

Université de Nantes

Unité de Formation et de Recherche
« Médecine et Techniques Médicales »

Année Universitaire 2007-2008

Mémoire
pour l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste

Présenté par
Fabienne MOUNIER

**Une prothèse controlatérale dans le cadre d'une
implantation cochléaire chez l'enfant : existe-t-il un
intérêt ?**

Président du jury : Monsieur Laurent PIRON

Membres du jury : Madame Anne LE RAY

Madame Caroline JALLERAT-HUART

« Par délibération du Conseil en date du 7 mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation. »

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION.....	7

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE A : EXPLICATIONS PREALABLES SUR :..... 9

I) <u>LE FONCTIONNEMENT DE L'OREILLE</u>	10
1. L'oreille externe.....	10
2. L'oreille moyenne.....	11
3. L'oreille interne	11
<i>a- Rôle de la cochlée dans l'audition</i>	
<i>b- Présentation des différentes structures de la cochlée</i>	
<i>c- Discrimination fréquentielle et principe de la tonotopie</i>	
4. Les voies auditives centrales	15
II) <u>LES PROTHESES AUDITIVES</u>	20
1. Les différents types de prothèses auditives	21
2. Le contour d'oreille	21
<i>a- Historique du contour d'oreille</i>	
<i>b- Indications et principe général du contour d'oreille</i>	
<i>c- Les différents constituants du contour d'oreille</i>	
<i>d- Un signal d'entrée modifié par des réglages spécifiques et par le fonctionnement de l'appareil</i>	
<i>e- L'amélioration de la perception de la parole dans le bruit par le contour d'oreille</i>	
<i>f- Conclusion</i>	
3. L'implant cochléaire	29
<i>a- Historique</i>	
<i>b- Indications</i>	
<i>c- Ses différents composants</i>	
<i>d- Fonctionnement de l'implant</i>	
<i>e- Stratégies de codage</i>	

CHAPITRE B : QUE PEUT APPORTER UNE PROTHESE AUDITIVE CLASSIQUE ASSOCIEE A L'IMPLANT ?..... 34

I)	<u>LA LOCALISATION D'UNE SOURCE SONORE</u>	36
	1. Caractéristiques physiques de la propagation de l'onde sonore permettant la localisation de sa source	36
	a- <i>La différence interaurale de temps</i>	
	b- <i>La différence interaurale de niveau</i>	
	2. Localisation d'une source selon sa position dans l'espace.....	38
	a- <i>l'azimut</i>	
	b- <i>la hauteur de la source</i>	
	c- <i>la distance</i>	
	3. La localisation du son effectuée au niveau des voies auditives.....	39
	a- <i>Au niveau du complexe olivaire supérieur</i>	
	b- <i>Au niveau du colliculus inférieur</i>	
	c- <i>Au niveau du corps genouillé médian</i>	
	d- <i>Au niveau des aires auditives corticales</i>	
	4. Expériences concernant la localisation.....	42
	a- <i>Expérience chez le normo-entendant</i>	
	b- <i>Expériences avec IC bilatéraux</i>	
	c- <i>Expériences avec IC+PA</i>	
II)	<u>LA PERCEPTION DE LA PAROLE DANS LE BRUIT</u>	46
	1. Le mécanisme de perception de la parole dans le bruit.....	46
	2. Expériences concernant la perception de la parole dans le bruit.....	48
	a- <i>Expérience avec IC seul</i>	
	b- <i>Comparaison IC seul par rapport à PA bilatérales :</i>	
	c- <i>Expériences avec IC bilatéraux :</i>	
	d- <i>Expériences avec IC+PA</i>	
III)	<u>LE LANGAGE</u>	65
	1. Prosodie.....	65
	a- <i>Rôle de l'intonation dans l'acquisition du lexique et de la morphosyntaxe</i>	
	b- <i>Éléments prosodiques perçus par un porteur d'un implant</i>	
	c- <i>Que pourrait apporter la prothèse auditive contralatérale ?</i>	
	2. Ecoute dichotique et spécialisation hémisphérique	68
	a- <i>Présentation des tests d'écoute dichotique</i>	
	b- <i>Résultats chez le normo-entendant</i>	
	c- <i>Résultats d'expériences chez la personne sourde porteuse de PA bilatérales.</i>	

- d- *L'hémisphère gauche est-il l'analyseur exclusif du langage ?*
- e- *Questionnements*

3. Confusion de phonèmes.....	71
a- <i>Les voyelles</i>	
b- <i>Les consonnes</i>	
c- <i>Questionnement</i>	

IV) AUTRES AVANTAGES IC+PA..... 74

1. Amélioration de la compréhension de la parole dans le calme	74
2. Meilleure conscience du son.....	74
3. Meilleure qualité de son.....	74
4. Meilleure confiance dans la communication	74
5. Stimulation de l'oreille controlatérale	75

PARTIE PRATIQUE

DEMARCHE	77
CHAPITRE A : QUESTIONNAIRES ADULTES	78
I) <u>ADULTES AYANT GARDE LA PA</u>	79
1. Tableau de référencement	79
2. Analyse des réponses	81
3. Existe-t-il une prédominance de certains paramètres ?	91
4. Conclusion	92
II) <u>ADULTES N'AYANT PAS GARDE LA PA</u>	93
1. Tableau de référencement	93
2. Analyse des réponses	93
3. Conclusion	94
CHAPITRE B : QUESTIONNAIRES ENFANTS.....	96
I) <u>ENFANTS DU CENTRE D'IMPLANTATION COCHLEAIRE D'ANGERS</u>	97
1. Tableau de référencement	97
2. Analyse des réponses	97
3. Conclusion	100
II) <u>ENFANTS SUIVIS PAR KERVEIZA</u>	100
1. Enfants ayant gardé la PA controlatérale.....	100
2. Enfants n'ayant pas gardé la PA controlatérale.....	101

III) <u>ENFANTS QUE NOUS AVONS RENCONTRES</u>	101
1. Enfants ayant gardé la PA.....	101
a- <i>Tableau de référencement</i>	
b- <i>Analyse des réponses</i>	
c- <i>Existe-t-il une prédominance de certains paramètres ?</i>	
d- <i>Conclusion</i>	
2. Enfants n'ayant pas gardé la PA	107
a- <i>Tableau de référencement</i>	
b- <i>Analyse des réponses</i>	
<u>CHAPITRE C : ETUDE DE CAS</u>	108
I) <u>MAUD</u>	109
II) <u>PAUL</u>	110
III) <u>MAËLLE</u>	111
IV) <u>ELYNN</u>	116
<u>CHAPITRE D : DISCUSSION</u>	119
I) <u>CRITIQUE DU QUESTIONNAIRE</u>	120
II) <u>DISCUSSION A PROPOS DES PRINCIPAUX RESULTATS</u>	121
CONCLUSION	123
BIBLIOGRAPHIE	124
ANNEXES	130

INTRODUCTION

L'implantation cochléaire constitue aujourd'hui une option généralement proposée aux enfants sourds profonds bilatéraux. De par le soutien que cette prothèse peut apporter à l'enfant sourd, son indication s'élargit progressivement aux enfants ayant une audition résiduelle du côté de l'oreille non-implantée. Une prothèse auditive classique pourrait donc être éventuellement conseillée en complément de l'implant. Cependant, elle n'est pas toujours portée, et ce, pour diverses raisons.

Nous allons tenter de comprendre pourquoi cette prothèse n'est pas portée et s'il y a un intérêt à ce qu'elle le soit, en particulier chez l'enfant.

Dans ce but, nous observerons si le port d'une prothèse auditive controlatérale influence la localisation d'une source sonore, la perception de la parole dans le bruit ainsi que la construction du langage.

Notre regard se portera dans ces trois directions parce qu'elles se complètent en plusieurs points. La localisation d'une source sonore peut aider à la perception de la parole dans le bruit et ces deux domaines peuvent tous deux influencer la construction du langage oral par les opportunités supplémentaires d'interactions langagières qu'elles offrent à l'enfant.

Nous avons donc, dans cette visée, proposé un questionnaire à des enfants et des adultes implantés unilatéralement. Afin de le rédiger et d'en analyser correctement les réponses, nous avons effectué au préalable une recherche documentaire que nous vous invitons à lire dès à présent...

PARTIE THEORIQUE

**CHAPITRE A : EXPLICATIONS
PREALABLES SUR ...**

Avant d'aborder de manière plus détaillée le cœur de notre sujet et dans le but de mieux en comprendre les enjeux, nous souhaitons préciser les bases du fonctionnement de l'oreille et celui des prothèses auditives.

I) LE FONCTIONNEMENT DE L'OREILLE

Nous allons retracer le chemin parcouru par un son à partir du moment où il est émis, à celui où il est analysé et intégré.

Le son est issu des oscillations d'un corps vibrant qui sont les cordes vocales dans le cas de la parole. Ce corps vibrant crée une énergie qui déplace les molécules d'air de manière à former des zones de pression et de dépression. Ce phénomène aboutit ainsi à la formation et à la propagation d'une onde sonore.

Cette onde sonore va traverser plusieurs structures du système auditif que nous allons maintenant aborder :

1. L'oreille externe :

L'onde sonore va, en premier lieu, traverser l'oreille externe. L'oreille externe est constituée du pavillon, de la conque et du conduit auditif externe. Elle recueille l'énergie sonore et la concentre sur la membrane tympanique.

Le pavillon de l'oreille remplit trois rôles : la localisation des sources sonores, la protection du conduit auditif externe et l'amplification de l'onde sonore.

L'oreille externe amplifie certaines pressions sonores : les sons proches de 3 000 Hz sont amplifiés de 30 à 100 fois. Cette amplification rend les personnes plus sensibles à ces fréquences et les expose souvent à des pertes d'audition aux alentours de 3000 Hz lorsqu'elles sont exposées à des bruits à large bande spectrale et à forte intensité. L'oreille de l'homme est plus sensible à cette bande de fréquence car elle est fréquemment utilisée dans le langage. Le langage humain est un signal à large bande mais l'énergie qui permet la distinction de certains phonèmes est concentrée autour de 3 000 Hz. Il s'ensuit que toute perte

sélective dans la bande des 2000-5000 Hz dégrade la reconnaissance de la parole de façon disproportionnée.

Après avoir traversé le conduit auditif externe, l'onde sonore vient frapper la membrane tympanique et va être transmise à l'oreille moyenne.

2. L'oreille moyenne :

La membrane tympanique capte les pressions de l'onde sonore et oscille sous l'influence de ses variations.

L'oreille moyenne est une cavité située dans l'os temporal dans laquelle se logent les osselets. Ces osselets vont permettre la transmission du son d'un milieu aérien à un milieu liquidien.

Habituellement, lorsque le son est transmis d'un milieu de basse impédance, (c'est-à-dire que le milieu résiste peu au mouvement de l'onde sonore) comme l'air, vers un milieu où l'impédance est plus élevée, comme l'eau, presque toute l'énergie acoustique est réfléchi et n'est donc pas transmise. L'oreille moyenne résout ce problème et assure la transmission de l'énergie sonore en amplifiant la pression exercée au niveau de la membrane tympanique, l'amenant, à l'entrée de l'oreille interne, à un niveau près de 200 fois supérieur.

Les mouvements de la platine sont possibles grâce à l'écoulement de la périlymphe de la rampe vestibulaire vers la rampe tympanique et inversement, au travers de l'hélicotréma.

3. L'oreille interne :

L'oreille interne est composée de deux structures : le vestibule et la cochlée.

Nous nous intéresserons plus particulièrement ici au fonctionnement de la cochlée.

a- Rôle de la cochlée dans l'audition :

La cochlée remplit principalement deux fonctions. La première consiste à analyser les fréquences en décomposant les ondes acoustiques complexes en éléments plus simples. Son

deuxième rôle est de convertir ces éléments en influx nerveux puis de les transmettre au nerf auditif.

b- Présentation des différentes structures de la cochlée :

La cochlée est une petite structure en forme de spirale, enroulée sur elle-même autour d'un pilier osseux, la columelle, qui contient le nerf cochléaire et les vaisseaux sanguins.

A la base de la cochlée se trouvent les fenêtrés ovale et ronde.

La cochlée est divisée sur toute sa longueur en trois compartiments : le compartiment cochléaire, la rampe vestibulaire et la rampe tympanique.

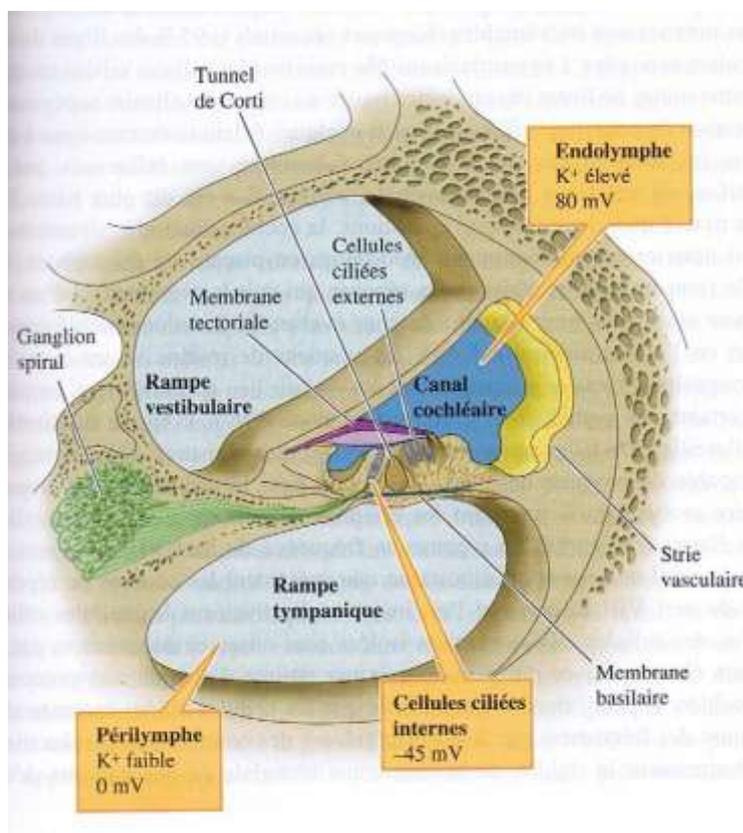


Illustration 1. Compartiments structurant la cochlée humaine

La rampe vestibulaire et le canal cochléaire, situés sur le même niveau, sont séparés de la rampe tympanique par la lame spirale dans laquelle se situent les fibres nerveuses afférentes et efférentes.

- La rampe vestibulaire renferme la périlymphe. Elle est séparée de la rampe tympanique par la lame spirale et par la membrane basilaire mais communique avec elle grâce à un petit orifice, l'hélicotréma, qui est situé à l'apex de la cochlée. La platine de l'étrier, en contact avec la rampe vestibulaire par le biais de la fenêtre ovale, transmet les vibrations de l'onde sonore à la périlymphe suivant un mouvement allant de la base jusqu'à l'apex de la cochlée.

- La rampe tympanique est également remplie de périlymphe. Les vibrations issues de la rampe vestibulaire se propagent dans la rampe tympanique par l'hélicotréma. L'onde va alors descendre jusqu'à la base de la cochlée et déformer la fenêtre ronde dans un mouvement opposé à la stimulation provoquée par la platine de l'étrier.

Les rampes ont donc un rôle passif mais important dans la conduction de l'onde sonore.

- Le canal cochléaire contient l'endolymphe. Il ne va pas tout à fait jusqu'à l'extrémité apicale de la cochlée, se terminant en cul-de-sac et laissant la place, à cet endroit à l'hélicotréma.

Le canal cochléaire est isolé de la rampe vestibulaire par la membrane de Reissner, au sein de laquelle se trouve la membrane tectoriale. Il est limité à sa partie inférieure par la membrane basilaire qui se trouve déformée suite à la propagation vibratoire de la périlymphe au sein des rampes vestibulaire et tympanique. L'organe de Corti, posé sur la membrane basilaire est alors stimulé mécaniquement par cette propagation.

- L'organe de Corti est constitué de cellules de soutien ainsi que de cellules ciliées.

Les cellules ciliées sont disposées en deux groupes :

- *les cellules ciliées internes (CCI) :*

Entourées de cellules de soutien, elles forment une seule rangée tout le long de la spire cochléaire et sont au nombre de 3500 environ. A leur face supérieure s'enracinent les stéréocils.

Elles sont reliées aux structures centrales de l'audition en grande majorité par des fibres nerveuses afférentes qui rejoignent la columelle pour atteindre ensuite le conduit auditif interne où elles forment la branche cochléaire du nerf auditif. Quelques fibres efférentes peu nombreuses forment le faisceau spiral interne.

Les CCI reçoivent 95% des fibres du nerf auditif et sont les véritables récepteurs transformant l'énergie vibratoire de la membrane basilaire en influx nerveux.

- *les cellules ciliées externes (CCE) :*

Elles sont disposées le plus souvent sur trois rangées. On en compte environ 13 000.

Elles sont attachées à leur base aux cellules de Deiters et se trouvent, contrairement aux CCI, dans une structure cellulaire assez lâche qui permet leur déformation. Les CCE sont liées à leurs voisines par des jonctions membranaires au niveau de leur face supérieure, sur laquelle on retrouve également des stéréocils. L'innervation des CCE est à l'inverse de celle des CCI : on y trouve essentiellement des connexions efférentes. Les CCE ne sont pas d'authentiques récepteurs sensoriels, mais la présence de protéines contractiles en leur sein contribue à amplifier le mouvement de la membrane basilaire détecté par les CCI et jouent ainsi un rôle essentiel dans la fonction de discrimination fréquentielle de l'oreille interne.

c- Discrimination fréquentielle et principe de la tonotopie :

Chaque endroit de la membrane basilaire présente une sensibilité préférentielle pour une fréquence bien définie. La réponse nerveuse va donc être plus intense à un endroit précis de la membrane basilaire pour chaque fréquence. Cette répartition s'effectue tout au long de la membrane. Les points qui répondent aux fréquences élevées sont à la base de la membrane basilaire, ceux qui répondent aux basses fréquences sont à l'apex. La partie la plus large, située à l'apex, est déplacée préférentiellement par les basses fréquences, tandis que la base, plus étroite, située près des fenêtres, est sensible aux aigus.

Ce principe, appelé « tonotopie » a été proposée en 1863 par Helmholtz et va être conservée tout au long du système auditif, y compris au niveau cortical, ce qui laisse penser que la tonotopie tient une grande place dans le traitement du langage. Un son complexe (comme celui de la parole) va faire vibrer la membrane basilaire en différents points correspondants aux fréquences individuelles dont il est composé.

Le déplacement de la membrane basilaire, correspondant à une analyse fréquentielle, est déterminée par deux types de mécanismes :

- les mécanismes passifs sont indépendants de l'intégrité des cellules ciliées. Ces mécanismes entraînent une déformation de la membrane basilaire dont l'amplitude maximale correspondra à la localisation approximative de la fréquence. Ils n'aboutissent qu'à une tonotopie rudimentaire.

Plusieurs hypothèses ont été proposées quant à l'origine de ce phénomène :

► *L'hypothèse de la « résonance »* émise par Helmholtz en 1863 base la tonotopie sur la résonance des fibres membranaires disposées transversalement sur la membrane. Pour Helmholtz, ces fibres sous tensions et de longueur différentes fonctionnent à la manière des cordes d'une harpe, elles entrent en vibration à leur fréquence de résonance.

► *La « théorie de l'onde propagée »* de Von Békésy en 1928. Von Békésy part du fait que la membrane basilaire est beaucoup plus rigide à la base qu'à son sommet. Ainsi, influencée par une pression continue et égale, la déformation de la membrane basilaire au sommet sera 10^5 fois plus grande qu'à la base. Ce phénomène aboutira à l'apparition d'une onde d'amplitude grandissante suivant

- les mécanismes actifs ont été pressenti par Gold en 1948 puis mis en évidence par Kemp en 1978. Ils apparaissent exclusivement sous l'influence du mécanisme passif et sont à la base de l'intelligibilité du langage. Ils sont initiés par les propriétés contractiles des CCE et ont un rôle d'amplification de l'ondulation de la membrane basilaire et d'amélioration de la sélectivité fréquentielle. En se contractant, les CCE, excités à leur « fréquence caractéristique », vont amplifier l'ondulation de la membrane basilaire et vont provoquer des mouvements de l'endolymphe. Ceux-ci vont résulter, par cisaillement de la membrane tectoriale, à l'inclinaison des stéréocils des CCE et vont, de ce fait, activer les CCI. Ainsi, la tonotopie va devenir sélective car deux fréquences très rapprochées vont exciter sélectivement deux CCI voisines, qui vont chacune grâce à leur câblage propre, envoyer au cerveau un message légèrement différent.

4. Les voies auditives centrales

Par un effet mécanique, le mouvement des stéréocils va permettre de libérer les neurotransmetteurs présents dans le corps cellulaire de la CCI. Il se forme ainsi, par un mécanisme électrochimique, un influx nerveux transmis par les voies afférentes au système auditif central.

Les caractéristiques de la stimulation électrique envoyée aux fibres du nerf auditif sont l'exact reflet des mouvements de la membrane basilaire.

