

10 PHONAK FOCUS

News/Ideas/High Technology/Acoustics No 10, 1983

L'amplification binaurale

Darrel L. Teter, Ph.D., Denver, Colorado, U.S.A.

Préface

Le sujet de l'amplification binaurale intéresse toute une série de professions et surtout tous les spécialistes concernés par les prothèses auditives. Les acousticiens débattent des mérites et des problèmes de l'amplification binaurale, les chercheurs se penchent sur les problèmes résolus et ceux encore non résolus de cette amplification binaurale, alors que les fabricants étudient l'aspect économique de l'appareillage binaural. Chacun de ces groupes professionnels a des intérêts et des questions légitimes dans ces recherches destinées à fournir la meilleure amplification au patient atteint d'un déficit auditif.

Depuis 1933, de nombreux spécialistes ont travaillé assidûment pour élargir le travail de pionnier de Harvey Fletcher qui, déjà à l'époque avait utilisé un mannequin du type KEMAR pour étudier les phénomènes binauraux. L'audition binaurale avait déjà éveillé l'intérêt

d'autres chercheurs dès le début du XIXème siècle.

Dès la fin des années 1960 et le début des années 1970, sont apparues des contradictions à propos des bienfaits de l'audition binaurale et cela a conduit à de nombreux conflits qu'il fallait considérer aussi bien dans la recherche que dans les laboratoires cliniques des années 1980. Etant donné que la littérature actuelle a été analysée et les recherches précédentes consciencieusement contrôlées, l'attrait de l'amplification binaurale est en train de croître. Aujourd'hui la question est moins souvent: "l'amplification devrait-elle être binaurale?" mais plus souvent "quels bénéfices supplémentaires fournira l'amplification binaurale?".

Le premier but que se propose cette présentation est de discuter des différents avantages de l'amplification binaurale. Un tel débat ne saurait être complet sans examen des divers problèmes et des conflits qui

entourent l'emploi d'un appareillage binaural.

J'inclurai donc un examen des problèmes qui me paraissent importants pour la suite de l'information au sujet de l'amplification binaurale. Je n'ai aucune prétention quant à l'originalité du matériel, si ce n'est dans son organisation et je l'espère, dans son utilité.

Pour aider le lecteur, cette présentation inclurera un court paragraphe rappelant la terminologie, il sera suivi par le résumé nécessaire des questions entourant l'amplification binaurale. Ce résumé sera centré sur les bénéfices de l'amplification binaurale et sur ses indications.

J'aimerais que cette présentation profite à tous ceux qui s'intéressent à l'appareillage dans les cas de perte auditive.

Darrel L. Teter, Ph. D.,
Denver, Colorado, U.S.A.
(1983)

Terminologie**Audition binaurale:**

réception auditive par les deux oreilles de tout son venant d'une ou de plusieurs sources sonores.

Audition stéréophonique:

perception par les deux oreilles de plusieurs sources sonores situées dans divers endroits dans l'espace.

Audition monaurale:

perception d'un son par une seule oreille.

Ces trois termes doivent être compris et distingués dans l'esprit du lecteur. Les autres termes importants seront présentés par ordre alphabétique.

Battement binaural:

quand deux sons de fréquences différentes sont présentés simultanément à chaque oreille, ils sont perçus comme un seul son variant en amplitude.

Champ acoustique:

tout son qui n'est pas envoyé directement par couplage dans l'oreille est défini comme champ acoustique à l'exception d'une situation de chambre anéchoïde.

Dichotique:

une situation d'écoute dans laquelle chaque oreille reçoit un signal différent.

Différence interaurale:

des stimuli envoyés aux deux oreilles peuvent présenter des différences d'intensité, de temps, de fréquence et de phase. Ce sont les différences interaurales.

Diotique:

une situation d'écoute dans laquelle les deux oreilles reçoivent le même signal.

Effet de masque en audition binaurale:

un signal sonore en milieu bruyant sera mieux détecté quand entendu avec les deux oreilles.

Fusion binaurale:

deux sons différents présentés à chaque oreille seront fusionnés et entendus comme un seul son.

Latéralisation:

l'impression qu'un son envoyé aux deux oreilles est entendu du côté droit ou du côté gauche.

Localisation:

faculté de déterminer le lieu dans l'espace d'une source sonore rendue possible par la différence des stimuli arrivant aux deux oreilles.

