entrée Jack)
3. Source audio connectée par liaison Bluetooth

Notes





People First

Nous pensons qu'il faut plus que de la technologie et l'audiologie pour inventer les meilleurs appareils auditifs. C'est pour cela que, lorsque nous développons de nouvelles solutions auditives, nous accordons la priorité aux souhaits et besoins individuels des malentendants.