La tonotopie de la cochlée est retrouvée au niveau des fibres nerveuses qui vont procurer une meilleure réponse à une fréquence précise (appelée « fréquence caractéristique »). Cette fréquence caractéristique est déterminée par le fait que la fibre nerveuse va y répondre à un très faible niveau sonore tandis qu'une stimulation effectuée à une fréquence différente nécessiterait l'émission d'un son de niveau plus élevé pour pouvoir permettre l'activation de cette même fibre. On peut observer qu'à une intensité moyenne, la sélectivité fréquentielle du son tend à diminuer.

Le système auditif central est composé de voies nerveuses afférentes et de voies nerveuses efférentes :

Les voies efférentes transmettent un message des voies centrales vers l'organe périphérique. Elles permettent aux centres corticaux d'exercer un contrôle sur la réception du message sonore.

Les voies afférentes, quant à elles, transmettent l'influx nerveux du récepteur aux aires corticales auditives. La grande majorité des fibres afférentes proviennent des CCI, les autres fibres proviennent des CCE. Les neurones des voies afférentes prennent le relais des informations auditives et forment une voie afférente droite et une voie afférente gauche avec à différents niveaux, de nombreuses connexions entre les deux voies.

Nous allons aborder les différents relais constituant les voies auditives afférentes afin de comprendre plus précisément la manière dont le son est analysé aux niveaux fréquentiel et temporel :

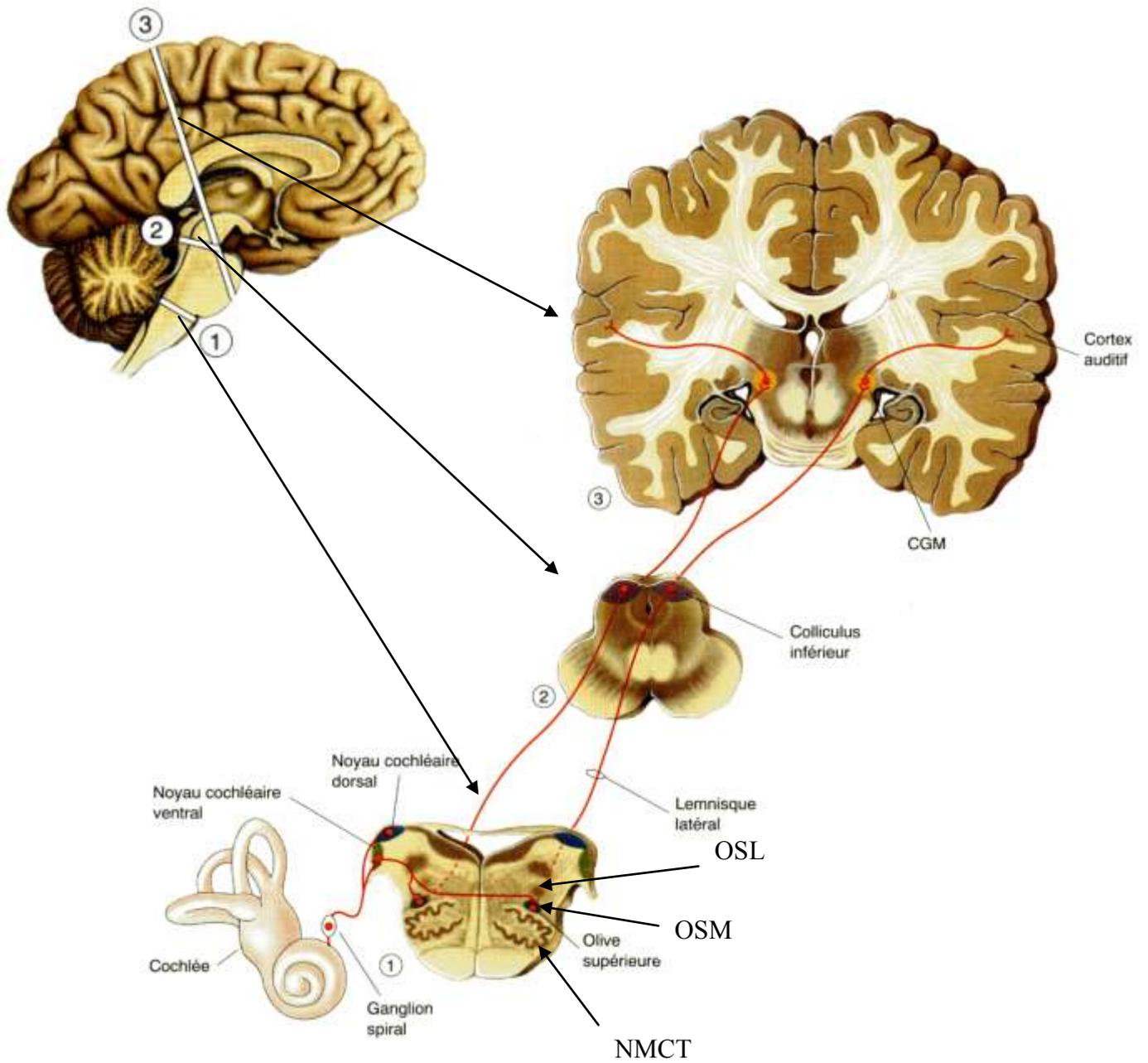


Illustration 2. Relais des voies auditives centrales

■ 1^{er} relais : les noyaux cochléaires

Ils sont situés au niveau du tronc cérébral et la totalité des fibres nerveuses s'y terminent.

Au sein du noyau cochléaire, chaque fibre du nerf auditif se ramifie, destinant sa branche ascendante au noyau cochléaire antéro-ventral, et sa branche descendante au noyau cochléaire postéro-ventral et au le noyau cochléaire dorsal. Cette différenciation correspond également à une distribution tonotopique précise des fréquences. Schématiquement, les basses fréquences sont représentées par les noyaux cochléaires ventraux et les hautes fréquences par les noyaux cochléaires dorsaux. Les noyaux cochléaires interviennent donc essentiellement dans le codage de la fréquence mais participent également au codage de l'intensité et au codage temporel.

■ 2^{ème} relais : le complexe olivaire supérieur

Il est constitué par un ensemble de noyaux situés dans la protubérance, dont certains reçoivent les fibres afférentes des noyaux cochléaires d'origine ipsi ou controlatérale.

Nous aborderons l'importance qu'il revêt dans la localisation des sources sonores dans une prochaine partie.

■ 3^{ème} relais : les noyaux du lemnisque latéral

Nous avons observé que des voies binaurales partaient des noyaux cochléaires en direction du complexe olivaire supérieur. Il existe également un deuxième ensemble de voies, monaurales cette fois, qui transmettent exclusivement les informations en provenance d'une seule oreille. Cette voie part des noyaux cochléaires et aboutit au niveau des noyaux du lemnisque latéral, du côté opposé du tronc cérébral, sans passer par le complexe olivaire supérieur. Certaines cellules des noyaux du lemnisque latéral signalent le début du son tandis que d'autres traitent les aspects temporels du son tel que sa durée indépendamment de sa fréquence et de son intensité. Pareillement à celles provenant des noyaux olivaires supérieurs, ces voies convergent vers le colliculus inférieur.

■ 4^{ème} relais : le colliculus inférieur

A ce niveau se rejoignent les voies en provenance du complexe olivaire supérieure, les voies en provenance des noyaux du lemnisque latéral et également d'autres voies en provenance directe des noyaux cochléaires. Le colliculus inférieur traite des sons aux paramètres temporels complexes. Beaucoup de ses neurones ne répondent qu'à des sons modulés en

fréquence, d'autres seulement à des sons de durée spécifique qui sont caractéristiques des sons du langage.

■ 5^{ème} relais : le corps genouillé médian

Les neurones du corps genouillé médian reçoivent toutes les informations fréquentielles et temporelles en provenance des voies séparées. Le corps genouillé médian enrichit ces données en les traitant différemment. Ces neurones vont répondre spécifiquement à certaines combinaisons de fréquences, certaines différences d'intensité et certains intervalles de temps entre deux fréquences. Ces informations vont être envoyées aux aires corticales auditives.

■ Les aires auditives corticales

Elles sont constituées d'une aire centrale (le cortex auditif primaire) et de deux aires latérales (les cortex auditifs secondaires). Ces aires ont une représentation tonotopique des fréquences semblable à celle de la cochlée, et répartie en bandes parallèles à la surface du cortex. Le cortex auditif primaire est situé dans le gyrus temporal supérieur du lobe temporal. La tonotopie au sein de cette aire est précise. Les aires du cortex auditif secondaire reçoivent des afférences plus diffuses. Elles ont de ce fait une organisation tonotopique moins précise.

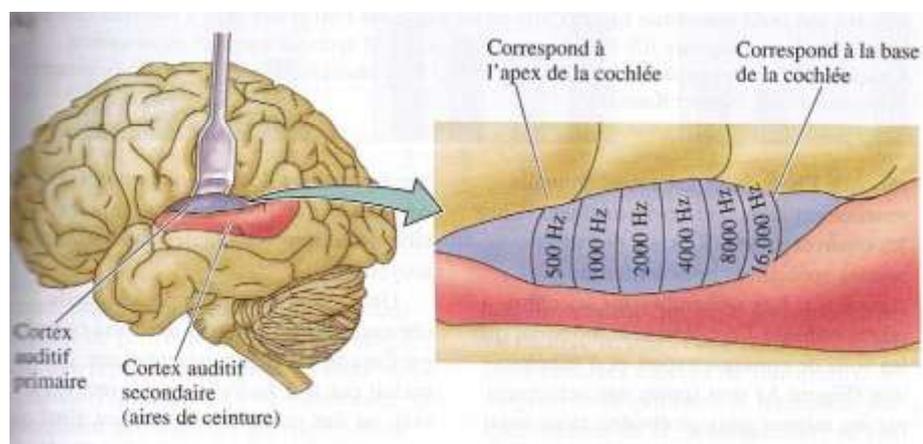


Illustration 3. Organisation tonotopique au niveau des aires auditives corticales.

Un grand nombre de neurones appartenant aux aires auditives corticales sont plus sensibles à certaines combinaisons de sons. Vraisemblablement, ces neurones participent à la reconnaissance des sons complexes. Le cortex auditif joue un rôle dans le traitement temporel des sons. Ce traitement est utile pour la perception des syllabes ou des mots. L'ablation du

cortex auditif chez l'animal le rend incapable de discriminer deux sons ayant les mêmes composantes spectrales mais qui diffèrent par la succession temporelle de ses composantes.

On a observé que des personnes ayant des lésions bilatérales à ce niveau ont de profondes perturbations dans le traitement de l'ordre temporel des sons.

Chez l'homme, des régions spécifiques du cortex auditif sont spécifiques pour traiter les sons élémentaires du langage ainsi que d'autres signaux acoustiques aux propriétés temporelles complexes tels que la musique. L'aire de Wernicke, indispensable à la compréhension du langage humain, se situe dans l'aire auditive secondaire.

II) LES PROTHESES AUDITIVES

On estime aujourd'hui à cinq millions le nombre de Français ayant une perte de l'audition et seulement 4% d'entre eux utiliseraient une aide auditive.

D'après une enquête IPSOS, en France, les principales raisons de l'absence d'appareillage seraient :

- le prix élevé des aides auditives (27%)
- le refus de porter une prothèse (23%)
- l'absence d'incitation par le médecin (11%)
- les expériences rapportées de l'inefficacité de l'appareillage (7%)

1. Les différents types de prothèses auditives :

Une gamme relativement étendue de prothèses auditives est proposée à la personne malentendante. Ce choix, affiné par les conseils de l'audioprothésiste, s'effectuera en fonction de la nature et du degré de sa surdité parmi :

- Les contours d'oreille (prothèse auditive classique)
- Les intra auriculaires
- Les boîtiers
- Les lunettes auditives

- Les aides auditives implantables à conduction osseuse (type BAHA)
- Les prothèses électroniques d'oreille moyenne
- Les implants cochléaires

Notre intérêt se portera sur les contours d'oreille puis sur l'implant cochléaire.

2. Le contour d'oreille :

a- Historique du contour d'oreille :

1952 : Les premiers contours d'oreille sont commercialisés par la société Acousticon.

1969 : Un microphone directionnel est intégré à l'appareillage.

1988 : Les aides auditives peuvent être réglées grâce à un ordinateur et elles gardent en mémoire certaines informations.

1996 : Les appareils 100% numériques font leur apparition.

Aujourd'hui : Les prothèses auditives ne cessent de se perfectionner et de proposer des adaptations aux différentes conditions d'écoute.

b- Indications et principe général du contour d'oreille :

Les contours d'oreille sont indiqués pour la plupart des types de surdité, de la plus légère à la plus profonde.

Afin de rétablir une audition fonctionnelle à la personne malentendante, la prothèse auditive va capter le son perçu à l'entrée de l'appareil à l'aide d'un micro. Ce micro va transformer les variations de pression sonore du signal en modulations électriques. Ce signal électrique va ensuite être analysé et amplifié par le microprocesseur. Le signal est ensuite envoyé à l'écouteur qui va transformer le signal électrique en signal acoustique et le transmettre, via le conduit auditif externe, au système tympano-ossiculaire.

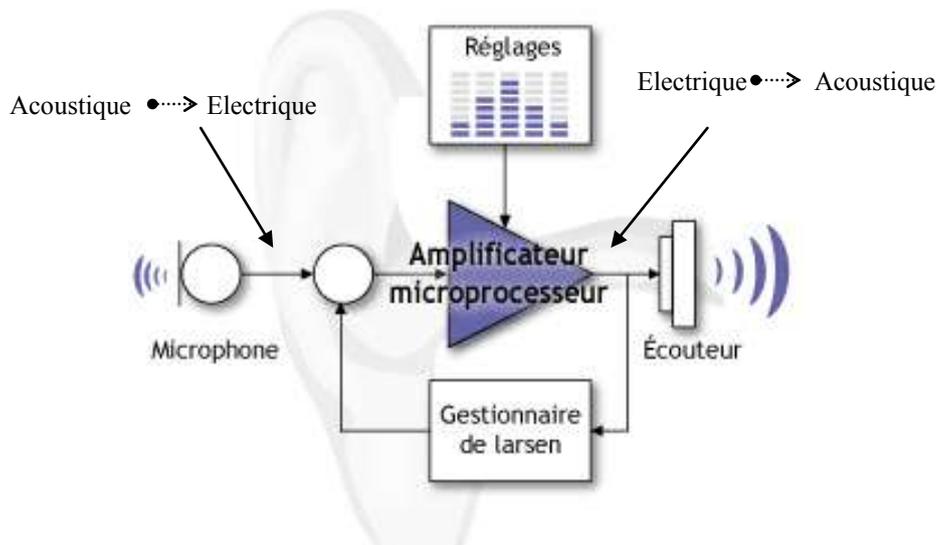


Illustration 4. Fonctionnement du contour d'oreille

Selon ce principe, le son envoyé au système auditif n'est pas modifié structurellement mais simplement amplifié (en principe seulement car nous constaterons dans une prochaine partie que certaines modifications du signal occasionnées par la structure de l'appareil et ses réglages apparaissent inévitablement.)

Le son est transmis intégralement mais son analyse se fait de manière incomplète dans le cas des surdités de perception. Dans le cas d'une surdité de perception, l'amplification ne compense qu'une partie des altérations de la fonction auditive. En effet, l'amplification de la prothèse remédie à la diminution de l'amplitude de la membrane basilaire perturbée par l'altération des CCE et à l'insuffisance du système efférent. Mais les autres altérations du fonctionnement cochléaire liées à la disparition des mécanismes actifs ne sont pas corrigées par l'amplification. L'analyse de certaines fréquences, correspondantes aux cellules ciliées endommagées, ne sera donc pas effectuée.

De ce fait, les sons graves, situés à l'apex de la cochlée et généralement mieux conservés dans les surdités de perception, seront mieux amplifiés que les sons aigus.

c- Les différents constituants du contour d'oreille :

- Le microphone :

Il capte les pressions du signal sonore et le transforme en signal électrique. C'est donc un transducteur. La qualité du micro se juge sur sa capacité à traduire la dynamique des signaux

sonores perçus sans distorsion. L'amplification auquel il est relié ne doit ajouter ni bruit ni distorsion. Certaines aides auditives possèdent plusieurs micros qui peuvent être uni ou omnidirectionnels.

- *Le microphone omnidirectionnel* capte les sons provenant de toutes les directions. Il permet d'améliorer l'efficacité de la fonction d'alerte et est particulièrement utile en conduite automobile. Le microphone omnidirectionnel permet la localisation de la source sonore et une écoute non sélective. Le passage de l'un à l'autre peut être manuel, télécommandé ou automatique. Les microphones utilisés pour les aides auditives ont pour la plupart une bande passante de 100 et 10 000 Hz.

- *Le microphone directionnel* permet de capter les sons venant d'une direction précise. Ainsi, dans les environnements bruyants, un microphone directionnel permet de se concentrer sur l'interlocuteur et atténue autant que possible, les sources de bruit éloignées. Ce type de microphone permet d'améliorer le ratio signal/bruit et assure ainsi une meilleure émergence du signal utile dans un environnement bruyant. Le microphone directionnel permet d'atténuer jusqu'à 15 dB les sons hors d'un angle d'écoute privilégié.

La plupart des aides auditives proposent les deux types de microphones.

- Le microprocesseur :

Le microprocesseur numérise et traite le signal sonore. Il garde en mémoire les différents réglages mis au point et permet l'amplification, les changements de programme, la correction du Larsen et des échos.

- L'écouteur :

C'est le mini haut-parleur de l'aide auditive. Il transforme le signal électrique provenant de l'amplificateur en signal acoustique. A l'heure actuelle, la bande passante des aides auditives est limitée par celle de l'écouteur, qui se situe entre 125 et 8 000 Hz. L'écouteur est le maillon le moins fidèle de la prothèse : sa bande passante est inférieure à celle du microphone.

L'écouteur, comme le microphone, devrait transformer le signal acoustique en signal électrique et inversement sans distorsions. En réalité, ses composants contribuent à déformer le signal initial.

- Le coupleur auriculaire :

Ce terme désigne « l'ensemble des éléments qui établissent la liaison acoustique entre l'écouteur de la prothèse auditive et le conduit auditif externe. »¹ Le coupleur auriculaire est composé du coude, du tube acoustique et de l'embout. Il modifie lui aussi le signal.

- *Le coude* est le tube qui prend la forme du contour d'oreille et qui vient s'insérer dans le sillon rétro-pavillonnaire. Il participe au maintien de la prothèse. Certains coudes renferment des filtres qui vont modifier le signal en l'amortissant.
- *Le tube acoustique* guide l'onde sonore depuis la sortie du coude jusqu'à l'entrée de l'embout.
- *L'embout* est un élément moulé sur mesure à la morphologie du conduit auditif. Il permet le maintien de l'appareil et la diminution de l'effet Larsen. Il tente d'orienter l'onde de façon optimale en direction du tympan.

L'embout constitue une gêne pour le malentendant. Il modifie la perception du son dans le conduit auditif en supprimant l'amplification par résonance du conduit et de la conque ou en la déplaçant vers des fréquences plus élevées.

La moitié interne du conduit auditif externe étant osseux, la pression de l'embout y est parfois douloureuse, ce qui en limite sa pénétration. Après quelques années de port, le conduit devient moins sensible et l'on peut alors adapter des embouts plus profonds.

Le manque d'aération du conduit auditif externe peut provoquer des pathologies comme des otites par exemple.

Lors de la phonation, de la déglutition et de la mastication, les vibrations de la partie cartilagineuse de l'oreille sont transmises par l'embout à la cavité résiduelle située devant le tympan. Par conséquent, une pression acoustique anormale va s'exercer, principalement dans les basses fréquences, ce qui provoque une sensation désagréable d'oreille bouchée, appelée « effet d'occlusion ».

L'embout est nécessairement percé d'un conduit pour le passage du son, et quelquefois d'un autre conduit de direction parallèle appelé « évent » qui permet le passage de l'air de

¹ **Gelis C.** (1993) « Bases techniques et principes d'application de la prothèse auditive. » éd. *Sauramps medical*

l'intérieur du conduit vers l'extérieur. Il permet l'écoute directe des sons normalement perçus par l'oreille, principalement à dominante grave.

Cet évent évite également la sensation de résonance désagréable créée par l'obstruction du conduit. Ce canal est surtout utile dans les surdités avec conservation des fréquences graves.

En revanche, cet évent favorise l'apparition de l'effet Larsen ce qui limite le niveau d'amplification possible.

d- Un signal d'entrée modifié par des réglages spécifiques et par le fonctionnement de l'appareil :

Chaque constituant de la prothèse auditive contribue à modifier le signal d'entrée. Il convient d'ajouter à ces distorsions celles effectuées par les réglages adaptés aux caractéristiques du patient.

- Le gain :

Le gain est, pour chaque fréquence, la différence entre le niveau sonore obtenu grâce à l'appareil, et le niveau effectif sans appareils de la personne malentendante. La plupart des aides affichent souvent des gains maxima d'environ 50 à 85 dB pour les contours d'oreille.