Monaural:

une situation d'écoute dans laquelle les signaux sont envoyés à une seule oreille.

Ombre acoustique:

la tête provoque une diminution d'amplitude du signal dans l'oreille la plus éloignée de la source sonore.

Prothèse acoustique binaurale:

amplification par deux prothèses séparées avec récepteurs, amplificateurs et transducteurs séparés.

Réverbération:

persistance d'un son considéré comme le résultat d'une réverbération après que la source du son est arrêtée.

Sommation binaurale:

le seuil auditif de deux oreilles identiques est meilleur que le seuil de l'une ou l'autre oreille stimulée séparément.

Au sujet de l'amplification binaurale

A première vue, il apparaît évident qu'un individu ayant une perte auditive dans les deux oreilles devrait automatiquement recevoir une amplification pour ses deux oreilles.

Une telle évidence n'a cependant pas été retenue dans la recherche sur les prothèses auditives. La controverse existant entre le succès ou l'échec des prothèses binaurales dans l'amélioration de l'aptitude auditive, spécialement de la discrimination du langage, a son fondement dans le fait que la recherche des années 60 n'a pas réussi à démontrer que l'appareillage binaural "produisait quelque amélioration dans l'aptitude à comprendre le langage".

Les découvertes citées ci-dessus furent confirmées d'une façon ou d'une autre par diverses autres études qui cherchaient à déterminer si un appareil binaural comportait un quelconque avantage. Ainsi se créa une situation dans laquelle les découvertes subjectives de la clinique (l'amplification binaurale fournit de meilleurs résultats) ne pouvaient entrer en concurrence avec la recherche organisée à cette époque. La plupart des audiologistes des années 60 et 70 ne fournissaient pas eux-mêmes de prothèses auditives et n'étaient donc pas témoins des impressions subjectives de leurs patients, qui avaient l'impression que l'appareillage binaural était meilleur que l'appareillage monaural. Ainsi (du moins aux Etats-Unis) la grande majorité des otologistes et des audiologistes était opposée à l'appareillage binaural. Le fait que de tels appareils ne pouvaient être justifiés "scientifiquement", conduisit les spécialistes à croire que les appareils binauraux étaient créés uniquement en vue de gains pécuniaires,

Dirks et Wilson (1969) ont noté que quelques études précédentes sur la controverse entre l'audition monaurale et l'audition binaurale avaient employé des arrangements de haut-parleurs dans lesquels les diffé-

deux prothèses vendues au lieu d'une.

Ces opinions conduisirent évidemment à d'amères controverses entre les acousticiens et les professions audiologiques et médicales. Les spécialistes ne voyaient aucun avantage et étaient préoccupés par l'augmentation du coût. Les acousticiens voyaient venir de nombreux patients, qui tous profitaient de prothèses binaurales. La controverse était lancée. Cependant, de nombreux spécialistes étaient favorables de recommander les prothèses binaurales pour les jeunes gens atteints de surdité profonde alors qu'ils ne les recommandaient pas pour les adultes.

La logique de cette décision semblait être fondée sur la supposition que l'enfant n'avait jamais eu une audition binaurale normale, et c'est pourquoi il pourrait, mieux qu'un adulte, s'adapter à une amplification binaurale. Les prothèses auditives d'alors reflétaient la confusion de l'époque. La majorité des appareils pour enfants et adultes avec des pertes modérées à sévères était faite avec des prothèses en boîtier. Ces prothèses en boîtier portées sur la poitrine ne montrèrent simplement aucun avantage binaural. Les contours d'oreille de cette époque manquaient de microphones directionnels et ne possédaient pas les possibilités d'amplification sélective des prothèses actuelles. La recherche de cette époque ne réussit pas à démontrer la supériorité binaurale, parce que ni le projet de l'étude, ni les stimuli choisis n'étaient adaptés à la démonstration des effets binauraux.

Le lecteur peut se rendre compte qu'au milieu des années 70, on commença à voir les murs de résistance à l'amplification binaurale s'effondrer. Il devenait clair que les opinions subjectives des usagers de l'amplification binaurale prenaient une certaine valeur et que le moment était venu de se pencher sur les réalités de

rences de temps n'étaient pas connues, pas présentes ou pas contrôlées. De même ces études n'avaient pas contrôlé l'ombre acoustique de la tête, ni ses effets sur l'oreille proche ou éloignée de la source sonore.