- La bande passante :

Elle définit les fréquences traitées et celles qui ne le sont pas. La plupart des appareils proposent des bandes passantes comprises entre 100 et 8 000 Hz. Les fréquences de la parole se situent essentiellement entre 250 et 4 000 Hz. A titre de comparaison, la bande de fréquence du téléphone est comprise entre 300 et 3400 Hz. Cela permet cependant de comprendre sans difficultés les interlocuteurs. Ces bandes caractéristiques de la parole ne couvrent pas toutes les fréquences nécessaires à l'audition de la musique.

- La compression :

La perception de la parole chez une personne malentendante se détériore lorsque le signal est émis à un niveau sonore élevé. L'audioprothésiste adaptera donc le gain de l'aide auditive afin de permettre une meilleure compréhension, de protéger l'oreille contre des sons trop forts et d'améliorer le confort auditif.

L'amplification de la prothèse est donc « non-linéaire » : un signal de faible puissance sera plus fortement amplifié qu'un signal fort. Par exemple, si un son est émis à 50 dB, il sera amplifié à 80 dB. En revanche, s'il est émis à 90 dB, il ne dépassera pas 105 dB au niveau du signal de sortie. Le gain passe alors de 30 dB (dans le premier cas) à 15 dB (dans le deuxième cas). Cette adaptation du gain est appelée « compression de dynamique» car la dynamique du signal de sortie est inférieure à celle du signal d'entrée. Concrètement, l'aide réduit le gain dès que l'intensité du signal sonore d'entrée dépasse un seuil prédéfini. Cette fonction s'avère nécessaire chez les personnes présentant un fort recrutement. Elle doit être variable selon les fréquences afin de s'adapter aux particularités de chaque oreille et se fait par un traitement multicanaux ou un traitement global du signal. Mais cette adaptation de la compression individualisée par bandes de fréquences (traitement multicanaux) peut modifier la perception des phonèmes. En effet, ceux-ci occupent parfois plusieurs canaux. Certains appareils possèdent donc des fonctions anti-lissage des formants de la parole afin de compenser cet inconvénient.

Lorsque la dynamique de l'aire auditive du malentendant le permet, la compression de dynamique devra respecter la dynamique de la parole.

En effet, d'une part, les variations de niveau du message verbal sont un élément de la prosodie qui participe à l'intelligibilité et qu'il convient donc de préserver et d'autre part, les latences obligatoires de mise en fonctionnement et d'arrêt des circuits de compression provoquent des instabilités qui perturbent le message vocal.

Cette fonction doit se déclencher rapidement car c'est l'analyse temporelle des phonèmes qui permet de suppléer les déficiences de la capacité d'analyse fréquentielle. Si le temps d'activation des circuits de compression se fait trop lentement, l'intelligibilité sera réduite.

Des pics de puissance (appelés « overshoots ») résultant de la compression, atteignent la limite de l'inconfort et créent de fausses informations de modulation. Ils doivent à leur tour être supprimés.

Le choix de l'appareil et des modes de compression est un élément essentiel pour l'amélioration de la compréhension.

Pour permettre une meilleure compréhension il faut également atténuer les bruits courants tout en évitant les distorsions.

- Les canaux :

Certaines prothèses auditives découpent le signal sonore en bandes de fréquence correspondant à « des canaux ». Le nombre de canaux varie de 4 à 64 selon le type et la marque de la prothèse. Ce découpage permet d'appliquer des traitements distincts aux informations sonores contenues dans les différents canaux et d'optimiser ainsi l'adaptation aux qualités résiduelles de l'oreille (dynamique, filtrage, amélioration du ratio signal/bruit, compression)

Cependant, ce système trouve ses limites par les phénomènes de perturbations sonores induits aux jonctions entre les canaux. Ces perturbations apparaissent lors de la reconstitution du signal sonore global. Par ailleurs, les phonèmes occupant souvent plusieurs canaux, le traitement différencié suivant le canal peut contribuer à brouiller le message plutôt que l'inverse. C'est pourquoi la plupart des aides auditives limitent désormais le nombre de canaux à une dizaine.

Certains fabricants ont choisi de revenir à un traitement global du signal, c'est-à-dire sans traitements multicanaux, grâce aux capacités étendues de nouveaux microprocesseurs puissants. Ce traitement global offre l'avantage de ne pas découper le spectre fréquentiel. De ce fait, le traitement de la parole reste plus homogène et tend à éviter la déstructuration du message.

- Le temps de traitement :

Il s'agit du temps nécessaire à un circuit électronique pour traiter le signal, depuis l'entrée du son dans le microphone, jusqu'à l'écouteur. Ce temps est essentiel pour le cerveau qui acquière, à chaque instant, de manière simultanée, l'ensemble des signaux présents dans la cochlée. Le cortex cérébral associe en effet ces informations de manière statistique et cognitive aux signaux suivants et précédents, pour élaborer la compréhension du message. Ainsi, changer la fenêtre de temps dans lequel une fréquence est perçue peut modifier notablement la compréhension de certains phonèmes. Les basses fréquences auront besoin de plus de temps pour être analysées : une onde sonore de fréquence de 50 Hz (soit 50 périodes par secondes) se reproduit à l'identique toutes les 20 ms et une onde de 500 Hz toutes les 2 ms. Or il faut environ deux périodes pour que le microprocesseur identifie la présence d'une fréquence donnée. Ce délai de détection impose un compromis entre l'exigence de traitement rapide et la capacité à traiter les basses fréquences.

e- L'amélioration de la perception de la parole dans le bruit par le contour d'oreille :

Les capacités de sélectivité fréquentielle de la personne malentendante étant réduites, leur perception de la parole dans un milieu bruyant se fera plus difficilement. Augmenter le gain dans ce cas est susceptible de dégrader davantage la sélectivité fréquentielle.

La plupart des contours d'oreille sont dotés de programmes modifiant certaines caractéristiques du signal sonore qui permettent une meilleure perception de la parole dans le bruit. Elles détectent les bruits de fond et évitent leur amplification afin de mieux percevoir le signal. On peut distinguer plusieurs stratégies :

- La stratégie spectrale :

Les appareils multicanaux améliorent le ratio signal/bruit en tenant compte des différences spectrales entre le bruit et les sons de la parole. Le spectre du bruit est en effet généralement composé de fréquences plus basses que le spectre du signal. Les prothèses multicanaux vont tenir compte de cet aspect pour faire émerger les sons de la parole.

- La stratégie temporelle :

Cette stratégie est utilisée par les circuits dits « rejecteurs de bruits ». Ils pallient le manque de sélectivité fréquentielle de la personne malentendante en se fondant sur un critère temporel. Le bruit est plutôt stable comparé à la parole qui a un signal impulsionnel et qui, par la mise en place d'algorithmes particuliers, va être mis en valeur. Cependant, ce système n'est pas efficace en toute situation et il modifie le timbre de manière importante.

f- Conclusion :

Le contour d'oreille amplifie l'onde acoustique et procure une perception sonore plus importante au niveau des fréquences stimulées par les cellules ciliées intègres. Mais lorsque certaines cellules ciliées sont endommagées, ce qui est le cas dans les surdités de perception endo-cochléaires, l'amplification qu'il en résultera aura une incidence minime. La logique est simple : amplifier un mouvement qui n'existe pas (ici, celui de la membrane basilaire et des cellules ciliées) aboutira à un résultat nul.

Le son transmis par le contour d'oreille est à la base de la même nature que celui perçu par un normo-entendant (stimulation acoustique) mais toutes les fréquences ne sont pas représentées et la distinction entre les fréquences proches (distorsions fréquentielles) et entre des bruits peu

espacés dans le temps (distorsions temporelles) seront plus difficiles. S'ajoutent à ces phénomènes les distorsions inhérentes à la constitution de la prothèse à ses différents réglages.

3. L'implant cochléaire :

L'implant cochléaire est une prothèse auditive qui a un fonctionnement différent de celui du contour d'oreille. Il recode l'onde sonore et biaise le système tympano-ossiculaire en stimulant directement le nerf auditif.

La stimulation électrique générée par l'implant cochléaire ne procure pas la même perception sonore que celle d'un normo-entendant.

L'efficacité de l'implantation repose, chez une personne ayant une surdité évolutive ou acquise, sur la capacité des zones du cortex concernées par l'audition à se réorganiser afin de percevoir et traiter le message différemment. Cela nécessite un réapprentissage complet de la perception des sons et des mots.

Un implant coûte environ 23 000 € et est financé par le ministère de la Santé. Ce budget conséquent implique généralement l'indication d'un seul implant cochléaire. Une implantation bilatérale est envisagée dans des cas bien spécifiques.

a- Historique :

1957 : Les premières expérimentations concernant l'implantation cochléaire chez l'homme sont effectuées en France par Charles Eyriès et Robert Djourno.

Années 1960 : De nombreuses recherches sur le sujet ont lieu.

Années 1970 : Les premiers implants cochléaires, monocanaux, se développent. Ils ne sont alors composés que d'une seule électrode extra-cochléaire posée près de la fenêtre ronde. Ces implants provoquent certaines sensations auditives mais n'aident pas à la perception de la parole.

Années 1980 : Des implants cochléaires multicanaux insérés dans la rampe tympanique se développent en Australie. Les premières indications concernent uniquement les patients adultes présentant des surdités acquises.

1993 : L'utilisation de l'implant cochléaire chez l'enfant est autorisée.

Aujourd'hui : Les améliorations technologiques concernent les composés implantés, la miniaturisation ainsi que le développement des stratégies de codage de la parole.

Actuellement dans le monde, plus de 75 000 personnes ont reçu un implant. Environ 550 implantations sont réalisées en France par an.

b- Indications :

L'implant cochléaire peut être proposé aux enfants et aux adultes atteints de surdité profonde bilatérale définitive, qui ne tirent pas de bénéfices suffisants de l'aide auditive classique pendant au moins six mois. Ces personnes ne doivent pas présenter de malformation de la cochlée ou du nerf auditif.

L'efficacité de l'appareillage classique doit être évaluée en fonction de la perception de la zone conversationnelle qui correspond à une région du champ auditif délimité par les fréquences de 250 à 4000 Hz et des intensités de 30 à 50 dB.

Les adultes ayant une surdité profonde depuis la petite enfance, n'ayant pas développé les circuits neuronaux qui permettent la transmission et l'interprétation des sensations auditives jusqu'au cerveau ne pourront pas bénéficier de ces implantations. En revanche, les adultes ayant acquis un langage oral pourront bénéficier de cette technologie.

c- Ses différents composants :

L'implant cochléaire est composé d'une partie externe et d'une partie interne.

- La partie interne :

Elle est constituée d'une antenne réceptrice (3) et d'un porte-électrodes (4).

L'antenne réceptrice est placée chirurgicalement en arrière du pavillon de l'oreille, sous le cuir chevelu, dans l'os du crâne qui est creusé en surface.

Le porte-électrodes est introduit dans la rampe tympanique de la cochlée à travers une cochléostomie réalisée à proximité de la fenêtre ronde. Le nombre d'électrodes varie de 16 à 24 selon le modèle de l'implant utilisé. Ce sont des fils fins en silicone contenant plusieurs terminaisons électriques. Multiplier les électrodes augmente la stimulation des zones contiguës et diminue la sélectivité fréquentielle. En effet, les zones stimulées sur la membrane basilaire ne peuvent pas réellement être isolées les unes par rapport aux autres. C'est le

traitement électronique du signal et l'analyse des fréquences les plus significatives qui permettent de stimuler plusieurs électrodes en même temps. L'implant tend à utiliser au mieux le mode de fonctionnement normal de la cochlée.

- La partie externe :

Elle est esthétiquement identique à un contour d'oreille (1), sans embout auriculaire, et est reliée à une antenne émettrice (2) qui se place dans les cheveux, à l'endroit où a été posée l'antenne réceptrice. Le contour d'oreille intègre un micro omnidirectionnel ainsi qu'un processeur vocal.

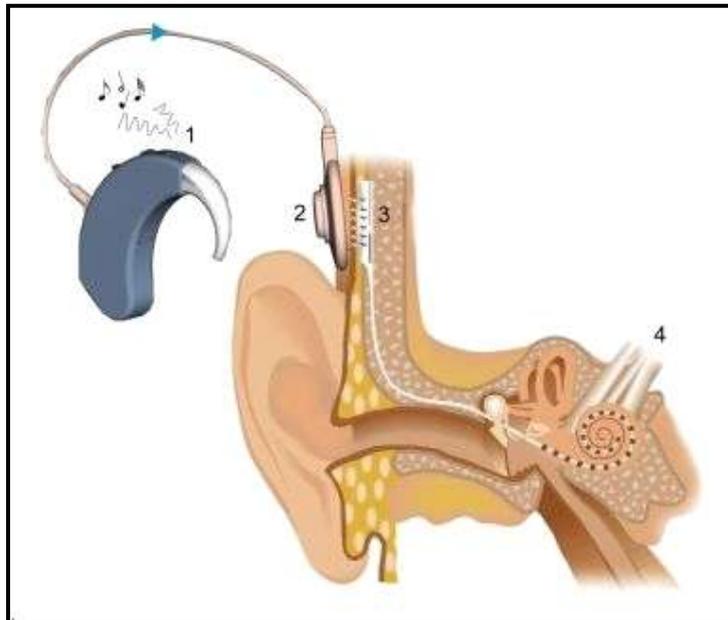


Illustration 5. Composants de l'implant cochléaire

d- Fonctionnement de l'implant :

L'implant tend à restituer aux fibres nerveuses une activité électrique se rapprochant de celle de la cochlée en se substituant aux cellules ciliées absentes ou détruites. L'opération est irréversible, elle détruit la fonction normale de la cochlée. Cependant, l'implant peut être changé si nécessaire.

Le microphone capte le signal sonore et le transmet au processeur vocal. Ce processeur sélectionne, amplifie et code les sons les plus utiles à la compréhension de la parole. Pour se faire, une banque de filtres sépare le son en différentes bandes de fréquences qui ont été préalablement réglées par l'audioprothésiste ou le médecin ORL. Les bandes correspondant aux fréquences basses sont plus étroites que celles correspondant aux fréquences hautes. A la sortie de chaque filtre (= canal) se trouve un détecteur d'enveloppe dont le rôle est d'estimer l'énergie du signal de chaque bande de fréquence et à chaque instant. Chaque filtre va donc fournir une enveloppe qui représente l'évolution temporelle de l'énergie de sa bande de fréquence. La structure fine du signal n'est pas reconstituée. L'information va alors être synthétisée et transformée en information électrique par le biais du « bloc d'adaptation du rang dynamique ». Le processeur génère ensuite des impulsions de stimulation qu'il va envoyer à l'antenne émettrice qui le transmet à l'antenne réceptrice. Cette dernière envoie alors un signal électrique au faisceau d'électrodes intra-cochléaire stimulant ainsi les fibres nerveuses.

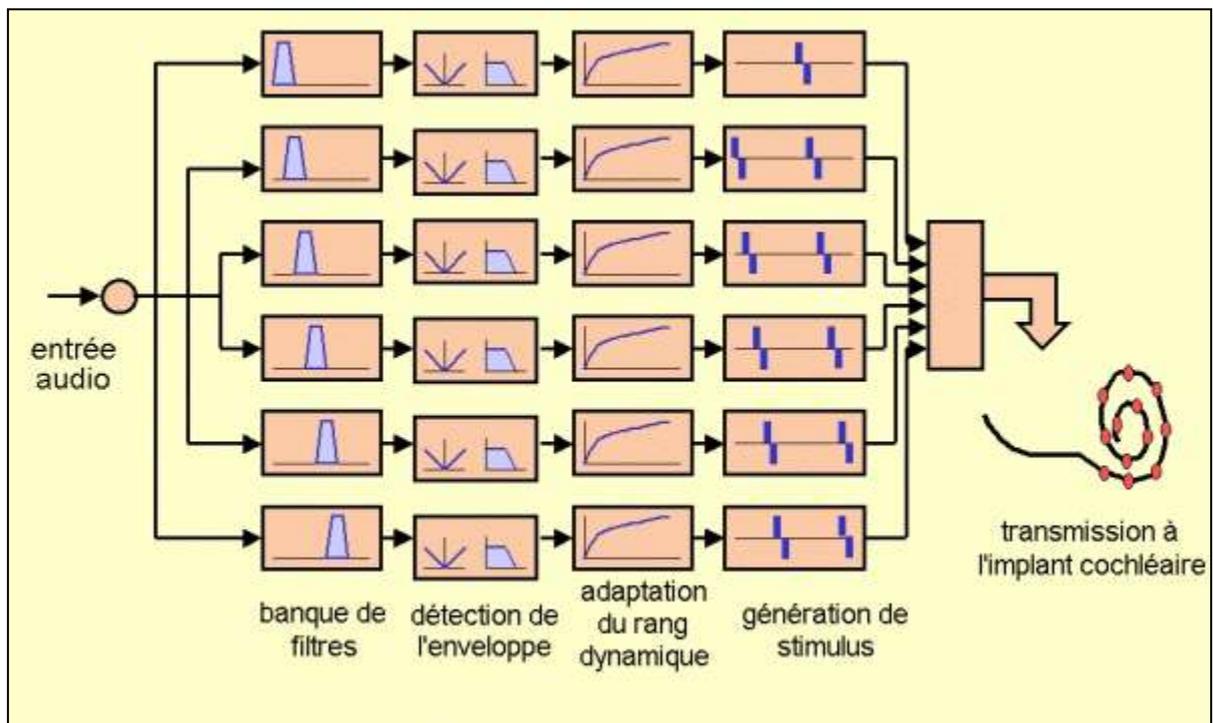


Illustration 6. Principe du codage de l'onde sonore par l'implant cochléaire

e- Stratégies de codage :

La manière dont le son est codé et transmis aux électrodes correspond à une stratégie de codage particulière.

L'audioprothésiste ou le médecin ORL choisit de programmer l'une des stratégies existantes (il en existe une multitude) en fonction de ses caractéristiques et de sa compatibilité avec le modèle d'implant.

La stratégie de codage la plus utilisée et que nous allons présenter est la stratégie « Continuous Interleaved Samples » (CIS). Elle a été mise au point en 1991.

La banque de filtres de CIS sépare le son en huit bandes de fréquences qui vont être traitées par chaque électrode. Toutes les électrodes vont être stimulées les unes après les autres dans un ordre spécifique (de la base à l'apex ou de l'apex à la base de la cochlée ou selon le degré d'intensité de la stimulation) et proportionnellement à la quantité d'énergie de chaque fréquence contenue dans le signal.

Le système CIS réalise la stimulation la plus rapide des stratégies de codage existantes (de 883 à 1500 impulsions par seconde).

Cette stratégie permet une bonne analyse temporelle du signal et la séquentialité de son traitement évite les interférences entre les électrodes.

Une multitude de stratégies de codage ont été mises au point et elles ne répondent pas toutes au même principe. Nous les évoquons à titre de comparaison :

- la « Spectral Peak Strategy » (Speak) : elle décompose le signal en vingt bandes de fréquence et stimule uniquement les électrodes où l'énergie est la plus élevée et donc la plus caractéristique. L'analyse temporelle est donc amoindrie au profit de l'analyse fréquentielle.

- la stratégie « Advanced Combination Encoders » (ACE) : elle propose de coordonner les points forts des stratégies SPEAK et CIS en associant les analyses temporelle et fréquentielle du signal.

**CHAPITRE B : QUE PEUT APPORTER
UNE PROTHESE AUDITIVE CLASSIQUE
ASSOCIEE A L'IMPLANT ?**

La binauralité, chez les personnes normo-entendantes, présente certains avantages non négligeables :

- la redondance des informations : dans une situation binaurale, le signal parvient à l'auditeur à deux reprises, ce qui permet de mieux intégrer l'information auditive au niveau du cerveau.
- un choix d'écoute : deux oreilles qui entendent permettent à l'auditeur de ne pas tourner la tête constamment du côté de l'oreille entendante (par exemple en voiture).
- une élévation de la sonie: elle est rendue possible par la somme des intensités binaurales (de 10 à 15 dB supplémentaires [34]).
- une élaboration et une appréciation subjective de l'espace sonore : le fait d'avoir deux oreilles permet d'apprécier la distance des objets en mouvement et permet ainsi la localisation de la source sonore par une comparaison entre deux signaux envoyés au cerveau.
- une meilleure compréhension de la parole dans le bruit
- une confiance et une rapidité dans les réponses ainsi qu'une réduction dans l'effort de communication.

Tous ces avantages sont généralement notés pour des porteurs de prothèses auditives classiques (il existe toutefois des exceptions pour lesquelles les résultats obtenus avec deux appareils sont moins bons qu'avec un seul).

Selon **Noble** [1], l'avantage binaural procuré par le port de deux prothèses auditives classiques est surtout présent dans des contextes d'écoute difficile : lorsque les sons sont simultanés ou lorsqu'ils se succèdent rapidement. D'après lui, deux appareils concomitants ne délivrent pas plus de bénéfices dans le domaine de la séparation, de l'identification ou de la clarté mais offre un bénéfice supplémentaire dans le domaine de l'effort d'écoute ce qui constitue un aspect essentiel dans l'aisance de communication.

Les avantages que représente la binauralité chez les personnes normo-entendantes sont ils également actifs chez la personne porteuse de prothèses auditives utilisant des principes de codage du son très différents ?