Ross (1977) reprit le travail de Jerger et collaborateurs (1961) et eut l'impression que les résultats n'autorisaient pas la condamnation générale de l'amplification binaurale. En fait, il avait même l'impression que les auteurs avaient démontre la supériorité binaurale dans quelques unes de leurs conditions d'écoute. Ross va jusqu'à établir une liste des défauts des travaux comparant l'écoute monaurale à l'écoute binaurale:

1. Des sujets normaux étaient souvent utilisés pour comparer l'audition monaurale et l'audition binaurale.
2. Les tâches d'écoute étaient parfois données à travers des écouteurs.
3. Les prothèses auditives étaient placées sur la tête et celle-ci immobilisée.
4. Les tâches d'écoute étaient effectuées dans le silence plutôt que dans le bruit.
5. L'audition binaurale ou monaurale était testée avec des prothèses.
6. Langage et bruit provenaient de la même source sonore.

l'amplification binaurale au détriment de l'amplification monaurale.

Arguments en faveur d'une amplification binaurale

Lorsqu'on revoit l'énorme littérature concernant la fonction auditive il est étonnant qu'une controverse puisse exister en ce qui concerne l'amplification binaurale. La littérature soutient fermement les avantages d'une audition binaurale sur l'audition monaurale dans toutes les situations d'écoute. Dans le but de présenter le mieux possible la littérature en faveur de l'audition binaurale, je présenterai les mécanismes de l'audition binaurale par des chapitres séparés.

Aspect neuro-physiologique de l'audition binaurale

Il s'agit en premier lieu de considérer les voies compliquées de l'audition dans le système nerveux central. En fait, ces voies sont évidemment conçues pour une audition avec les deux oreilles. Cette paire d'oreilles n'est pas unique à l'homme, mais à toutes les créatures de la terre. J.D. Harris dans "Binaural Hearing and Amplification" le dit mieux que quiconque: "l'observation la plus universelle dans le règne animal... est que les oreilles viennent par paire". Harris fait remarquer que les yeux et même les jambes peuvent venir par trois ou six, mais les oreilles viennent toujours par paire, même les créatures des ordres les plus inférieurs emploient un organe auditif double pour localiser leur partenaire ou leur source de nourriture (parfois un seul et même être). Combien souvent avons-nous, humains, observé avec fascination comment un animal domestique, que ce soit un chat ou un chien, dresse ses oreilles à des sons inaudibles pour nous?

En effet, le chat fait bouger ses oreilles chacune dans un axe différent pour localiser précisément les sons. Ainsi le premier argument anatomique en faveur de l'audition binaurale est évident – nous avons deux oreilles. Il serait naturellement possible d'avoir deux oreilles n'ayant aucune connexion l'une avec l'autre. Ceci n'est certainement pas le cas chez l'homme. L'importance de l'interaction binaurale commence à se faire plus évidente dès le premier niveau de neurones joignant les oreilles au cerveau. Chaque cochlée est représentée par trois voies parallèles et séparées. Ces trois voies d'après leur situation anatomique sont: le noyau cochléaire antéro-ventral (NCAV), le noyau cochléaire postéro-ventral (NCPV) et le noyau cochléaire dorsal (NCD).

Le noyau cochléaire dorsal est constitué de cellules complexes et de connexions le reliant à d'autres centres et à l'oreille contro et ipsilateral. Il a été démontré qu'un stimulus acoustique envoyé dans l'oreille opposée peut soit exciter, soit inhibiter les cellules dans le NCD. Le message spontané de ce noyau reste intact même si le nerf auditif est sectionné de ce côté. L'indépendance de ce noyau avec sa représentation contro-latérale, permettra au NCD de répondre dès le début d'un stimulus, puis de s'adapter à ce stimulus maintenu. Il le modulera ou il réagira par différentes périodes de décharges nerveuses. Ainsi, dès la connexion neurophysiologique la plus basse apparaît la première interaction binaurale. De là le message neuronal en entier dépasse la ligne médiane et monte dans le lémnisque latéral contro-latéral. L'influx reste toujours contro-latéral par rapport au signal d'entrée. Le NCAV et le NCPV sont différents du NCD dans leur complexité et leur modèle de réponse. Ici les cellules montrent des mo-

dèles de réponses moins complexes. Certaines cellules ont des réponses inhibitrices et d'autres ont des temps de réfraction extrêmement courts offrant de cette façon un système de résolution temporelle très précis.

Le NCAV envoie également des fibres vers la ligne médiane pour rejoindre le complexe olivaire supérieur latéral (COSL). Les fibres provenant des deux cochlées se rejoignent dans le complexe olivaire supérieur latéral grâce à des dentrites provenant du NCAV gauche et droit. Les deux cochlées sont maintenant représentées en terme de fréquences et de temps. La connexion allant vers le côté ipsi-latéral est excitatrice alors que la connexion vers le côté contro-latéral est inhibitrice. Le NCAV envoie aussi des fibres directement à des cellules du complexe olivaire supérieur médian (COSM). Les fibres de la droite répondent à la cochlée droite, celle de la gauche à la cochlée gauche. Les fibres ont également une organisation tonotopique selon les fréquences, ce qui fait que la partie haute du noyau est excitée par des sons de fréquences basses et les cellules de la partie basse de ce noyau sont excitées par des sons de fréquences élevées.

La réponse dans le COSN est marquée quand les sons sont au point médian et se réduit à mesure que les sons s'éloignent de ce point. La connexion croisée des cochlées, le relai indépendant du SCD au colliculus contro-latéral inférieur, où il y a probablement une interaction avec l'information de la cochlée opposée, et le renversement tonotopique dans le COSL et le COSM permettent aux deux oreilles d'obtenir une interaction binaurale précise. Il n'existe nulle part ailleurs dans le système nerveux un argument plus solide pour démontrer l'interaction de deux organes sensoriels. En effet, avec de tels arguments neuro-

physiologiques en faveur de l'audition binaurale nous pouvons nous attendre à une forte interaction auditive venant d'une stimulation binaurale. Explorons brièvement les travaux dans ce domaine, pour à nouveau définir l'activité de deux oreilles.

Les aspects acoustiques de l'audition binaurale

Il existe de nombreux phénomènes psycho-acoustiques binauraux qui sont d'une grande importance pour la fonction normale. On pourrait penser que ces fonctions doivent être conservées si cela est possible, dans l'utilisation d'une amplification. Les points les plus importants seront discutés dans le paragraphe suivant.

Sommation binaurale de la sensation d'intensité

Il s'agit d'un phénomène de seuil permettant une meilleure acuité auditive d'environ 6 dB (Békésy, 1929). Ainsi, le seuil auditif binaural est atteint avec moins d'énergie que le seuil auditif des deux oreilles séparément.

Déférence du niveau du masquage

Lorsqu'un signal langagier est envoyé aux deux oreilles en phase et qu'un bruit est présenté simultanément dans la même phase, le langage est intelligible. Cependant l'intelligibilité est considérablement augmentée si le signal langagier ou le bruit sont mis hors phase (Likider, 1948). Cette différence peut atteindre jusqu'à 10 dB pour les sons purs. L'interaction entre les deux oreilles peut également être démontrée en envoyant dans une oreille un son bref, suivi par un bruit masquant

dans l'autre oreille. Bien qu'il n'y ait aucun signal se superposant le bruit influence la réception du son. Ceci démontre l'interaction interaurale dans laquelle la réponse nerveuse au premier son de faible intensité est maintenu dans le système nerveux assez longtemps pour être modifiée par un second stimulus envoyé dans l'oreille opposée.

Asymétrie dichotique

Il a été montré que l'aptitude à localiser les sons du langage est diminuée par des différences interaurales d'intensité aussi petites que 10 dB, qu'elles soient dues à une pathologie ou produites artificiellement. La localisation du langage est d'une importance primordiale pour ceux qui portent des appareils amplificateurs. Dans une étude sur 55 enfants, Kuyper et deBoer (1969) ont employé des tests d'amplification monaurale et binaurale pour localiser un signal provenant d'un arrangement de six haut-parleurs disposés en angles de 30° autour du sujet. Un seul sujet avait de meilleur résultats avec l'appareillage monaural.

Changement de réverbération

Toutes les tâches d'écoute dans le monde réel sont effectuées dans un environnement réverbérant. Il a été démontré que les deux oreilles localisent mieux et possèdent une meilleure détection du signal ainsi que des seuils meilleurs. Mais de quelle manière les deux oreilles perçoivent-elles le langage dans un milieu réverbérant? Une expérience dirigée par Moncar et Dirks (1967) a montré

que l'audition binaurale est supérieure même dans un environnement réverbérant. Pour pouvoir montrer les effets de la stimulation binaurale d'un seul récepteur (Y-cord) relié aux deux oreilles par rapport à la véritable stimulation binaurale, on a

présenté plusieurs tests de discrimination du langage dans les deux conditions avec un milieu réverbérant. Lorsque les deux oreilles appareillées par Y-cord étaient mesurées, elles n'étaient pas meilleures que l'oreille proche de la source sonore testée seule. Lorsque de vraies conditions dichotiques étaient employées les résultats de discrimination augmentaient de 10%. Ainsi, les avantages binauraux se présentent uniquement quand une véritable interaction binaurale est réalisée.