Nous tenterons d'apporter une réponse en examinant si l'ajout d'une prothèse auditive classique (PA) à l'implant cochléaire (IC) apporte un bénéfice dans les domaines suivants :

- la localisation d'une source sonore
- la perception de la parole dans le bruit
- l'acquisition de certains phonèmes et des capacités langagières

I) LA LOCALISATION D'UNE SOURCE SONORE

Avoir deux oreilles permet de se construire un espace sonore en « trois dimensions ». En effet, l'analyse d'un son en audition binaurale permet de détecter s'il est émis au-dessus ou en dessous de l'auditeur, à sa gauche ou à sa droite, devant ou derrière lui. Nous remarquerons dans un premier temps que cette opération est rendue possible par les caractéristiques physiques de la propagation du son et par les traitements particuliers qu'effectuent les voies auditives. Puis, nous essaierons de comprendre, à travers l'analyse d'expériences, si la fonction binaurale est restituée par le port concomitant de deux prothèses auditives (IC et PA) ayant des principes d'analyse de l'onde sonore extrêmement différents.

1. Caractéristiques physiques de la propagation de l'onde sonore permettant la localisation de sa source :

► Les voies auditives centrales analysent la provenance d'une onde sonore par le calcul des différences de temps et d'intensité atteignant le système auditif périphérique.

a- La différence interaurale de temps ou de phase:

Elle permet la localisation des sources sonores de fréquences inférieures à 3000 Hz, avec une meilleure précision pour les fréquences inférieures à 1500Hz.

Les pavillons de l'oreille externe sont séparés par une distance de 20 cm environ. Imaginons une source sonore située à droite d'un sujet. La source émet une onde qui percute d'abord l'oreille droite et doit, pour atteindre l'oreille gauche, parcourir une distance plus élevée. Cette onde est donc traitée par l'oreille gauche plus tardivement.



Illustration 7. La différence interaurale de temps

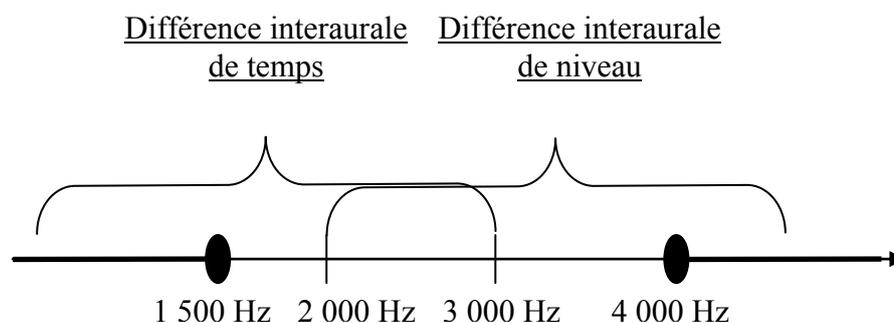
Ce décalage temporel varie en fonction de l'azimut. Il n'existe pas de différence temporelle pour une source directement placée devant ou derrière l'auditeur, car la distance interaurale est la même. La différence temporelle augmente progressivement au fur et à mesure du déplacement de la source sonore vers l'une des deux oreilles, pour atteindre son maximum exactement en face d'un des pavillons.

b- La différence interaurale de niveau :

Elle entre en jeu dans la localisation à partir de 2000 Hz mais permet réellement la détermination de l'azimut au-dessus de 4000 Hz.

Elle repose sur une logique simple : lorsqu'un son est émis à droite du sujet, il est perçu plus fort par l'oreille droite que par l'oreille gauche, et sera donc localisé à droite.

La différence interaurale de niveau dépend de la morphologie du sujet, de la fréquence du son et surtout de l'azimut de la source.



2. Localisation d'une source selon sa position dans l'espace :

► La localisation d'une source sonore consiste à déterminer son azimut (position de la source dans un plan horizontal passant par la ligne des oreilles), sa hauteur (position de la source dans un plan vertical) et sa distance par rapport à l'auditeur.

a- L'azimut :

La différence de temps paraît être le facteur déterminant pour les fréquences inférieures à 1500 Hz et la différence de niveau, le meilleur paramètre pour les fréquences supérieures à 4000 Hz. La détermination de l'azimut est plus imprécise autour des fréquences de 2000-3000 Hz. Cependant, la performance de la précision directionnelle dépend de la largeur de la bande spectrale de la source sonore. Ainsi les sons complexes, ceux de la parole par exemple, seront toujours aisément localisables par le fait de la redondance du traitement de l'information. En effet, par la multiplicité des fréquences qu'ils contiennent, ils font appel à la fois à la différence interaurale de temps et de niveau.

b- La hauteur de la source :

Elle est difficile à analyser mais les mouvements de tête ainsi que l'anatomie du pavillon de l'oreille, qui modifient la résonance et l'incidence des ondes, aident à la déterminer.

c- La distance :

La fonction binaurale ne paraît pas intervenir dans l'appréciation de la distance. Lorsqu'une source s'éloigne puis s'approche de l'auditeur, les variations de niveau permettent d'estimer sa distance. Au contraire, l'immobilité d'une source rend difficile cette opération.

L'appréciation de la distance est fondée sur le contenu spectral du bruit : plus une source est éloignée, plus elle va paraître grave car les aigus sont plus fortement absorbés lors de la propagation aérienne. Le cerveau va comparer ce spectre modifié avec le spectre standard qu'il a en mémoire afin d'évaluer la distance.

3. La localisation du son effectuée au niveau des voies auditives :

La fonction binaurale est permise grâce à la dissymétrie existante entre les messages sonores parvenant aux oreilles. Cette dissymétrie constitue une information majeure dans l'analyse de la localisation de la source par le cerveau.

(Vous pouvez vous référer pour cette partie à l'illustration 2. p.18)

a- Au niveau du complexe olivaire supérieur :

Le complexe olivaire supérieur est le premier niveau dans lequel se situent des neurones capables de caractériser les différences dichotiques. Recevant des informations des deux cochlées, il paraît jouer un rôle essentiel dans la localisation des sources sonores.

Nous venons de mettre en évidence le fait que selon la fréquence, l'oreille utilise deux mécanismes différents pour localiser horizontalement les sources sonores :

- Pour les fréquences inférieures à 3000 Hz, les écarts temporels interauraux permettent de localiser le son. Ces écarts sont traités dans l'olive supérieure médiane. Les circuits nerveux sont très sensibles : une différence interaurale de temps de 10 μ s seulement sera perçue du côté où le son arrive en premier. Les noyaux cochléaires antéro-ventraux droits et gauches envoient des informations à l'olive supérieure médiane relatives au moment où l'onde sonore arrive à leur oreille respective. L'olive supérieure médiane est composée de cellules ayant des dendrites qui s'étendent à la fois en direction médiane et en direction latérale. Les dendrites latérales reçoivent leurs afférences du noyau cochléaire antéro-ventral ipsilatéral et les dendrites médianes reçoivent les leurs du noyau cochléaire antéro-ventral controlatéral.

Ce principe permet ainsi à l'olive supérieure médiane d'engager le processus de calcul des écarts d'arrivée de l'onde sonore à chaque oreille. Les cellules de l'olive supérieure médiane fonctionnent comme des détecteurs de coïncidence c'est-à-dire qu'elles vont avoir une sensibilité maximale pour différents écarts temporels interauraux. Les axones venant du noyau cochléaire antéro-ventral ont des longueurs variables servant à créer « des lignes à retard ». Ces différences de longueur compensent les légères différences entre le temps d'arrivée des ondes sonores à chaque oreille de sorte que les influx nerveux résultants arrivent

au même moment à un neurone donné de l'olive supérieure médiane. Chaque cellule présente une sensibilité particulière aux sources sonores situées à un endroit particulier. Les neurones du cortex auditif qui reçoivent des influx des deux oreilles répondent de façon maximale ou minimale lorsque l'arrivée du stimulus à une oreille retarde d'une période fixe par rapport à l'arrivée à l'autre oreille. Cette période fixe est variable d'un neurone à l'autre.

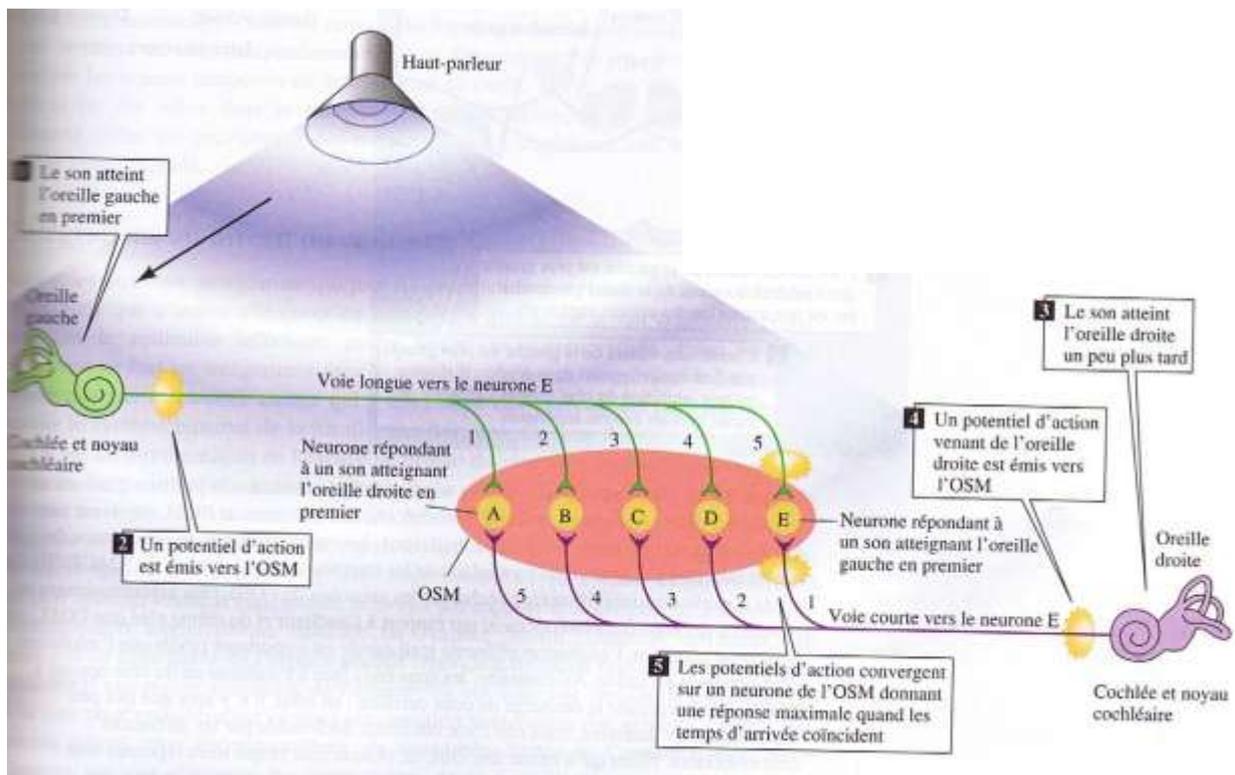


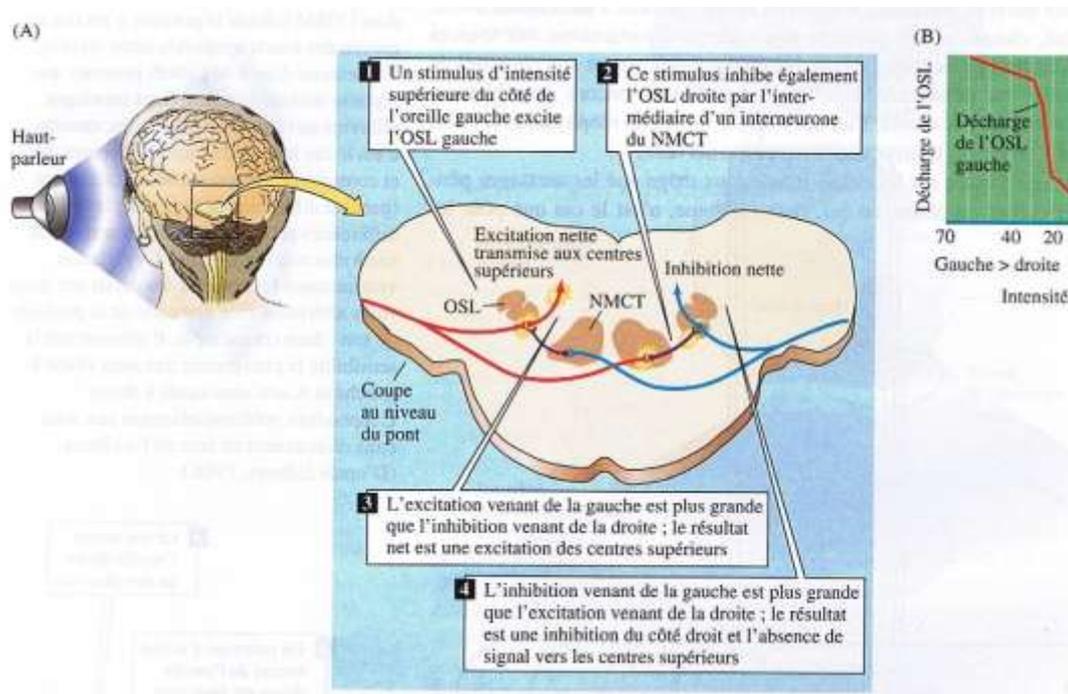
Illustration 8. Mécanisme de localisation pour les fréquences inférieures à 3000 Hz.

- Pour les fréquences supérieures à environ 2 000 Hz, la tête constitue un obstacle acoustique car les sons ont des longueurs d'onde trop courtes pour la contourner.

Lorsque des sons de haute fréquence sont dirigés vers un côté de la tête, l'oreille située de l'autre côté se trouve dans une sorte d' « ombre acoustique » de plus faible intensité sonore. Ces différences d'intensité fournissent un second indice pour juger de la position d'un son. Les circuits qui calculent sur cette base la position du son se situent dans l'olive supérieure latérale et dans le noyau médian du corps trapézoïde. Le noyau cochléaire antéro-ventral ipsilatéral va exciter l'olive supérieure latérale (ainsi que l'olive supérieure médiane) alors que l'oreille controlatérale va, elle, envoyer des afférences inhibitrices, après relais dans les neurones inhibiteurs du noyau médian du corps trapézoïde. Ces informations vont permettre à

l'olive supérieure latérale de situer la source du même côté que celui de l'excitation. Les voies parallèles issues du noyau cochléaire participent à chacun de ces modes de localisation.

Lorsqu'un son est émis en face d'une oreille, l'excitation du noyau cochléaire antéro-latéral sera maximale tandis que l'inhibition due au noyau médian du corps trapézoïde sera minimale. Mais plus on se rapproche de la ligne médiane, plus l'inhibition du noyau médian du corps trapézoïde accroît, jusqu'à supprimer toute activité de l'olive supérieure latérale. Chaque olive supérieure latérale ne code que les sons venant de l'hémichamp ipsilatéral. Il faut donc les deux olives supérieures latérales pour représenter tout le panel des positions horizontales.



du colliculus inférieur :

Illustration 9. Mécanisme de localisation pour les fréquences supérieures à 2000 Hz.

Grâce à ses afférences variées, le colliculus inférieur va synthétiser la perception de l'espace auditif.

c- Au niveau du corps genouillé médian :

Le corps genouillé médian complète la synthèse effectuée par le colliculus inférieur.

Il réalise l'intégration des aspects fréquentiels et temporels des sons qui vont permettre la localisation du son.

d- Au niveau des aires auditives corticales :

Nous avons abordé dans la partie qui concerne le fonctionnement de l'oreille le fait que le cortex auditif comprend une carte topographique de la cochlée. A angle droit de cette représentation tonotopique des fréquences se trouve une disposition en bandes des propriétés binaurales. Les cellules appartenant à une bande donnée sont excitées par les deux oreilles (les cellules EE), tandis que les cellules de la bande adjacente sont excitées par une oreille et inhibées par l'autre (les cellules EI). Les bandes EE et EI sont alternées.

Ce système va permettre aux neurones du cortex auditif de répondre préférentiellement à des délais particuliers entre une émission sonore modulée en fréquence et son écho et renseignent ainsi sur la distance de la cible et son déplacement.

4. Expériences concernant la localisation :

a- Expérience chez le normo-entendant :

L'étude de Dubno et al. [2] menée chez des sujets jeunes et d'autres plus âgés met en évidence un probable déficit de la localisation lié à l'âge de l'utilisation de la différence interaurale.

b- Expériences avec IC bilatéraux :

Tyler et al [3] ont mesuré les capacités de localisation chez sept sujets implantés bilatéralement successivement avec un temps entre les deux implantations relativement important.

La localisation bilatérale a été testée en utilisant des sons de la vie de tous les jours avec des stimuli présentés par un des huit haut-parleurs.

Quatre des sept sujets ont montré une localisation du son efficace (en acceptant une marge d'erreur de 30°).

Les deux sujets testés unilatéralement avant de recevoir leur deuxième implant ont montré une amélioration de leur localisation après implantation du deuxième côté.

Van Hoesel et al. [4] notent que les IC bilatéraux apportent à l'adulte testé des avantages plus importants dans la localisation du son par rapport à un seul IC.

L'équipe allemande de **Seeber et al.** [5] dont nous allons décrire l'expérience ultérieurement, constate que tous les sujets de leur étude implantés bilatéralement montrent des capacités de localisation d'une précision variable.

En revanche, **Laback et al.** [6] constatent que chez deux sujets adultes portant des IC bilatéraux, la localisation d'un son reste complexe. En effet, les sujets testés portent des IC employant la stratégie CIS qui ne transmet pas de manière optimale les différences de temps interauraux. Cette stratégie met de côté la structure fine du signal qui est influente dans la localisation. Cependant, elle procure des indices efficaces pour déterminer les différences interaurales de niveau.

c- Expériences avec IC+PA :

Ching et al. [7] ont mené en 2001 une expérience se rapportant à la localisation d'une source sonore chez onze enfants.

L'enfant est assis parfaitement en face du centre d'un arc horizontal de 180° composé de onze haut-parleurs et d'un arc d'intersection vertical de 162° composé de dix haut-parleurs. Les haut-parleurs sont espacés de 18°. Chaque stimulus dure 0,83 seconde et est composé de quatre sons pulsés (bruit rose).

Le stimulus est présenté de front à 65 dB SPL, et est émis au hasard par l'un des onze haut-parleurs de l'axe horizontal. Après la présentation de chaque signal, l'enfant doit dire quel haut-parleur a émis le son en le désignant par son numéro. Les résultats ont été cotés en terme d'erreurs.

Les expérimentateurs ont proposé une condition d'étude supplémentaire dans laquelle l'IC est associé à la PA dont le réglage a été ajusté. (IC+PA ajustée)

- ▶ Le résultat obtenu dans la situation IC + PA ajustée est significativement meilleur que dans les trois autres situations.
- ▶ De manière significative, sept enfants sur onze font moins d'erreurs de localisation quand ils portent la prothèse auditive associée à l'implant.
- ▶ IC seul n'est pas significativement différent de PA seule du point de vue de la réussite en localisation.

► Tous les enfants qui utilisent le mieux les informations binaurales pour localiser les sources sonores sont les plus performants dans la vie quotidienne, en particulier dans les situations bruyantes.

► Tous les enfants qui localisent mieux sont ceux qui perçoivent également mieux la parole dans le bruit.

L'expérience de Seeber et al. [5] concerne à la fois onze personnes portant une PA associée à l'IC (groupe bimodal) et quatre personnes portant deux implants (groupe IC bilatéraux).

Les tests de localisation ont été effectués dans une chambre anéchoïque et dans le noir complet.

1) Tous les sujets avec IC bilatéraux ont montré des capacités de localisation avec une précision variable : un patient a montré des capacités de localisation proches de celles d'un normo-entendant. Ce sujet a aussi été capable de dire de quel côté le son était originaire avec seulement un IC. Les trois autres personnes du groupe ont montré des capacités de localisation limitées avec les deux IC.

2) Parmi les personnes du groupe bimodal :

Deux sujets ont amélioré leur capacité de localisation, alors qu'en utilisant chaque appareil individuellement, seulement l'individu avec le meilleur gain auditif a été capable de dire de quel côté le son était produit.

Cinq autres individus avec une perte auditive plus grande ont été capables de différencier le côté d'où provenait le son. Quatre d'entre eux en étaient capables avec IC seul.

Les différences de niveau interaurales semblent apporter suffisamment d'informations concernant la source du son bien que différents schémas de compression de la PA aient pu apporter des distorsions.

Selon l'étude de Ching et al. [8] en 2006, le port de la PA associée à l'IC permet une meilleure localisation du son. Cette étude concerne 29 enfants et 21 adultes et dont la PA avait été préalablement ajustée à l'IC.

Les instigateurs d'une étude multicentrique franco-belge [9] ont testé la capacité de localisation spatiale de vingt sujets implantés unilatéralement.

Un bruit blanc à large bande est présenté à 70 dB dans l'un des trois haut parleurs (le premier de front, le second à droite et le dernier à gauche de l'auditeur). Pour chaque condition de test, six stimuli sont présentés de façon aléatoire dans l'un des trois haut-parleurs.