Dans tous les cas, dans toutes les tâches, les résultats soutiennent fortement la fonction binaurale. Il est clair que nous humains, ne possédons pas simplement deux oreilles, mais nous utilisons deux oreilles.

Indications pour l'amplification binaurale

Avant d'aborder les indications pour l'adaptation binaurale, j'aimerais m'arrêter un instant sur quelques considérations philosophiques concernant l'emploi de prothèses acoustiques. Dans le monde professionnel actuel, il existe très peu de spécialistes qui ne considèrent pas l'amplification chez un jeune enfant atteint de surdité, dès que ce diagnostic est posé. Certains spécialistes hésitent à proposer une amplification à moins qu'ils ne supposent une fonction cochléaire suffisante. Mais dès que cette question est écartée, tous sont favorables à une amplification la plus précoce possible. L'amplification précoce avant l'âge de l'apprentissage du langage est le but à atteindre.

Les expériences cliniques ont démontré la capacité supérieure d'apprentissage de la parole et du langage chez un enfant qui a reçu une amplification précoce, en comparaison à un enfant qui n'a reçu d'ampli-

fication qu'après l'âge de l'acquisition du langage. Une question se pose: existe-t-il une perte physiologique si on ne reçoit pas assez tôt de stimulation auditive? Il est difficile de répondre à une telle question. En effet, on ne peut obtenir promptement des données histologiques sur un nombre suffisant d'êtres humains privés d'audition. Toutefois, on obtient une certaine information grâce à des faits connus qui ont été étudiés chez des animaux privés de sensation auditive. Lorsque des rats sont élevés dans un environnement exempt de sensation auditive, l'EEG obtenu à l'âge de 8 mois, présente des anomalies marquées, montrant d'énormes pertes d'amplitude dans les fréquences basses (Bekoff et collaborateurs, 1970). Tees (1967) montre de plus que des rats privés de sensations auditives ne pouvaient discriminer aucune modulation sonore complexe.

Webster montre en 1977 que des souris privées de stimulation auditive ont des cellules anormalement petites ainsi qu'un développement ralenti des noyaux situés à la base du cerveau. Ainsi il affirme: "Il faut s'attendre à ce que les connexions binaurales (auditives) ne soient développées qu'en cas d'utilisation effective". A la lumière des recherches cliniques préconisant l'amplification précoce (la littérature dans ce domaine est vaste et bien connue, et les travaux de D. Polak et M. Downs conduiront tous les lecteurs intéressés à chercher une plus ample information) et à la lumière des études sur les animaux, il est évident que l'amplification binaurale devrait être envisagée immédiatement après le diagnostic d'un déficit auditif.

Ce qui suit ne concerne que l'appareillage par conduction aérienne. Il est bien établi que la grande majorité des porteurs d'appareils bénéficieront d'une amplification binaurale. Les premières suppositions

exigeant une fonction auditive symétrique n'ont pas été complètement confirmées. Evidemment, une oreille sans fonction cochléaire n'est pas candidate pour une amplification; mais qu'en est-il des oreilles situées quelque part entre la normale et la surdité profonde? Les observations ont conduit à penser qu'un appareillage binaural a le plus grand succès lorsque:

1. L'étendue et le degré de la perte auditive dans les deux oreilles sont symétriques (différence de moins de 20 dB entre les deux oreilles dans les fréquences de la parole).
2. L'incapacité de discrimination des deux oreilles est telle que chaque oreille pourrait recevoir indépendamment une amplification.
3. Aucune oreille ne présente une atteinte rétro-cochléaire.