Quatre des seize patients notent une réelle amélioration (+ 2 ou 3 réponses justes) justifiée par le port de la PA.

Les deux patients tirant les meilleurs bénéfices en test de localisation ont une surdité congénitale.

L'étude de Kileny et al. [10] en 2004:

Les tests ont été effectués dans une chambre noire anéchoïque. A chaque essai, un haut-parleur est changé d'azimut aléatoirement sur le plan horizontal, produisant un bruit pulsé d'une durée de 250 ms. Les auditeurs doivent tourner le cou ou le corps en direction du bruit. La position du cou et celle du corps sont calculées électroniquement. Un total de 216 localisations a été comptabilisé (72 pour chaque conditions auditive : IC seul, PA seule et IC+PA)

Sujet 1 :

- avec IC seul, n'arrive pas à localiser.
- avec IC+PA, la localisation droite-gauche se fait assez bien, mais dans les situations où le son vient de front ou de l'arrière, de nombreuses confusions sont constatées.

Sujet 2 :

Pas de localisation ni avec IC seul, ni avec IC+PA. Le bruit est généralement localisé du côté de l'IC.

L'étude de Ching et al. [11] en 2003 montre que l'association IC+PA donne de meilleurs résultats dans la tâche de localisation.

Conclusion :

Les capacités de localisation d'un son se trouvent améliorés par le port supplémentaire de la PA chez certaines personnes. Cependant, pour d'autres sujets, aucune différence n'a été notée.

II) LA PERCEPTION DE LA PAROLE DANS LE BRUIT :

1. Le mécanisme de perception de la parole dans le bruit :

L'intelligibilité de la parole tient en deux éléments-clés qui composent le signal sonore:

- la structure temporelle fine qui correspond à des fluctuations très rapides du son (ces fluctuations vont de 500 à 5000 Hz)
- l'enveloppe temporelle qui correspond à des fluctuations plus lentes (ces fluctuations vont de 4 à 16 Hz)

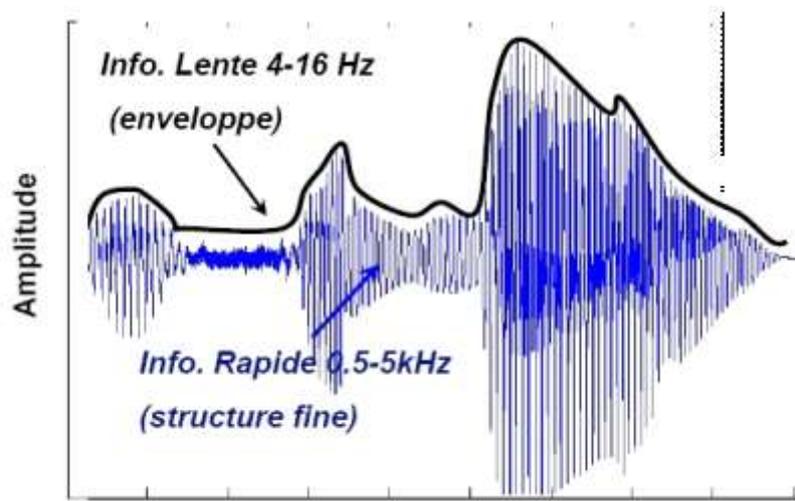


Illustration 10. Enveloppe et structure fine composant le signal sonore.

Une personne sourde, du fait de l'insuffisance des informations parvenant à la cochlée, percevra la structure temporelle fine de la parole de manière dégradée. Elle s'appuiera donc sur les données fournies par les fluctuations de l'enveloppe temporelle, satisfaisantes pour comprendre la parole dans le calme mais rendant la perception de la parole dans le bruit beaucoup plus délicate.

Lorenzi explique ce contraste par le fait qu'en présence de bruits ambiants, qui varient en intensité, nous prêtons une oreille attentive, afin de détecter la présence de parole, aux instants pendant lesquels le bruit est faible et peu masquant (qu'il nomme « vallées temporelles »). Or, pour cette opération, appelée « démasquage », les informations que fournit

la structure temporelle fine sont indispensables car elles apportent des indices mélodiques indiquant la présence de parole.

Les découvertes et acquisitions de connaissances de l'enfant (tels que le langage) se réalisent très rarement dans des situations de calme absolu. La vie de l'enfant est rythmée par l'école où les situations bruyantes sont nombreuses, les activités extérieures et le lieu de vie qui le sont bien souvent également.

Une enquête indique que le bruit ambiant dans une classe vide s'élève déjà à 45 dB. Il atteint 75 dB dans une classe de maternelle, 65 dB dans une classe de collège et 64 dB au lycée. [12] On peut alors comprendre aisément que les difficultés de l'enfant sourd à saisir le sens d'une parole dans le bruit puissent ralentir la construction de ses apprentissages et notamment celle de son langage.

L'implant cochléaire, nous l'avons évoqué précédemment, extrait l'enveloppe temporelle mais ne restitue pas la structure fine du signal. La prothèse auditive classique, elle, transmet à la fois l'enveloppe temporelle et la structure fine mais de manière non optimale dans le cas d'une surdité profonde.

La binauralité permet de localiser la source sonore, et de ce fait, de porter davantage attention sur le signal de parole en milieu bruyant.

Nous allons étudier, à travers plusieurs expériences proposées sur le sujet, la complémentarité éventuelle de la prothèse auditive controlatérale associée à l'implant cochléaire dans ce domaine.

Préalablement à l'ouverture de cette réflexion, nous souhaitons définir une unité que nous utiliserons de nombreuses fois :

Le Ratio Signal/Bruit [13] (RSB): il s'agit du niveau d'intensité d'un signal pour lequel l'intensité d'un bruit couvrant permet à l'auditeur d'obtenir un score de 50% dans une épreuve de compréhension de la parole.

Par exemple, si une personne a besoin que la parole soit 8 dB plus forte que le bruit pour obtenir une intelligibilité de 50%, alors le ratio signal/bruit sera égal à 8 dB.

Une personne entendante obtient un score de 50% d'intelligibilité lorsque le RSB est égal à 0 dB. Plus le RSB est élevé et plus les performances s'avèrent faibles. Un RSB de 1dB peut changer le score de compréhension de 6 à 8%.

Selon les expériences, l'azimut du bruit et de la parole est le même ou est différent.

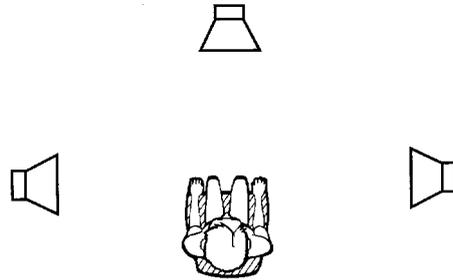


Illustration 11. Selon les expériences, l'azimut du bruit et de la parole est le même ou est différent.

2. Expériences concernant la perception de la parole dans le bruit :

a- Expérience avec IC seul :

Martine Sillon et Adrienne Vieu [12] ont proposé une expérimentation à cinquante enfants âgés de 7 à 15 ans, atteints d'une surdité profonde congénitale et portant un IC unilatéral. L'âge d'implantation varie entre 2,6 et 13 ans et la durée du port de l'implant oscille entre 2 et 11 ans. Quarante-cinq enfants sont intégrés en milieu ordinaire et ces enfants atteignent de bonnes performances de compréhension sans lecture labiale et dans le calme. Sept enfants ont un gain prothétique controlatéral.

L'expérimentation est composée de deux tests :

- 1) Le signal de parole et le bruit proviennent de deux sources distinctes. Le RSB est de +10 dB.
- 2) La parole est immergée dans le bruit de fond. Le RSB est de +5 dB.

► Les résultats obtenus lors du premier test montrent une grande disparité entre les enfants. La moyenne de réussite sur 27 enfants est de 54%.

► Dans la deuxième épreuve, les résultats chutent, le meilleur score n'atteignant pas les 45%. Neuf enfants ont été incapables de faire le test. Cette épreuve est donc beaucoup plus difficile, et, aux dires des enfants, correspond à leur quotidien.

Les possibilités auditives sont réduites de 75% lorsque la parole est immergée dans le bruit.

► Certains enfants, excellents dans le calme, obtiennent de très mauvais résultats dans le bruit. En revanche, il est nécessaire de posséder de bonnes compétences de reconnaissance dans le calme pour ne pas être déstabilisé dans le bruit.

Conclusion :

Certains enfants porteurs d'un IC unilatéral développent d'excellentes capacités à comprendre une conversation dans le calme sans lecture labiale. Toutefois, cette tâche est rendue extrêmement laborieuse si un bruit ambiant est émis à proximité de l'interlocuteur.

Nous allons examiner si cette difficulté s'amenuise avec le port de PA bilatérales.

b- Comparaison IC seul par rapport à PA bilatérales :

D'après une expérience proposée par Eisenberg et al. [14] en 2004, les porteurs d'un IC unilatéral ont plus de difficultés à comprendre les phrases dans le bruit que les porteurs de PA bilatérales.

Cette étude concerne à la fois 117 enfants porteurs d'un IC unilatéral (seuils oreilles nues d'environ 110.2 dB HL) et 39 enfants porteurs de PA classiques bilatérales (seuils oreilles nues d'environ 78.2 dB HL) ,

Dans les épreuves de reconnaissance de mots, les enfants sourds ayant 5 années d'expérience avec l'IC atteignent des performances comparables aux malentendants ayant une perte auditive d'environ 78 DB et 5 à 6 ans de port de la PA.

Les enfants avec IC ont besoin d'un RSB plus important que les enfants avec PA (le RSB pour les enfants porteurs d'un IC unilatéral est de +10 dB tandis que les enfants porteurs de PA bilatérales ont un RSB de +5 dB.)

Conclusion :

Il semblerait que le port de PA bilatérales réduise davantage la gêne qu'occasionne le bruit lors d'une conversation qu'avec une IC unilatérale.

Cet effet se produit-il également lorsqu'une personne sourde porte des IC bilatéraux ?

c- Expériences avec IC bilatéraux :

Quatre expériences tirant des conclusions non concordantes, voire contradictoires, ont retenu notre attention. Ces expériences comparent les performances de compréhension de la parole dans le bruit avec IC seul et avec IC bilatéraux.

D'après Au et al. [15], la situation bilatérale améliore la compréhension de la parole dans un environnement bruyant que le RSB soit favorable ou défavorable (étude conduite sur deux sujets).

En effet, dans des conditions d'écoute favorables (RSB égal à +5, +10 et +15 dB) les scores de discrimination obtenus en écoute binaurale sont de 88%, 92% et 96% tandis que les scores en écoute monaurale sont de 74%, 83% et 86%.

Dans des conditions d'écoute défavorables (RSB égal à 0, -5, -10 et -15 dB) peu de scores de discrimination de la parole ont pu être obtenus avec IC seul. En revanche, la condition d'écoute binaurale permet une compréhension de 80%, 72%, 68% et 54% avec ces RSB.

Une seconde étude menée par Tyler et al. [3] sur sept sujets implantés bilatéralement tire les mêmes conclusions.

Les IC sont de marque et/ou de modèles différents et la durée entre les deux implantations est relativement importante (de 6 ans 8 mois à 17 ans). Tous les sujets utilisent les deux implants dans la vie quotidienne.

La reconnaissance de la parole est testée en utilisant des mots prononcés dans le calme et des phrases dans le bruit. Les phrases sont présentées de front, quant au bruit, il est présenté soit de front, soit à gauche ou à droite de l'auditeur en conservant un angle de 90°.

Tous les sujets présentent une amélioration bilatérale au minimum à un test de perception de la parole.

Les auteurs concluent que même après plusieurs années d'utilisation monaurale et en utilisant deux IC dont les stratégies de codage du signal sont différentes, des implantations successives chez un même sujet peuvent être bénéfiques.

Van Hoesel et al. [4] ont comparé les scores obtenus chez un adulte implanté bilatéralement. Lorsque la parole et le bruit sont séparés spatialement, l'ombre de la tête offre un avantage important dans la condition où les IC sont bilatéraux.

Cependant, lorsque la parole et le bruit sont émis du même azimut, les résultats entre IC seul et IC bilatéraux sont similaires (lorsque la somme des intensités obtenus avec IC bilatéraux a été préalablement compensée dans les réglages de l'IC seul).

Schafer [16] au contraire avance qu'il n'existe aucun bénéfice bilatéral à porter deux implants cochléaires plutôt qu'un seul lors d'une conversation en milieu bruyant.

Conclusion :

Les avis sur cette question sont partagés. Il semble néanmoins que l'ajout d'une deuxième prothèse (l'IC, dans ce cas) permet une meilleure compréhension de la parole dans le bruit pour une majorité d'individus.

Cette conclusion s'applique-t-elle également lorsque les deux prothèses (IC et PA) n'effectuent pas une analyse similaire du signal sonore ?

d- Expériences avec IC+PA :

La majorité des expériences que nous décrirons ont étudié la reconnaissance de la parole dans le bruit sous trois conditions :

- implant cochléaire porté seul (IC seul)
- prothèse auditive classique portée seule (PA seule)
- implant cochléaire associé au port de la prothèse auditive classique (IC + PA)

Les personnes concernées par ces études sont toutes (sauf précision) implantées unilatéralement.

Nous allons aborder en premier lieu les expériences montrant ou non une amélioration de la perception de la parole dans le bruit grâce à l'ajout de la PA. Puis, nous affinerons notre réflexion en examinant différents points concernant les conditions de l'apport éventuel de la PA en milieu bruyant.

■ L'association IC+PA apporte-t-elle une meilleure compréhension de la parole dans le bruit ?

Les conclusions sont, une fois de plus, discordantes selon les expérimentations :

► Les études ne trouvant pas de différence entre IC+PA et IC seul :

Dowell et al. [17] n'ont détecté aucune amélioration dans la perception de la parole dans le bruit grâce à l'appareillage bimodal.

Les résultats montrent que la PA seule (contenant la structure fine aux basses fréquences) ne permet pas la reconnaissance de la parole mais la reconnaissance de la mélodie et que l'IC seul (contenant les informations sur l'enveloppe temporelle) permet la reconnaissance de la parole mais donne peu d'informations sur la mélodie.

Selon les auteurs, l'appareillage bimodal ne permet pas l'utilisation des mêmes mécanismes binauraux observés chez le normo-entendant.

Ceci s'explique, selon eux, par quatre raisons :

- 1) les différences de phases et de niveaux ne seraient pas préservées entre stimulation électrique et acoustique.
- 2) L'avantage obtenu par la sommation diotique serait faible et son résultat aurait surtout des effets dans la reconnaissance de la parole dans le calme.
- 3) Des effets similaires d'amélioration ont été observés sur le même côté lors d'une implantation d'un porte-électrode court.
- 4) La reconnaissance dans le bruit est meilleure quand il s'agit d'une voix féminine de masque que d'une voix masculine ce qui suggère un mécanisme monaural de regroupement et de séparation des informations spectrales et temporelles.

Les auteurs émettent tout de même l'hypothèse que les indications sur la structure fine apportées par la PA, corrélées aux données sur l'enveloppe temporelle procurées par l'IC, donneraient des renseignements essentiels sur la fréquence fondamentale. Ces informations additionnelles s'avèrent précieuses pour séparer le signal-cible du bruit masquant et regrouper les données qui concernent le signal et celles qui concernent le bruit.

Une étude est proposée par Ching et al. [11] en 2003. Les chercheurs souhaitent comparer les performances dans le bruit d'un IC avec un microphone unilatéral (IC M1), d'un IC avec microphones bilatéraux (IC M2) et de l'écoute bimodale binaurale (IC+PA).

Cette étude concerne six adultes implantés pour lesquels le test de perception de la parole dans le bruit révèle des performances identiques entre IC+PA et IC M1 avec un avantage significatif de ces deux conditions sur IC M2 lorsque la parole est émise du côté de l'oreille non-implantée.

Schafer [16] constate que les seuils de perception de la parole dans le bruit des enfants ne s'améliorent pas en situation binaurale-bimodale.

► Les études en faveur du port de la PA en complémentarité de l'IC :

Une étude publiée en 2001 par Ching et al. [7] montre les bénéfices de l'ajout d'une prothèse controlatérale ajustée aux réglages de l'IC.

L'étude porte sur quatorze enfants âgés de 6 à 18 ans. Parmi eux :

- onze enfants ont continué à porter leur PA après l'implantation cochléaire.
- trois enfants n'ont pas porté de PA controlatérale depuis l'implantation pendant plus de trois ans mais ont été volontaires pour l'essayer de nouveau.

Les expérimentateurs ont proposé une condition d'étude supplémentaire dans laquelle l'IC est associé à la PA dont le réglage a été ajusté. (IC+PA ajustée). Ils ont également proposé un questionnaire aux parents.

► Dans le silence et dans le bruit, les enfants perçoivent mieux les phrases quand ils utilisent IC + PA ajustée que sous la condition IC seul ou PA seule. La perception des logatomes n'est pas significativement différente entre les deux conditions IC + PA.

► Les parents considèrent également que la situation la plus bénéfique est IC+PA ajustée. Tous les résultats sous la condition IC+PA sont supérieurs à IC seul ou PA seule.

► Aucun problème de compliance à porter IC + PA n'a été rapporté et rien n'indique qu'un des enfants ait été gêné par l'amplification bilatérale et qu'il y ait eu des interférences de traitement du son entre les deux appareils.

► Les enfants ayant obtenu les meilleurs scores au test d'identification des phrases dans le bruit sont également ceux qui considérés par leurs parents comme étant les plus performants dans la vie quotidienne.

- ▶ Neuf enfants dont l'association IC+PA a apporté une amélioration dans leur vie quotidienne ont également obtenu des meilleurs scores dans le test de perception de la parole ainsi que dans celui de la localisation.
- ▶ Un enfant a été jugé comme plus performant dans la vie quotidienne avec IC+PA. Il a obtenu de meilleurs résultats au test de perception de la parole mais de moins bons au test de localisation.
- ▶ Un enfant a obtenu de meilleurs résultats dans le test de perception de la parole mais ses parents n'ont noté aucune différence au quotidien.

Les expérimentateurs indiquent que les résultats obtenus dans cette étude sont largement sous-estimés. En effet, un arrangement particulier de la parole dans le bruit, qui minimise la diffraction de la tête, a été utilisé. De meilleurs résultats auraient été obtenus si l'on avait maximisé les effets de diffraction de la tête en séparant le signal du bruit.

D'après Seeber et al. en 2004 [5], les personnes conservant leur PA controlatérale déclarent accéder à une meilleure compréhension de la parole, particulièrement dans le bruit.

Cette étude porte sur neuf personnes portant IC+PA. Les tests ont été effectués une semaine après le port des deux appareils.

L'ajout de la PA améliore le compréhension de la parole chez neuf personnes sur onze.

Selon Madell et al. [18], toutes les conditions d'écoute révèlent que l'association IC+PA améliore la perception de la parole mais sans différence significative d'un point de vue statistique.

Cette étude comprend 24 patients, 11 hommes et 13 femmes, âgés de 4 à 65 ans et d'âge moyen 15,58. Ces patients portent des implants utilisant des stratégies de codage différentes. Les patients portent leur implant depuis 12 à 48 mois avec une moyenne de 28,38 mois. Tous les patients ont une surdité profonde du côté implanté et une surdité sévère à profonde du côté non-implanté. Le niveau d'intensité est à peu près égal chez les sujets dans les trois conditions (IC seul, PA seule et IC+PA), un peu plus faible tout de même pour PA seule.

Les patients ayant gardé leur PA après IC ont été testés avec cette PA.

Les patients n'ayant pas gardé leur PA ont été testés avec une PA réglée pour l'étude.

L'étude de Luntz et al. [19] va également dans le sens d'un bénéfice de la prothèse controlatérale.

L'étude concerne douze personnes ayant des restes auditifs pré-implantatoires. Ces personnes sont âgées de 7 à 60 ans. Trois d'entre elles sont sourdes post-linguales, les autres patients sont sourds pré-linguaux. L'implantation a eu lieu du côté où l'audition était la moins bonne et les patients ont continué à utiliser leur prothèse controlatérale après l'opération.

Au moment de l'implantation, aucun des patients ne pouvaient comprendre la parole dans le bruit avec leurs prothèses seules.

Les expérimentateurs ont procédé à un ajustement subjectif de l'intensité entre l'implant et la prothèse, comme pour l'expérience de Ching et al. Cette association sera nommée « IC+PA ajustée ».

Une épreuve d'identification de phrases dans le bruit a été proposée au patient : la phrase est présentée à 55dB avec un RSB de +10 dB. La parole et le bruit sont présentés parfaitement en face du patient.

Première session : après avoir porté l'IC seul pendant 1 à 11 mois puis expérimenté IC+PA ajustée pendant 1 à 6 mois, on constate que les résultats obtenus avec IC + PA ajustée ne diffèrent pas significativement des résultats avec IC seul.

Sept patients sur douze ont pu reconnaître des phrases dans le bruit avec IC seul et quatre d'entre eux ont montré une nette amélioration quand ils utilisent IC + PA.

Tous les patients, excepté une personne, ont remarqué des bénéfices subjectifs à ce moment. Ils ont tous été encouragés par l'équipe à continuer à combiner les deux appareils.

Deuxième session : Cette fois, après 8 à 17 mois d'expérience avec IC seul puis 7 à 12 mois avec IC+PA ajustée, des différences significatives ont été décrites. Les douze patients ont pu reconnaître les phrases dans le bruit avec IC seul mais pour sept d'entre eux, l'utilisation des deux appareils aboutit à une amélioration de la perception de la parole dans le bruit. Pour quatre patients, il n'y a pas eu cette amélioration. L'un d'entre eux a obtenu un score de 98 % avec IC seul, ainsi le résultat de « non bénéfice » avec la prothèse controlatérale chez ce patient révèle un effet plafond.

Il est intéressant de noter que pour un des enfants sourds pré-linguaux, la compréhension de la parole s'est détériorée de 20 % (de 72 à 52%) sous la condition IC + PA comparé à la condition IC seul ce qui met en évidence la complexité du sujet et la part individuelle des résultats. Cet enfant a tout de même souhaité garder sa prothèse controlatérale par la suite grâce aux bénéfices subjectifs qu'elle lui apportait, en particulier à l'école.

Onze patients ont noté des bénéfices subjectifs suffisants pour justifier de continuer à porter la prothèse controlatérale. Le seul patient n'ayant pas ressenti ces bénéfices subjectifs a arrêté de porter la prothèse à la fin de l'expérimentation.

La comparaison entre les résultats obtenus à la première et la seconde session montrent l'amélioration significative des résultats pour à la fois IC seul et IC + PA.

Par rapport à la première session, l'amélioration retrouvée avec IC + PA dans la seconde phase est significativement meilleure qu'IC seul.

Deux patients ont obtenu de moins bons résultats avec IC seul lors de la seconde session que lors de la première session. Un des patients a obtenu de 70% de bonnes réponses à la première session puis 10% lors de la seconde session. Les faibles résultats obtenus par ce patient lors de la seconde session peuvent refléter les fluctuations de performances qui sont observés chez certains porteurs d'IC ou un mauvais réglage de celle-ci.

■ Pour quel RSB cette situation est-elle efficace ?

D'autres études sont en faveur du port de la PA controlatérale. Elles apportent des précisions supplémentaires quant au RSB pour lequel la PA est plus efficace.

Armstrong et al. [20] montrent la supériorité de la perception de la parole dans le silence et dans le bruit chez huit adultes lorsque le RSB est égal à +5 ou +10 dB.

Gifford et al. [21] ont mené une expérience de reconnaissance de mots monosyllabiques et de phrases dans le silence et dans le bruit avec un RSB de +5 dB et +10 dB.

Tous les individus ont tiré bénéfice de l'ajout des informations de fréquences graves procurées par l'audition acoustique.

Morera et al. [22] conseillent aux patients ayant des restes auditifs controlatéraux de garder l'appareillage conventionnel en complément de l'IC.

Le test est effectué six mois après l'implantation et concerne douze adultes ayant une surdité sévère à profonde. Avant l'opération, cinq des sujets portent leurs PA bilatéralement et sept la portent unilatéralement.

Le RSB est égal à +10 dB. Le signal et le bruit sont envoyés à partir du même azimut puis séparément.

Les expérimentateurs constatent une amélioration de la reconnaissance de la parole dans le calme et dans le bruit.

Kong et al. [23] font l'hypothèse que l'apport de la structure fine du signal via l'oreille non-implantée peut permettre un meilleur encodage de la hauteur, ce qui pourrait améliorer la perception de la musique et de la parole lors d'une conversation à plusieurs.

L'expérience consiste en la reconnaissance parole dans le bruit avec un RSB de 0, +5, +10, +15 et +20 dB chez quatre sujets ayant restes auditifs controlatéraux.

- ▶ Avec la PA seule, aucune reconnaissance n'est observée avec les différents RSB.
- ▶ Avec IC+PA, on constate une amélioration croissante selon le RSB utilisé. Les meilleures performances notées aux RSB les plus élevés sont les suivantes : +8 points à +15 dB RSB et +20 points à +20 dB RSB. Cependant, étant donné les variations inter-individuelle et la petite taille de l'échantillonnage, la performance significative la meilleure pour combiner IC+PA est de +15 dB RSB. Avec IC+PA, on obtient une meilleure reconnaissance lorsque le masquage est une voix de femme. Avec IC seul, on ne note pas de différences dans ce domaine.

Les informations pourvues par les basses fréquences sont des éléments essentiels dans la perception de la musique et de la fréquence fondamentale de la voix. Il a été montré que la compréhension de la parole lors d'une conversation à plusieurs (situation de voix compétitives) était possible lorsque l'auditeur réussit à séparer les différentes composantes de chaque voix en utilisant la fréquence fondamentale comme indication. Brox et Nooteboom ont montré que les auditeurs pouvaient identifier les mots-clés dans les phrases de manière plus prégnante lors d'une conversation à plusieurs, en augmentant les différences entre les fréquences fondamentales. L'indicateur de la fréquence fondamentale est donc un indice efficace en situation de voix compétitives même lorsque le RSB est très faible et que la parole-cible ne montre pas de pics distincts dans le spectre.

La perception de la hauteur chez le normo-entendant est possible par le mécanisme de résolution fréquentielle et par le mécanisme de résolution temporelle qui suit la structure fine du signal. Dans l'IC, ces deux mécanismes d'encodage de la hauteur font défaut, d'une part car l'insertion superficielle du porte-électrode de l'IC limite le transfert des informations spectrales des basses fréquences et, d'autre part, l'information temporelle des basses fréquences n'est pas encodée de manière appropriée avec les stratégies courantes de l'IC.

Conclusion :

L'efficacité de la PA dans l'amélioration de la perception de la parole dans le bruit semble s'exercer dès +5 dB RSB. Les performances semblent s'accroître avec l'augmentation du RSB.

■ Existe-t-il des différences liées à l'azimut auquel est émis le bruit ?

Chmiel et al. [24] trouvent une amélioration significative dans le bruit avec IC+PA lorsque le bruit est émis du côté de l'IC.

Leur étude porte sur six enfants âgés de 4 à 13 ans. Trois d'entre eux obtiennent de meilleurs résultats avec l'ajout de la PA. Les trois autres n'obtiennent pas d'amélioration.

Kileny et al. [10] ont observé chez deux patients une meilleure reconnaissance de la parole dans le bruit avec le port concomitant de la PA controlatérale d'autant plus lorsque le bruit est présenté du côté IC.

Les deux sujets adultes portent leur IC depuis un peu plus d'un an. Ils ont tous les deux utilisé la PA avant l'implantation et ont des gains entre 250 et 2000 Hz dans l'oreille non-implantée.

Le test de reconnaissance de la parole dans le bruit (d'abord avec PA seule, puis IC seul, puis IC+PA) s'est déroulé sous trois conditions :

- 1) Dans la première condition, le bruit et la parole sont présentés de front.
- 2) Dans la deuxième condition, la parole est présentée de front et le bruit est présenté à 90° du côté de la PA.
- 3) Dans la troisième condition, la parole est présentée de front et le bruit est présenté à 90°, du côté de l'implant.

Dans toutes les conditions, la parole est présentée à 70 dB SPL et le bruit à 60 dB SPL.

Les résultats obtenus à ce test pour chaque sujet sont les suivants :

Sujet 1 :

- Des bénéfices ont été notés lors de la présentation dans le calme.

- Aucun bénéfice, voire une dégradation a été notée lorsque le bruit est présenté du côté de la PA alors que des bénéfices importants ont été notés lorsque le bruit est présenté du côté de l'implant.

- Quand le bruit vient de front, on constate également des bénéfices.

Sujet 2 :

Dans toutes les conditions, il y a une très bonne amélioration, excepté en situation où le bruit vient de la PA où l'amélioration existe mais elle est moindre comparée aux autres.

Tyler et al. [25] ont expérimenté une tâche de reconnaissance de mots et de phrases chez trois patients. La parole est présentée de front dans le calme et dans le bruit. Le bruit est présenté de front, à la gauche, ou à la droite de l'auditeur, à 45°. De plus, les patients ont été questionnés concernant leurs capacités à combiner les signaux des deux appareils.

La perception de la parole dans le calme donne un avantage binaural pour un seul des trois patients pour les mots. Aucun avantage n'est noté pour la perception des phrases.

Lorsque le bruit et la parole sont envoyés de front, deux patients ont améliorés leurs performances avec IC+PA.

Lorsque la parole est émise de front et le bruit du côté de la PA, aucun avantage binaural n'est noté. En revanche, lorsque le bruit est présenté du côté de l'IC, un patient montre un avantage binaural.

Il existe donc des avantages binauraux avec IC+PA. Le patient qui n'a pas montré de véritable avantage binaural possède un faible gain côté PA.

Conclusion :

L'appareillage binaural-bimodal a une efficacité supérieure lorsque le bruit est émis en face de l'auditeur ou du côté de son IC.

■ Dans quelles situations peut-on préconiser le port de la PA ?

Dettman et al. [26] indiquent que les enfants ayant des gains auditifs intéressants avec leur PA controlatérale devraient la garder.

Dettman et al. ont présenté à seize enfants un test de perception de la parole de mots et de phrases prononcés dans le bruit en listes ouvertes et en listes fermées. La plupart des patients ont été testés entre 1 et 6 mois avant l'implantation. Pour ceux ayant une surdité fluctuante, les tests ont continué pendant une période de 6 mois à 4 ans avant l'implantation car ces sujets étaient considérés comme « borderline ».

La durée de l'implantation au moment de l'expérience est en moyenne de 1,14 ans. Ces enfants, avant le test obtiennent tous plus de 30 % en compréhension en liste ouverte sans lecture labiale avec leur IC. Les sujets de l'étude de Ching et al. ont en moyenne moins de restes auditifs dans leur PA que dans cette étude. Quinze des enfants ont une surdité profonde prélinguale et un enfant a eu une surdité périlinguale vers 4 ans. Neuf des enfants ont une surdité évolutive. L'âge moyen du dépistage de la surdité profonde est de 1,30 an et l'âge moyen à l'implantation est de 10,34 ans. Les PA controlatérales n'ont pas été spécialement modifiées ni optimisées pour cette étude.

La perception de la parole avec IC + PA est significativement meilleure que PA seule ou IC seule pour le nombre de phonèmes, de mots et de phrases corrects en liste ouverte.

Plusieurs centres d'implantations cochléaire de France et de Belgique [9] ont regroupé leurs résultats au sein d'une étude commune qui montre un bénéfice à garder la PA controlatérale lorsque le score obtenu avec IC seul est limité.

Cette étude concerne 20 patients adultes ayant des gains prothétiques (PA) importants.

Au test d'intelligibilité réalisé avec des listes de phrases en audition seule à 65 dB dans le calme et dans le bruit, on obtient une amélioration par le port complémentaire de la PA pour les patients les moins performants avec IC seul. Cependant, une légère dégradation est notée pour les patients déjà très performants avec IC seul (c'est-à-dire que le patient obtient de moins bons résultats avec IC+PA que avec IC seul).

L'amélioration moyenne est de 8,3 %. On note tout de même des améliorations impressionnantes :

- 35% d'amélioration pour un patient de 71 ans ayant une surdité acquise et utilisant IC+PA de 27 mois.
- 20% d'amélioration pour un patient ayant 44 ans, surdité congénitale et utilisant IC+PA de 13 mois.

Au test d'identification de mots prononcés dans un environnement bruyant, quelques améliorations mais également quelques dégradations assez fortes sont notées. L'amélioration moyenne est de 4,93%.

Au test d'identification de phrases dans le bruit, les améliorations sont fréquentes, notamment pour les patients moins performants avec IC seul. On note une amélioration moyenne de 8%.

Les plus fortes améliorations sont de :

- 40% chez un patient de 46 ans ayant une surdité acquise et utilisant IC+PA depuis 13 mois.
- 20% chez un patient de 66 ans ayant une surdité acquise et utilisant IC+PA depuis 24 mois.

Les résultats de l'expérience de Holt et al. [27] suggèrent que les enfants ayant une surdité sévère sur l'oreille non implantée et qui continuent à porter la PA de l'autre côté, bénéficient de l'ajout de la PA et, ce, particulièrement dans le bruit.

Cette expérience concerne dix enfants qui continuent de porter la PA avec l'IC et douze autres enfants qui ne portent que l'IC. Tous ces enfants ont une surdité sévère dans l'oreille non implantée.

Les sujets ont été testés longitudinalement tous les 6 mois afin de mesurer la reconnaissance orale de mots.

Une autre étude de Ching et al. [8] publiée en 2006 évalue la perception de la parole chez 29 enfants et 21 adultes. Les auteurs de l'étude préconisent le port de la PA controlatérale chez l'enfant et l'adulte lorsque des restes auditifs dans l'oreille non-implantée existent.

Comme lors de leurs études précédentes, Ching et al. ont systématiquement ajusté la PA à l'IC.

En moyenne, les enfants comme les adultes ont trouvé des avantages binauraux relatifs à la redondance binaurale et aux effets de l'ombre de la tête pour la perception de la parole dans le bruit.

Ni le degré de la surdité, ni la durée de port IC+PA n'est significativement lié au score des bénéfices binauraux au niveau de la parole.

Mok et al. [28] ont proposé une expérience dont les résultats montrent que les sujets ayant les gains prothétiques les plus faibles dans les fréquences moyennes et aiguës montrent de bien

meilleurs bénéfices bimodaux. Il est possible que les fréquences moyennes et aiguës apportées par la PA entrent en conflit avec celles apportées par l'IC et dégradant la perception sous la condition IC+PA.

Cette expérience concerne quatorze patients adultes, utilisant tous leur PA controlatérale une grande partie de la journée et/ou présentant une perte auditive profonde dans les fréquences graves au niveau de l'oreille non implantée.

Six des quatorze patients testés ont montré des bénéfices bimodaux significatifs en listes fermées. Deux sujets ont montré une moins bonne perception de la parole avec IC+PA comparé à IC seul dans au moins un des tests de perception de la parole. Les bénéfices bimodaux dans le calme seraient expliqués par l'apport des composantes graves de la parole.

Conclusion :

De nombreux auteurs incitent les sujets ayant des gains prothétiques intéressants dans les fréquences graves à continuer de porter leur PA controlatérale. Néanmoins, il est possible que des gains trop importants dans les fréquences moyennes et aiguës interfèrent avec celles de l'IC.

■ **Est-il possible de prédire un éventuel bénéfice ?**

Pour Ching et al [7&8], ni le degré de la surdité, ni la durée de port IC+PA n'est significativement lié au score des bénéfices binauraux au niveau de la parole.

De plus, la somme des bénéfices que les enfants sont censés obtenir grâce au port de la PA dans l'oreille non implantée ne peut pas être prédite selon le degré de surdité de cette oreille.

Selon Martine Sillon et Adrienne Vieu [12], l'âge d'implantation ne semble pas influencer la perception de la parole dans le bruit, il en est de même pour la durée d'implantation pour laquelle elle n'ont trouvé aucune corrélation.

D'après Luntz et al. [29], il n'existe aucun lien entre les seuils auditifs obtenus grâce à l'appareillage conventionnel avant l'implantation ou le seuil d'audition de l'oreille non implantée sans appareil auditif et le bénéfice obtenu avec IC + PA.

Il y a une tendance naturelle pour l'audition controlatérale résiduelle à diminuer, jusqu'à parfois la surdité profonde. Il est difficile de prédire en combien de temps cette détérioration se fera chez un patient précis.

Chez certaines personnes, la combinaison IC + PA détériore les résultats. Selon les expérimentateurs, l'équipe d'implantation devrait se baser pour ce choix sur le test de perception de la parole ainsi que sur une évaluation subjective.

L'étude multicentrique [9] franco-belge note un effet plafond lorsque l'IC seul est déjà très performant.

Conclusion :

Aucun indicateur pris en compte ne permet de prédire une amélioration ou non de la perception de la parole dans le bruit grâce à l'ajout de la PA. Toutefois, lorsque l'IC seul procure des bénéfices remarquables, la PA n'améliorera pas les performances déjà existantes. L'association IC+PA peut parfois détériorer les résultats, il paraît difficile de prédire dans quel cas cela se produit. Un essai du port concomitant des deux prothèses serait de bonne augure pour évaluer d'éventuels bénéfices.

■ **Doit-on ajuster la PA à l'IC ?**

Ching et al. [7] propose dans leurs expériences d'ajuster la PA à l'IC.

Afin d'ajuster au mieux la PA, deux étapes ont été préalablement soumises aux enfants.

Première étape, visant à égaliser l'intensité de la parole entre oreille avec IC et oreille avec PA :

L'enfant doit tout d'abord écouter un son avec l'IC seul et se rappeler de son intensité. Puis il écoute ce son de nouveau mais cette fois avec la PA seule et doit indiquer si le son était plus fort ou plus faible que dans l'oreille implantée. L'expérimentateur ajuste alors le gain jusqu'à ce que la fréquence soit entendue à la même intensité dans les deux oreilles.

Afin d'obtenir le meilleur ajustement possible, une deuxième étape, visant à identifier les fréquences permettant une meilleure intelligibilité, a été nécessaire :

Une histoire présentée simultanément en vidéo et en audio a été proposée aux enfants. L'enfant a à sa disposition une boîte munie d'un levier pouvant adopter la position A ou B. Pendant l'écoute de l'histoire, l'enfant peut passer d'une position à l'autre autant de fois qu'il le juge nécessaire afin de décider quelle position est la meilleure pour l'écoute de l'histoire. L'expérimentateur modifie la fréquence quand l'enfant change de position.

Une étude de Blamey et al. [30] portant sur neuf sujets a montré que la somme des intensités des deux prothèses est observée lorsque les signaux électriques et acoustiques sont au même niveau d'intensité.

Les niveaux de sortie des deux appareils devront, selon les auteurs, être réduite comparativement au niveau de sortie d'un IC seul.

Madell et al. [18] ont souhaité régler la PA de façon à maximiser l'information auditive au niveau du seuil d'intolérance du patient. A cause du degré de la perte auditive dans l'oreille non implantée, il a été parfois nécessaire de réduire le gain de l'IC. De plus, beaucoup de patients ne se sentaient pas à l'aise avec une PA réglée au niveau maximum.

Conclusion :

Pour certains auteurs, l'ajustement du réglage de la PA à celui de l'IC permet de maximiser les bénéfices. Cela a pour but d'éviter une intolérance et une sensation de bruit trop fort à certaines fréquences.

■ **Le type de microphone utilisé peut-il influencer le résultat ?**

Le type de microphone utilisé sur les prothèses produit-t-il une différence de perception de la parole dans le bruit ?

D'après **Seeber et al.** [5], l'utilisation d'un micro directionnel sur la PA améliore la compréhension de la parole dans le bruit chez certains sujets (il n'influence pas par contre les résultats au niveau de la localisation du son).

De plus, selon **Wechtenbruch et al.** [31] les micros directionnels utilisés sur l'IC peuvent améliorer la perception de la parole dans le bruit à différents RSB. En comparaison avec un

micro omnidirectionnel, un micro directionnel améliore la perception de la parole lorsque le bruit vient de l'arrière.

III) LE LANGAGE :

Au cours de nos recherches nous nous sommes interrogés à propos d'un éventuel apport de la PA controlatérale dans la construction du langage oral chez l'enfant. Il ne s'agit pas là d'affirmer la certitude de ces éléments, mais plutôt de lancer des pistes de réflexion, n'ayant pas à notre disposition les données suffisantes pour les avérer.

1. Prosodie

De nombreux éléments permettent la segmentation de la parole et la construction du signe linguistique. Il s'agit des indices distributionnels, des indices phonotactiques, des indices liés à la forme typique des mots, des indices allophoniques et des indices prosodiques. C'est l'utilisation simultanée de ces différents indices qui permet à l'enfant de découper le flux sonore en mots.

Selon la définition du dictionnaire d'Orthophonie,

« La prosodie est un ensemble de faits suprasegmentaux (intonation, accentuation, rythme, mélodie, tons) qui accompagnent, structurent la parole et qui se superposent aux phonèmes. La prosodie regroupe différents paramètres acoustiques dont la fréquence fondamentale, l'intensité et la durée. Elle joue un rôle essentiel dans le développement du langage chez l'enfant, dans la compréhension verbale (la prosodie est envisagée comme une sorte de ponctuation de l'oral permettant à l'apprenant de regrouper les groupes de sens dans le flux sonore continu de la parole) ainsi que de la communication. »²

Nous nous attacherons ici à expliquer l'importance que revêtent les indices prosodiques dans la segmentation de la parole et dans la construction du signe linguistique pour ensuite

² F. Brin, C. Courrier, E. Lederlé, V. Masy (2004). Dictionnaire d'Orthophonie, Edition Orthoédition.

réfléchir sur les conséquences d'un IC dans ce cadre et sur ce que pourrait apporter la PA en complément.

a- Rôle de l'intonation dans l'acquisition du lexique et de la morphosyntaxe :

Selon Jacques Mehler, le bébé s'intéresse davantage au message porteur d'intonation sans signification, plutôt qu'à un message verbal qui n'est pas intonné. Vers 5-6 mois, il commence à comprendre certaines intonations dans le discours de l'adulte. Il ne comprend pas tous les mots, ni les phrases qui lui sont dites, mais il reconnaît très bien certains énoncés qui renforcent parfois la mimique ou le geste.