Ces observations permettent certainement de grandes possibilités dans le domaine de l'appareillage. Malheureusement, on est resté très conservateur sur la question de la symétrie. Plusieurs auteurs ont montré la supériorité de l'appareillage binaural malgré des asymétries prononcées entre les deux oreilles. Mackeith et Coles 1961, cités par D. Byrne dans Libby 1980, découvrent qu'une perte unilatérale (créée artificiellement) de 39 dB n'éliminait pas les avantages binauraux. Tonning (1971) apporte des résultats importants sur l'intelligibilité du langage avec une perte allant jusqu'à 53 dB. Certaines difficultés ressortant des études sur l'amplification binaurale se centrent sur le fait que certains chercheurs employaient des prothèses en boîtier plutôt que des contours d'oreille. On peut comprendre facilement que les avantages d'une audition binaurale

sont en rapport avec des différences interaurales d'intensité dues à l'ombre acoustique de la tête. Des prothèses en boîtier portées sur la poitrine suppriment ces avantages. Une observation primordiale dans l'appareillage binaural est l'emploi de prothèse portée près de l'oreille.

De tels appareils sont indispensables, si les interactions interaurales doivent être employées. Cela ne veut pas dire que deux prothèses en boîtier ne pourraient pas être efficaces, mais seulement qu'avec un tel appareillage, on ne peut s'attendre à des avantages binauraux réels. Une autre difficulté apparaissant dans les études sur l'amplification binaurale est le choix des prothèses. Par exemple Markides (dans Libby 1980) déclare que l'amplification binaurale n'est pas indiquée dans les cas de perte auditive avec une courbe plate dans une oreille et une courbe limitante descendante dans les fréquences aiguës dans l'autre oreille. Un tel appareillage serait très dépendant des filtres utilisés et du type d'embout auriculaire choisi. Si on utilise des prothèses à rendement supérieur avec des possibilités de filtrage précis, l'amplification binaurale aurait une chance même dans de tels cas défavorables.

Il a été clairement établi que la sommation binaurale apporte un avantage de 6 dB. La question des dommages causés par le bruit a été soulevée pour les appareils binauraux. Naturellement, tout appareillage binaural ou monaural demande la prise en considération de la limitation de la puissance (3 à 6 dB) diminuant ainsi le risque d'un traumatisme acoustique. Tous les chercheurs dans le domaine de l'audition binaurale ont trouvé une meilleure intelligibilité de la parole en ambiance bruyante avec l'emploi de deux oreilles. Ce phénomène appelé "squelch" ou "cocktail party effect"

est un argument de poids en faveur des prothèses binaurales.

Un autre point à évoquer dans l'appareillage binaural est celui des microphones directionnels. Les microphones directionnels sont connus pour leur apport maximum d'amplification des signaux reçus de face, ainsi que leur atténuation du bruit ambiant (Staub, 1978). Ils permettent également une meilleure localisation. Avec de telles propriétés, il semble à cet auteur que l'usage de microphones directionnels dans l'appareillage binaural serait à considérer comme un avantage. La meilleure solution serait sans doute une prothèse équipée à la fois d'un microphone directionnel ou omnidirectionnel, utilisable à choix par le porteur.

Résumé et conclusions

Diverses études audiologiques chez le sujet normal peuvent clairement montrer la supériorité de l'audition binaurale. Entre autres, il a été constaté:

1. Un seuil auditif meilleur;
2. Une meilleure localisation des sons dans l'espace;
3. Une meilleure discrimination verbale en ambiance bruyante (focalisation acoustique);
4. Une meilleure discrimination verbale en ambiance réverbérante;
5. La sommation du contenu informationnel de deux signaux différents (en spectre);
6. Suppression de l'ombre acoustique de la tête;
7. Une meilleure écoute subjective.

Les études sur l'amplification binaurale ne sont pas totalement vaines. Véritablement, tous les résultats montrent la supériorité de l'amplification binaurale aussi bien lors des tests du phénomène binaural que dans l'emploi d'appareils acoustiques portés aux oreilles. Avec les récents progrès du filtrage actif, la plupart des précautions concernant l'appareillage binaural dans les pertes asymétriques ne sont plus à prendre.

Je pense qu'on peut déclarer en toute sécurité que véritablement tous les cliniciens expérimentés dans l'appareillage de prothèses auditives vont au moins faire des essais avec un appareillage binaural sur une base expérimentale si les deux oreilles sont déficientes. Ce serait une injustice à l'égard du patient malentendant que de faire autrement.

J'ai essayé de résumer et de présenter de façon concise dans un exposé relativement succinct un sujet fort vaste et complexe. Je suis sûr d'avoir négligé des domaines importants et peut-être de m'être trop étendu sur d'autres. Néanmoins, j'espère que ce travail sera utile à tous ceux qui s'intéressent à l'appareillage.