« Les phrases sont constituées de groupes mélodiques dont les frontières sont indiquées par des variations subtiles de la durée des syllabes, du débit de la parole ou de l'intonation. »³

Gerken et al. ont montré que les bébés de 9 mois étaient sensibles à ces frontières prosodiques. En effet, les nourrissons préfèrent écouter des histoires dans lesquelles des pauses sont insérées au niveau des frontières prosodiques plutôt que les mêmes histoires dans lesquelles des pauses sont intégrées au sein d'un groupement prosodique.

Christophe et al. ont observé que les enfants français à partir de 16 mois, tout comme les adultes, exploitent les indices de frontière prosodique en temps réel pour contraindre leur accès au lexique.

Ces observations sur la construction du langage de l'enfant montrent que la prosodie est un cadre sur lequel vient se fixer par la suite le sens. Les structures rythmique et mélodique de la parole sont essentielles pour que se construisent le lexique et les catégories syntaxiques, qui ont chacune une prosodie spécifique.

Un exemple que nous donne **Pierre Léon** peut être proposé pour illustrer ce propos :

« Les énoncés du discours sont découpés par les proéminences accentuelles. Si je dis sans marquer aucun découpage [papaaalearl], on ne va peut être pas comprendre tout de suite que je veux dire « Papa a allé à Arles ». Cette démarcation peut être assurée non seulement

³ **Léon P.** (2007). Phonétisme et prononciations du français. Ed. Armand Colin.

par l'accentuation mais aussi par les pauses. Sans ces deux éléments, le discours ne peut être compris. L'accentuation facilite le décodage des unités de sens, ou syntagmes. De même que la pause qu'elle accompagne souvent, elle peut servir à lever une ambiguïté en introduisant une joncture externe (ex : des petits # trous ; des petites # roues) »

Les psycholinguistes cognitivistes pensent que la mise en relations de catégories préexistantes (sémantiques, phonologiques ou prosodiques) induirait la création des catégories syntaxiques.

b- Éléments prosodiques perçus par un porteur d'implant :

Löhle et al. [32] ont analysé la structure prosodique de productions spontanées des enfants implantés chez douze enfants. Selon eux, l'âge lors de l'implantation influence le rythme et la structure mélodique de la parole. Trois groupes d'enfants IC ont été comparés en fonction de l'âge d'implantation.

La fréquence fondamentale des productions spontanées a été analysée. Seuls les enfants appartenant au groupe 1 (âge d'implantation : 2-4 ans) ont développé une prosodie naturelle après implantation. Les enfants appartenant au groupe 2 (âge d'implantation : 5-8 ans) possède une fréquence fondamentale monotone mais sont capables de structurer leurs productions rythmiquement. Les enfants appartenant au groupe 3 (âge d'implantation : 9-14 ans) ne sont pas capables de structurer leurs production rythmiquement, leurs voix sont monotones.

Les enfants implantés le plus tôt montrent clairement de meilleurs résultats que les enfants implantés plus tardivement. Le groupe d'enfants implantés tôt a une bonne compréhension de la parole et peut imiter avec exactitude des modèles prosodiques comme la fréquence fondamentale, le rythme, l'intonation, l'accent et la durée des voyelles de son interlocuteur. Au contraire, le groupe des enfants implantés tardivement (entre 9 et 14 ans) ne peut pas, après plusieurs années post-implant imiter ces mêmes modèles prosodiques.

Une étude de **Seeber et al** [5] indique que les personnes qui gardent la PA controlatérale ont une meilleure perception de la musique.

Une dernière étude de **Kong et al.** [23] effectuée sur cinq personnes montre que la reconnaissance de la mélodie avec une PA seule, un IC seul ou avec IC+PA varie selon les sujets.

Les résultats obtenus avec la PA seule vont de 19% (S4⁴) à 90% (S1⁵) de reconnaissance. Ceux obtenus avec IC seul de 8% (S4) à 81% (S1). Enfin ceux obtenus avec IC+PA vont de 21% (S4) à 91% (S1). Avec la PA seule, on obtient 45% de reconnaissance de la mélodie en moyenne.

En moyenne, on obtient avec PA seule 17 points de plus qu'avec IC seul mais on obtient entre PA seule et IC+PA les mêmes performances.

Kong et al. [23] font l'hypothèse que l'apport de la structure fine du signal via l'oreille non-implantée peut permettre un meilleur encodage de la hauteur, ce qui pourrait améliorer la perception de la musique et de la parole lors d'une conversation à plusieurs.

c- Que pourrait apporter la prothèse auditive controlatérale ?

L'IC apporte essentiellement des informations sur l'enveloppe temporelle qui permet la reconnaissance de la parole mais donne peu d'informations sur la mélodie ce qui semble être le contraire pour la PA, contenant des informations sur la structure fine des fréquences basses qui ne permettent pas la reconnaissance de la parole seule mais permettent la reconnaissance de la mélodie.

Nous ne disposons pas d'éléments suffisants pour prouver que la PA complémentaire à l'IC améliorerait la prosodie et permettrait une facilitation dans l'émergence des catégories lexicales et syntaxiques. Néanmoins cette hypothèse nous semble une piste intéressante de réflexion.

2. Ecoute dichotique et spécialisation hémisphérique

a- Présentation des tests d'écoute dichotique :

Le test d'écoute dichotique a été conceptualisé au début des années 1970 par Doreen Kimura dans le but de mettre en évidence une éventuelle spécialisation hémisphérique pour le

⁴ Sujet 4

⁵ Sujet 1

langage. Ce test consiste à présenter deux messages concurrents à chaque oreille au même moment. Le sujet doit répéter le maximum d'éléments de chaque message. Selon toute probabilité, les projections ipsilatérales de chaque oreille sont supprimées par les messages provenant de l'oreille controlatérale par les voies croisées.

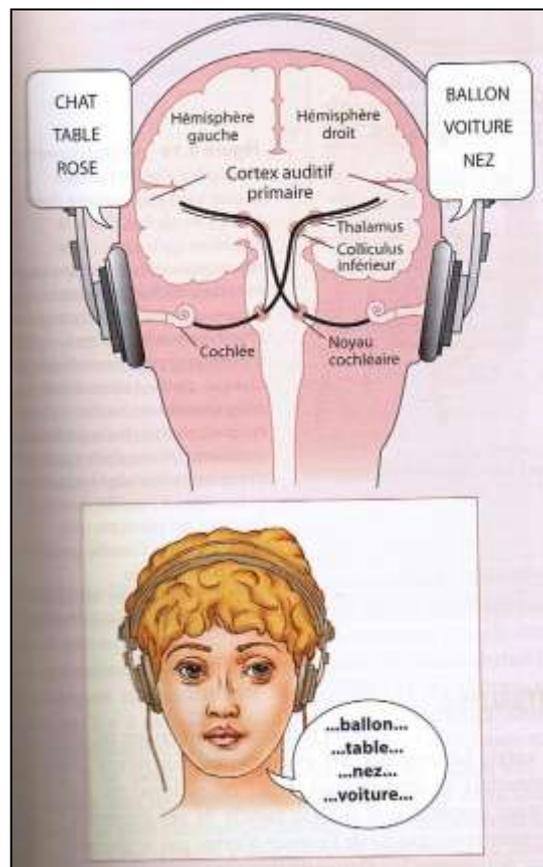


Illustration 11. Test d'écoute dichotique.

b- Résultats chez le normo-entendant :

Quand on leur demande de répéter autant de mots qu'ils le peuvent, les personnes normo-entendantes donnent de façon régulière les mots qui ont été présentés à l'oreille droite, phénomène qualifié de « supériorité de l'oreille droite ». Ces résultats corroborent avec ce que l'on peut attendre d'une dominance de l'hémisphère gauche pour le langage. Une « supériorité de l'oreille gauche » est également trouvée pour la reconnaissance de la mélodie.

D'après Benoît Virole⁶, chez un sujet droitier,

« La dominance de l'oreille droite serait :

- forte pour les occlusives
- faible pour les fricatives et les semi-voyelles
- nulles pour les voyelles.
- effective pour les liquides situées en positions initiales dans la syllabe.

L'oreille gauche traiterai plus rapidement :

- les transitions de formants.
- les variations de mouvements formantiques des voyelles. »

c- Résultats d'expériences chez la personne sourde porteuse de PA bilatérales :

Dans le cas du port de PA bilatérales, Mark Ross [13] observe qu'en règle générale, le score obtenu à l'oreille droite est meilleur que celui obtenu à l'oreille gauche (22 personnes sur 28). Ceci ne peut pas être expliqué par le fait qu'une oreille est meilleure qu'une autre étant donné que pour la plupart des patients de l'expérience citée, la perte auditive est symétrique. Ce qui pourrait expliquer ce phénomène selon lui, c'est qu'il existe plus de connexions entre l'oreille droite et l'hémisphère gauche qu'avec l'hémisphère droit et vice-versa. La dominance de l'hémisphère gauche pour le langage pourrait donc expliquer la dominance de l'oreille droite dans le score dans la perception de la parole et les scores plus faibles de l'oreille gauche peuvent être attribués aux problèmes de transfert inter-hémisphériques.

Philibert et al. [33] ont également remarqué que l'oreille droite montre une nette amélioration au test d'écoute dichotique par rapport à l'oreille gauche après l'utilisation de prothèses auditives chez le patient présentant une presbyacousie symétrique.

Ce test a été effectué chez sept patients droitiers et montre que le score d'écoute dichotique pour les mots s'est amélioré significativement grâce au port de la PA. De plus, la tâche d'écoute dichotique de syllabes révèle une augmentation de l'asymétrie auditive après 4 mois d'utilisation de la PA. En ce qui concerne la tâche d'identification, une différence

⁶ **Virole B.**, (2002) Psychologie de la surdité. *Ed. De Boeck Université*

significative entre les deux oreilles est observée : seulement l'oreille droite montre une amélioration avec l'utilisation de la prothèse auditive.

d- L'hémisphère gauche est-il l'analyseur exclusif du langage ?

Les deux hémisphères travaillent ensemble pour effectuer une tâche. Ils n'analyse pas les choses pas de la même manière et n'y contribuent pas dans la même proportion. Cette asymétrie peut s'avérer plus efficace que la simple redondance de la même information. Le langage n'est pas traité exclusivement par l'hémisphère gauche. L'hémisphère droit peut aussi y contribuer même si les représentations qu'il utilise ne sont pas les plus efficaces pour certaines tâches.

Dans le domaine de la vision, les deux hémisphères ne forment pas des représentations identiques à partir des mêmes entrées visuelles. En réalité, les deux hémisphères vont amplifier différentes sources d'information, et celles-ci, à leur tour, vont avoir une importance différente pour les opérations conduisant à identifier le stimulus. On pourrait faire l'hypothèse qu'il en est de même dans le domaine de l'audition.

e- Questionnements :

Du nerf auditif partent des voies ipsi- et contralatérales d'importance différente. Avec l'IC seul, les deux hémisphères sont donc stimulés.

Cependant, est-ce que la répartition hémisphérique s'effectue différemment lorsqu'une seule oreille est stimulée ?

L'ajout d'une PA contralatérale pourrait-elle permettre de construire une image sonore plus fine, plus sensible grâce à une plus forte stimulation des deux hémisphères ?

3. Confusion de phonèmes

La zone de 500 à 2000 Hz correspond à la zone fréquentielle qui comporte la plus grande densité d'informations linguistiques.

De manière simplifiée :

Avant 1500 Hz, on trouve une zone vocalique et mélodique représentant 40% de l'information acoustique et 60% de l'énergie (zone 1).

Après 1500 Hz se trouve les fréquences qui permettent la reconnaissance des fricatives, des occlusives et de la plupart des consonnes, et qui représente 60% de l'information acoustique et 40% de l'énergie (zone 2).⁷

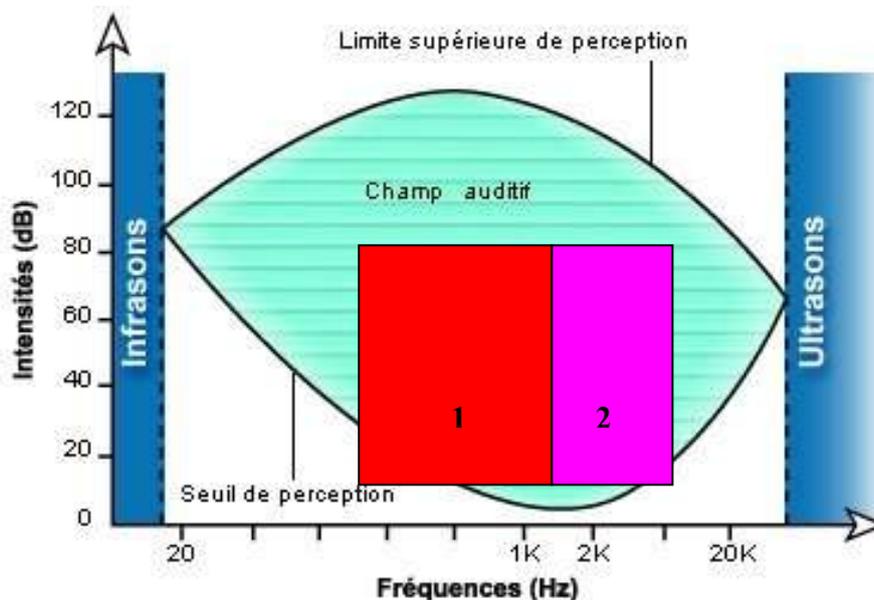


Illustration 12. Zones fréquentielles représentant de manière simplifiée l'espace vocalique et mélodique et l'espace consonnantique.

a- Les voyelles

Les voyelles comportent moins de traits distinctifs que les consonnes dont le lieu et le mode d'articulation constituent des repères beaucoup plus précis.

Dans l'ensemble, l'intensité des voyelles se manifeste surtout dans les fréquences graves en dessous de 4000 Hz. La voyelle présente quatre formants dont les trois premiers sont les plus importants pour distinguer une voyelle d'une autre :

F1 : renseigne sur l'aperture.

F2 : renseigne sur l'antériorité

F3 : renseigne sur la labialité

⁷ Virole B. (1999) Phonétique acoustique appliquée en audioprothèse.

b- Les consonnes

Il existe plusieurs traits consonantiques propres à la consonne qui aident à leur distinction :

- le degré de périodicité
- le degré d'interruption du flot vocalique
- la présence ou l'absence de voisement

Les phonèmes comportent des spectres de fréquences caractérisés par la répartition de leur intensité qui permet leur reconnaissance.

Par exemple, la distinction entre /s/ et /ch/ s'opère par les bruits de friction du haut du spectre :

/ch/ : commence vers 1800 Hz.

/s/ : commence vers 4000 Hz

Les phonèmes /z/ et /s/ ont un spectre qui se ressemble mais les bruits de friction commencent beaucoup plus bas pour /z/.)

c- Questionnement

La reconnaissance des phonèmes est possible grâce à la combinaison de certains traits phonétiques. Un seul trait ne permet pas de reconnaître le phonème, c'est la conjonction de plusieurs traits qui le permet et qui permet de ne pas les confondre. Nous avons vu précédemment que lors de surdité profonde, la PA seule ne permettait pas une intelligibilité suffisante et que l'IC est beaucoup plus efficace dans ce domaine. Mais, est-il possible que la PA aide à mieux catégoriser les phonèmes et à percevoir certains traits que l'IC seul ne perçoit pas et qu'elle aide par ce biais à la reconnaissance de certains phonèmes et évite des confusions ?

Une analyse acoustique fine de chaque phonème et de leurs seuils de catégorisation aurait été intéressante pour envisager une réponse à cette question. Nous ne possédons pas assez de connaissance dans ce domaine pour en faire une analyse claire.

IV) AUTRES AVANTAGES IC+PA :

Outre la perception de la parole dans le bruit, la localisation du son et le développement du langage, l'ajout d'une prothèse controlatérale à l'IC semble apporter d'autres avantages pour certaines personnes.

1. Amélioration de la compréhension de la parole dans le calme :

Chmiel et al [24] ont noté une amélioration des performances dans le calme grâce à la PA controlatérale chez trois des six enfants testés au total.

2. Meilleure conscience du son :

Dowell et al. [17] ont observé une meilleure prise de conscience de la présence d'un son chez un petit nombre de sujets testés.

3. Meilleure qualité de son :

Quelques sujets ayant participé à l'expérience d'**Armstrong** [20] ont constaté que l'ajout des informations acoustiques basses fréquences grâce à la PA améliorait la qualité du son. Il en est de même pour certaines personnes de l'étude de **Dowell et al.** [17]

4. Meilleure confiance dans la communication :

Certains parents ont observé que lorsque les deux appareils étaient portés conjointement, leur enfant initiait plus de conversations, comprenait mieux, demandait moins à faire répéter, était plus à l'aise lors de discussions avec des personnes inconnues et plus confiants dans les magasins [7]. **Dowell et al.** [17] indiquent également une meilleure confiance dans la communication chez certains sujets.

5. Stimulation de l'oreille controlatérale :

Le port de la PA peut permettre un maintien de la stimulation auditive en vue d'une prochaine implantation ou d'un appareillage plus performant élaboré dans les années à venir.

Selon Collet [35] la prothèse controlatérale doit être portée rapidement après l'implantation afin d'éviter un « effet de privation auditive ». Cette dégradation des capacités auditives résulterait de « *la durée de l'amplification monaurale, de l'importance de la perte auditive, de la durée de la perte auditive et des performances initiales dans la reconnaissance de mots* »

L'âge ne semble pas être un facteur déterminant de l'effet de privation auditive : « *on observe les mêmes effets chez les adultes jeunes ou plus âgés, la même dégradation à la même vitesse .* ». Collet précise que la PA peut stimuler des neurones si l'audition résiduelle controlatérale est suffisamment importante.

Remarque sur la fusion des sons :

Tyler et al. [25] indiquent que deux des trois sujets étudiés notent que les signaux électriques et acoustiques fusionnent pour former une image sonore unique. En revanche, l'un des sujets entend le signal acoustique et électrique séparément.

Nos recherches n'ont pas permis de comprendre comment le cerveau pouvait fusionner les deux sons et dans quels cas cela ne fonctionnait pas.

PARTIE PRATIQUE

DEMARCHE

Afin d'étayer notre recherche théorique sur la réalité des personnes concernées, nous avons souhaité connaître l'avis d'enfants en âge de mettre des mots sur les inconvénients et bénéfices d'une prothèse auditive classique en complément de l'implant.

Nous avons donc rencontré huit enfants seuls ou en compagnie de leurs parents ou de leur orthophoniste. Avec l'appui du centre Charlotte Blouin d'Angers et de l'association Kerveiza de Rennes, 19 enfants ont également répondu au questionnaire.

Dans le but de mieux préciser et expliquer nos questions lors de ces rencontres, nous sommes préalablement enquis de l'opinion de personnes adultes qui peuvent décrire avec plus d'aisance ce que leur apporte ou non l'appareillage binaural.

Nous aborderons donc en premier lieu les réponses des questionnaires envoyés aux adultes pour examiner par la suite celles des enfants. Puis, nous analyserons de manière plus précise le cas de quatre enfants pour terminer par une discussion au sein de laquelle sera établie la liste des points qu'il aurait pu être intéressant d'évoquer dans le questionnaire.

CHAPITRE A : QUESTIONNAIRES ADULTES

61 questionnaires ont été envoyés à des adultes implantés par le Centre d'Implantation Cochléaire de Nantes.

Nous avons reçu 31 réponses :

- 19 personnes ont gardé leur PA,
- 11 ont souhaité s'en séparer,
- 1 personne a été implantée bilatéralement (nous n'en tiendrons donc pas compte).

Pour une raison évidente de confidentialité, nous avons rendu les questionnaires anonymes en leur attribuant un numéro.

D) ADULTES AYANT GARDE LA PA:

1. Tableau de référencement :

Voici le tableau de référencement des données fournies par chaque patient. Le degré de surdité, trop imprécis, n'a pas été indiqué.

N°	Age	Surdité �volutive ?	Apparition de la surdité	Age PA	Année IC	Durée PA avant IC
1	63	Oui, rapide	à 52-53 ans	54 ans	2003	4 ans
2	47	Oui	à 20 ans	25 ans	2006	20 ans
3	61	Oui	à 25 ans	40 ans	2006	19 ans
4	23	Oui	Naissance	4 ans	2004	15 ans
5	18	Oui,	Naissance	4 ans	2006	12 ans
6	61	Oui	à 40 ans	46 ans	2003	10 ans
7	76	Oui	à 20 ans	34 ans	2004	38 ans
8	73	Oui	à 49-50 ans	50 ans	2004	19 ans
9	60	Evolution après 40 ans	à 21 ans	40 ans	2007	19 ans
10	29	Non	Naissance	2 ans1/2	2004	22 ans
11	45	Oui	à 24ans	28 ans	2004	13 ans
12	64	Oui	à 30 ans	50 ans	2006	12 ans
13	30	Non	Naissance	9 mois	2005	26 ans
14	?	Non	Naissance	20 ans	2006	?
15	66	Oui	Depuis plusieurs années	59 ans	2003	2 ans
16	56	Oui, depuis 10 ans	Naissance	55 ans (après l'IC)	2005	0 ans
17	71	Oui	à l'adolescence	42 ans	2007	28 ans
18	59	Oui, travail dans le bruit	?	40 ans	2007	18 ans
26	64	Oui	à 53 ans	59 ans	2007	4 ans

2. Analyse des réponses :

■ Existe-t-il un lien entre la volonté de garder la PA controlatérale et la durée de port de cette prothèse avant implantation?