Un dernier point, il y a dix ou douze ans, je me suis trouvé mêlé à une vive controverse au sujet de l'amplification binaurale. Un jour à titre de fournisseur inexpérimenté de prothèses auditives, j'argumentai contre l'appareillage binaural, un de mes nombreux amis sans connaissance particulière en audiologie me posa la question suivante: "quelle est l'oreille que tu choisis d'abandonner?" Penses-y. C'est ce que j'ai fait.

BIBLIOGRAPHIE

- Batkin S. et al.: "Effects of auditory deprivation on the development of auditory sensitivity in albino rats". *EEG clin. Neurophysiol.* 28, 351-359, 1970.
- Bauer B.B. et al.: "Noise localization after unilateral attenuation". *U.S. Army Tech. Mem.* 4-66 Aberdeen Proving Grounds, M.D. April, 1946.
- Carhart R.: "The usefulness of the binaural hearing aid". *J. Speech Hear. Dis.* 23, 42-51, 1958.
- Dirks D. and Wilson R.: "Binaural hearing of speech for aided and unaided conditions". *J. Speech Hear. Res.*, Vol. 12, No. 3, 1969.
- Hirsch J.J. and Pollack I.: "The role of interaural phase in loudness". *J. Acoust. Soc. Am.* 20, 761-766, 1948.
- Hochberg I.: "Auditory localization of speech and its presumed underlying factors". Unpubl. Ph.D. diss., Penn. State Univ., 1962.
- Jerger J. and Carhart R., Dirks D.: "Binaural hearing aids and speech intelligibility". *J. Speech Hear. Res.* 4, pp. 137-148, 1961.
- Libby E. R.: "Are Johnny's two ears a redundancy?". *Hear. Instr.*, p. 10, 1973.
- Libby E.R.: "The achievement of optimal amplification for the hearing impaired child". *Hearing Dealer*, pp. 13-25, 1973.
- Licklider J.C.R.: "The influence of interaural phase relations upon the masking of speech by white noise". *J. Acoust. Amer.* Vol. 20, pp. 150-159, 1948.
- Webster D.B. and Webster M.: "Neonatal sound deprivation affects brainstem auditory nuclei". *Arch. Otolaryngol.* 103, 392-396, 1977.
- Wright H. N.: "Binaural hearing and the hearing impaired". *Arch. Otol.* 70, pp. 485-494, 1959.
- Tonning F.M.: "Directional Audiometry III". *Acta Otolaryngol.* 72, 404-412, 1971.
- Mackeith N.W. and Coles R.R.A.: "Binaural advantages in hearing of speech". *J. Laryn., Vol. 75*, pp. 213-232, 1971.
- Moncur J. and Dirks D.: "Binaural and monaural speech intelligibility in reverberation". *J. Speech Hear. Res.* 10, 186-195, 1967.
- Ross M.: "Binaural versus monaural hearing aid amplification for hearing impaired individuals, from children deafness". In: F.H. Bess (Ed.), Grune and Stratton, New York, 1977.
- Skinner P. H.: "Relationship of electro and psychoacoustic measures. CH. 7 hearing aid assessment and use in audiologic habilitation". In: W.R. Hodgson and P. H. Skinner (Eds.), Williams Wilkins, Baltimore, 1977.
- Staub W.J.: "Hearing Aid Handbook". Summit, Pa., 1978.
- Tees R.C.: "Effects of early auditory restriction in the rat on adult pattern discrimination". *J. Comp. Physiol. Psychol.* 63, 389-393, 1967.

Pour de plus amples informations:



Darrel Teter est un audiologiste qui pratique dans un cabinet privé de Denver, Colorado. Il obtint son Ph.D. degree (grade universitaire) à l'Université de Denver. Le Dr. Teter fut Directeur du département du langage et d'audiologie à l'Hôpital Rose Memorial à Denver, et au Fitzsimmons General Army Hospital. Son activité pratique consiste à donner des consultation privées et des conseils à ceux qui ont des problèmes de langage et de l'audition dans les trois hôpitaux les plus importants de la région de Denver. En outre, il donne des cours dans tout le pays sur différents sujets entrant dans le domaine du langage et de l'audiologie, y compris l'électronystagmographie, l'impédance acoustique, l'audiométrie, l'évaluation et les techniques d'audioprothèse.