La plupart des personnes interrogées ont porté une PA pendant de nombreuses années avant l'implantation.

La durée moyenne du port de la PA avant implantation des adultes ayant répondu est de 15,61 ans. La médiane est de 17 ans.

Il y a cependant une exception, une personne (N°16) a porté sa première PA après l'implantation.

■ Existe-t-il un lien entre la volonté de garder sa PA et l'évolutivité de la surdité ?

- 16 personnes sur 19 ont eu une surdité évolutive.
- 3 personnes n'ont pas eu de surdité évolutive (N°10, 13 et 14)

L'hypothèse que nous proposons lors de la rédaction de ce questionnaire rejoint celle de la durée de port de la PA préalable à l'implantation : les personnes ne souhaitent pas se séparer de leur PA car elle permet un lien avec l'audition antérieure (acoustique). Cependant, au vu des réponses fournies par les personnes n'ayant pas gardé leur PA (que nous analyserons ultérieurement), et du manque de données concernant le degré de surdité de l'oreille controlatérale, nous ne pouvons affirmer cela avec certitude.

■ Les personnes interrogées préfèrent-elles enlever la PA dans certaines situations ?

● 17 personnes sur 19 portent leur PA en permanence. Quelques nuances et quelques précisions sont apportées par :

- N°2 : « Oui [je la garde en permanence], mais au départ je l'ai gardée le moins possible afin d'utiliser l'IC au maximum. Les premiers mois je gardais la PA uniquement pendant les réunions à plusieurs. »

- N°3 : « Oui, sauf le matin quand je suis seule. »

- N°6 : « Oui, quant à l'IC il y a des situations où je coupe l'appareil (ambiance sonore trop agressive) »

● 2 personnes déclarent ne pas la porter en permanence :

- N°15 : « Non, je ne la porte pas chez moi quand je suis seul ; je la porte uniquement quand je suis en compagnie ou pour sortir dans la rue »
- N°26 : « Je la mets parfois, mais pas en permanence. »

■ **Les patients ont-ils reçus des conseils les incitant ou les décourageant à porter la PA ?
Cela a-t-il influencé leur choix ?**

● On a conseillé à 7 personnes sur 19 de garder la PA .

- N°7 : « Oui, l'audioprothésiste ma conseillé de la garder car l'oreille perd encore sans prothèse. »
- N°13 : « Oui, pour la stimulation du nerf auditif dans le but d'une prochaine implantation »
- N°16 : « J'ai décidé, avec les conseils de l'ORL, d'avoir ce supplément d'écoute. »
- N°17 : « Oui le médecin ORL car cela apporte plus de confort auditif et un son plus harmonieux »
- N°26 : « L'orthophoniste m'a conseillé de la garder. J'entends un tout petit peu mieux quand je la mets, mais je sais que je vais devenir sourde complètement et je ne veux pas m'y habituer. La PA me gêne mais plus pour des raisons psychologiques que pratique. »

● On a conseillé à 6 personnes de ne pas la garder :

- N°3 : « Non, les premiers mois on m'a conseillé de ne pas la garder pour le début de la rééducation. »
- N°9 : « On m'a conseillé de ne pas la garder au départ pour faire travailler l'IC. »
- N°11 : « Oui et non, avis partagés. Oui car il existe une meilleure compréhension de la parole et certains sons sont mieux captés aussi. Et non car le médecin ORL craignait que cela ralentisse le travail de l'oreille implantée ce qui n'a pas été le cas. »

● On a conseillé à 2 personnes de faire ce choix après essai :

- N°4 : « Non, on m'a dit d'attendre l'implantation avant de voir si la PA était toujours utile. Elle l'est. Les audiogrammes le montrent et je ressens plus de confort avec. »
- N°12 : « Il s'agit d'un choix personnel. La PA est nécessaire pour bien comprendre. »

6 personnes n'ont pas répondu : N°1, 5,6, 8,10 et 15

■ La PA a-t-elle été gênante au départ?

Nous souhaitons connaître l'existence d'une éventuelle gêne provoquée par la concomitance de sons de natures différentes (électrique et acoustique). Pour cette raison, nous ne prendrons pas en compte les réponses du N°26 qui ne désire pas s'habituer au port de la PA pour des raisons essentiellement psychologiques.

● 12 personnes sur 18 déclarent s'être habitué immédiatement au port de la PA :

Il s'agit des questionnaires N°1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 17 et 18.

- N°4 précise que la PA ne l'a pas gêné car « c'était ma manière d'entendre depuis 4 ans et que c'est l'IC qui m'a demandé un temps d'adaptation. »
- N°18 : Pour cette personne, la prothèse est complémentaire donc elle s'y est habituée rapidement.
- Pour le N°9, « la PA m'apporte un plus. »

● 5 personnes constatent qu'il leur a fallu un peu de temps pour s'y habituer (entre 5 jours et 2 mois).

Parmi ces 5 personnes,

- N°5 affirme que le fait d'entendre deux sons différents est un peu déstabilisant et qu'elle est encore surprise parfois lorsqu'elle est dans un lieu avec des bruits inconnus.
- N°15 remarque que l'habituation a été progressive mais qu'il lui faut désormais les deux prothèses pour accéder à une compréhension maximale.

● 1 personne dit ne pas s'être habituée

- N°13 : « cela constitue pour moi une gêne continue »

■ La PA associée à l'IC provoque-t-elle un phénomène d'écho ?

Aucune des personnes interrogées n'a ressenti de phénomène d'écho dû à une éventuelle interaction entre l'IC et la PA.

■ L'ajout de la PA influence-t-elle la compréhension de la parole ?

● 14 personnes sur 19 répondent que la PA leur apporte une meilleure compréhension de la parole.

- 4 personnes indiquent que la PA ne leur apporte pas une meilleure compréhension de la parole. (N°2, 4, 13 et 16)

- N°2 : « La compréhension avec IC et PA est la même que lorsque je porte l'IC seul ».

1 personne n'a pas répondu à cette question (N°15)

■ **Les patients ressentent-ils un bénéfice ou une gêne lors d'une conversation avec plusieurs personnes ?**

- 13 personnes sur 19 affirment que la PA est bénéfique lors d'une conversation à plusieurs.

- N°3 indique que « oui, mais lorsqu' il n'y a pas trop de bruit à côté. »

- Pour 4 personnes, la PA est gênante lors d'une conversation à plusieurs.

- N°18 indique que la PA peut être gênante dans ce cas en fonction de la situation: en compagnie de trois ou quatre personnes, elle est bénéfique. Elle devient gênante quand une musique ou le bruit de la télévision est émis à côté de la conversation.

- 1 personne dit qu'il est difficile de le savoir car l'IC est trop fort (N°16)

■ **Les patients ressentent-ils un bénéfice ou une gêne dans le bruit ?**

- 10 personnes sur 19 disent que la PA est bénéfique dans le bruit uniquement

- N°7 indique que c'est parce qu'il entend plus fort.

- Pour le N°14, la PA est bénéfique dans le bruit, quoique fatigante.

- 5 personnes indiquent que la PA est gênante dans le bruit.

- 2 personnes disent que la PA est à la fois bénéfique et gênante.

Il s'agit des N°13 et 18.

- N°18 précise qu'il existe un bénéfice lorsque le bruit est léger mais que la PA devient gênante à partir du moment où le bruit devient fort.

- La PA n'est ni bénéfique ni gênante pour 1 personne (N°5)

- 1 personne dit qu'il est difficile de faire la part des choses car l'IC est fort (N°16)

■ **La PA améliore-t-elle la perception de la parole dans le bruit ?**

- 10 personnes sur 19 disent que la PA ne leur apporte pas une meilleure compréhension de la parole dans le bruit.

- 4 personnes pensent que la PA leur apporte une meilleure compréhension de la parole dans le bruit. (N° 2, 8, 14 et 17)

5 personnes n'ont pas répondu à la question (N° 1,7, 9, 11 et 18)

Pour un peu plus de la moitié des personnes interrogées, la PA semble être bénéfique dans le bruit. Pour certaines personnes, au contraire, elle est clairement gênante et pour d'autres, elle est à la fois bénéfique ou gênante en fonction des situations. Cependant, la majorité des personnes interrogées affirment que la PA ne leur apporte pas de meilleure intelligibilité de la parole dans le bruit.

■ **La PA permet-elle de mieux localiser la provenance des sons?**

- 10 personnes sur 19 n'estiment pas mieux localiser la provenance des sons grâce à la PA.

- 6 personnes indiquent obtenir une meilleure localisation du son grâce à la PA.(N° 1, 2, 11, 14, 17 et 18)

3 personnes n'ont pas répondu à cette question. (N° 8, 9 et 15)

■ **La PA permet-elle de mieux percevoir les sons aigus ?**

- 11 personnes sur 19 déclarent que la PA ne leur apporte pas de sons aigus.

- 3 personnes sur 19 pensent que la PA est utile pour les sons aigus. (N°14 17 18)

5 personnes n'ont pas répondu à cette question (N°1, 6, 7, 8 et 14)

■ **La PA permet-elle de mieux percevoir les sons graves?**

- 14 personnes sur 19 disent que la PA leur apporte des sons situés dans les fréquences graves
- N°1 : « Avec la PA seule, je n'entends presque rien. La PA n'apporte pas beaucoup sauf pour les graves »
- 1 personne indique que la PA ne lui apporte aucun son supplémentaire situé dans les fréquences graves (N°11)

4 personnes n'ont pas répondu à cette question. (N° 8, 9, 15 et 17)

■ **Une meilleure compréhension des voix masculines est elle obtenue grâce à la PA associée à l'IC ?**

- 9 personnes sur 19 disent que la PA leur apporte une meilleure compréhension des voix masculines.
- 4 personnes constatent que la PA ne leur apporte pas une meilleure compréhension des voix masculines.
- 1 personne affirme ne pas percevoir de différence et que cela dépend des gens. (N°3)

5 personnes n'ont pas répondu à cette question. (N° 1, 6, 7, 8 et 17)

■ **Une meilleure compréhension des voix féminines est elle obtenue grâce à la PA associée l'IC ?**

- 8 personnes sur 19 disent mieux percevoir les voix de femme grâce à la PA.
- 6 personnes considèrent que la PA ne leur permet pas de mieux percevoir les voix de femme. (N° 2, 4, 6, 13, 16 et 26)
- 1 personne dit ne pas percevoir de différence
- N°3 : « ça dépend des gens ».

4 personnes n'ont pas répondu à la question. (N° 1, 9, 15 et 17)

■ Une meilleure compréhension des voix d'enfant est elle obtenue grâce à la PA associée l'IC ?

● 8 personnes constatent que la PA ne leur permet pas une meilleure compréhension des voix d'enfant.

● 5 personnes observent que la PA leur permet une meilleure compréhension des voix d'enfant. (N° 7, 11, 12, 14 et 18)

● 1 personne indique ne pas percevoir de différence

- N°3 : « ça dépend des gens ».

5 personnes n'ont pas répondu à la question. (N° 1 3 8 9 15 17)

■ La PA permet-elle une meilleure perception de certaines consonnes et/ou de certaines voyelles ?

● 5 personnes répondent que non. (N° 2, 4, 11, 13 et 16)

● 2 personnes répondent que oui.

- N°16 : « La PA me permet d'éviter les confusions entre on-ou-en, i-u et p-b et permet de mieux distinguer les groupes de phonèmes rapprochés »

- N° 26 : « oui, mais il est difficile de dire lesquels ».

11 personnes n'ont pas répondu à cette question.

■ La PA permet-elle d'entendre des bruits non perçus avec IC seul ?

● 7 personnes sur 19 indiquent que la PA leur apporte la perception de bruits que l'IC seul ne permet pas.

- N° 1 : Elle permet d'entendre « les bruits graves, les bruits de moteur par exemple »

- N° 2 : « J'entends grâce à elle les bruits environnants: bruits de lave-vaisselle, quelqu'un qui monte à l'étage de la maison... L'IC me permet de percevoir les voix, la parole, les sons. Les sons avec l'IC sont métalliques, aigus. Avec l'association de l'appareil il y a comme une harmonisation de ces bruits. La PA me permet de percevoir les bruits plus lointains mais si je veux converser en groupe je me place de façon à ce que les personnes soient côté implant. La PA permet la restitution des associations de bruits, de paroles et rend les sons plus harmonieux (moins aigus, moins métalliques). Elle donne un certain équilibre auditif. »

- N°3 : « L'IC apporte la compréhension de la parole et des bruits environnants (sonneries, bruits aigus, chant des oiseaux). La PA apporte un confort (tonalité de la voix en particulier) et de l'intensité dans les bruits ambiants ».

- N°4 : « C'est avec l'IC que j'entends le plus, c'est lui qui m'apporte le plus d'informations sonores. La PA vient compléter, faire un semblant de stéréophonie (j'entends mieux du côté de l'IC donc la stéréophonie est inégale). L'IC décode tous les sons mais la PA retranscrit mieux, d'après moi, la fluidité du son, l'enchaînement de la parole, des mélodies. Je le ressens beaucoup au niveau de la musique. L'IC retranscrit les sons, la PA apporte l'harmonie entre ces sons en quelque sorte. Mais la PA ne m'apporte que des infos secondaires, complémentaires à l'IC ».

- N° 6 : « La PA m'aide à entendre certains sons (groupe de phonèmes rapprochés etc...) mais pas les bruits comme les sonneries, le téléphone, la voiture et les bruits de vaisselle pour lesquels l'IC est indispensable ».

- N° 9 : « La PA permet de diminuer la sensation de sons métalliques et artificiels et de retrouver certains repères. Elle me fait reconnaître les voix de mes proches telles que je les ai toujours entendues (adultes ou enfants).

- N° 11 : « La PA m'aide pour écouter la télévision ou la radio ainsi que pour comprendre dans une grande pièce. Je n'entends plus d'autres sons grâce à ma PA maintenant que mon oreille appareillée a baissée (prothèse de 10 ans) et qu'elle ne m'apporte plus grand-chose. Avant avec ma PA, je pouvais mieux entendre le ventilateur de l'ordinateur ou de la voiture par rapport à IC seul.

- N°13 : « Elle me permet d'entendre les sons graves seulement comme les bruits de voiture. »

● 3 personnes n'entendent aucun son supplémentaire grâce à la PA. (N° 3, 4 et 26)

● 1 personne dit ne pas pouvoir faire la différence car porte toujours les deux appareils.
(N°18)

9 personnes n'ont pas répondu à cette question (N° 5, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 16 et 17)

■ La PA apporte-t-elle plus de confort?

- 15 personnes sur 19 répondent que la PA leur apporte un plus grand confort.

- N°11 : « Bien que je me sois très vite adaptée à l'IC, la PA m'était indispensable pour comprendre dans une réunion par exemple. Le son et les voix étant plus naturels qu'avec l'IC. »

- N°17 : « J'ai souhaité gardé la PA d'autant plus qu'entre l'opération et la mise en route il faut attendre environ 1 mois. La PA améliore mon confort auditif, les sons autres que la parole sont moins métalliques, plus harmonieux ».

- N°18 : « Chaque appareil apporte un confort en plus. Elles ne tombent pas en panne de pile ensemble ».

- 2 personnes constatent que la PA ne leur apporte pas de meilleur confort. (N°13 et N°26)

2 personnes n'ont pas répondu à la question (N°8 et 12)

■ La PA améliore-t-elle la qualité du son ?

- 13 personnes sur 19 considèrent que la qualité du son s'améliore grâce à la PA.

- 2 personnes indiquent ne pas obtenir une meilleure qualité de son grâce à la PA (N°10 et 13)

4 personnes n'ont pas répondu à cette question. (N°1,8, 15 et 26)

■ Les patients observent-ils un changement lorsqu'ils enlèvent leur PA ?

- 3 personnes constatent une différence.

- N°3 : « Je suis un peu perdue sans la PA même si les audiogrammes montrent un très faible apport au niveau compréhension ».

- N°4 : « Oui, je réagis parfois moins vite à un son, je dois mobiliser plus de concentration pour comprendre la parole ».

- N°11 : « Je parle plus fort sans ma PA ».

- 2 personnes ne constatent aucune différence (N°1 et 26)

14 personnes n'ont pas répondu à cette question.

■ **La PA rassure-t-elle les personnes qui la porte?**

- 12 personnes sur 19 considèrent que la PA les rassure.

- N°4 indique qu' « elle donne de l'intensité au son et un certain équilibre ».

- N°6 : « La PA m'apporte un confort minime. Elle me donne seulement la sensation d'avoir deux oreilles. Je pourrais éviter de la porter mais ce serait comme un "manque". »

- N°9 : « Elle me donne assurance et sécurité ».

- N°16 : « Je suis mieux dans ma tête, la PA m'apporte un certain équilibre. La PA donne un faible gain par rapport à l'IC ».

- 3 personnes disent que non. (N° 10,17 et 26)

4 personnes n'ont pas répondu à cette question. (N° 3, 7, 14 et 15)

■ **Autres remarques :**

- N°7 : « Ma prothèse est vieille (9ans) et n'est pas au top. Il faudrait que je la change mais elle amplifie tout de même certains sons et serait nettement insuffisante dans mon cas. Je la garde pour ne pas perdre complètement ce qu'il me reste sur l'oreille non implantée tout en améliorant mon audition ».

- N°8 : « La PA apporte une aide à distance puisqu'elle est équipée d'un système FM. Si le micro émetteur est proche de la source des sons (musique ou paroles), son efficacité tend à diminuer, habitude, meilleure perception avec l'IC et/ou baisse de l'audition côté PA. ».

- N°10 : « Je prends mes appareils dès mon lever du lit et je les enlève dès que j'éteins la lumière pour dormir. Je suis inséparable de ma PA et de mon IC. »

- N°12 : « L'implant "entend" les sons mais je ne peux pas les comprendre. L'IC n'a pas, pour l'instant j'espère, le rôle attendu par le corps médical. »

- N°15 : « Je ne peux pas vraiment entendre ou comprendre seulement avec la PA ou avec l'IC mais l'un sans l'autre, ce n'est pas confortable sauf dans le bruit (rue, ambiance bruyante) où avec les deux appareils cela devient trop fort et je suis obligée de couper l'un des deux appareils. Ayant des acouphènes de plus dans les deux oreilles, je suis très gênée et il existe un phénomène de recrutement ou de distorsion de certains sons à certaines fréquences.

3. Existe-t-il une prédominance de certains paramètres ?

Ayant omis d'évoquer cette problématique dans le questionnaire, nous avons sélectionné six paramètres dans le but d'examiner ceux qui semblent jouer une plus grande importance dans le choix de garder la PA.

Ces paramètres sont :

- le confort
- la compréhension de la parole
- la compréhension de la parole dans le bruit
- la localisation
- l'apport de nouveaux bruits
- la sécurisation

Nous prenons en compte exclusivement les personnes gardant leur PA en permanence, estimant qu'elles y trouvent un plus grand intérêt.

Nous constatons qu'il existe toujours au minimum deux paramètres positifs et cinq au maximum sur les six paramètres.

Le classement est le suivant:

- 1) Meilleur confort (14)
- 2) Meilleure compréhension de la parole (13)
- 3) Rassurance (12)
- 4) Bruits en plus (6)
- 5) Localisation (6)
- 6) Meilleure perception de la parole dans le bruit (4)

	Confort	Compréhension de la parole	Compréhension de la parole dans le bruit	Localisation	Bruits supplémentaires	Rassurance	Nombre de paramètres positifs
1	+	+	/	+	+	+	5
2	+	-	+	+	+	+	5
3	+	+	-	-	-	/	2
4	+	-	-	-	-	+	2
5	+	+	-	-	/	+	3
6	+	+	-	-	+	+	4
7	+	+	/	-	/	/	2
8	/	+	+	/	/	+	3
9	+	+	/	/	+	+	4
10	+	+	-	-	/	-	2
11	+	+	/	+	+	+	5
12	/	+	-	-	/	+	2
13	-	-	-	-	+	+	2
14	+	+	+	+	/	/	4
16	+	-	-	-	/	+	2
17	+	+	+	+	/*	-	4
18	+	+	/	+	/	+	4

+ : la personne a répondu oui
 - : la personne a répondu non
 / : la personne n'a pas répondu.
 * : ne peut pas faire la différence car IC trop fort.

4. Conclusion :

D'après une majorité de personnes ayant répondu, la PA apporte un confort tant d'un point de vue pratique, (immédiatement après l'opération ou lorsque les piles de l'IC tombent en panne, la PA peut servir d'appareil de « secours ») que d'un point de vue qualitatif (la qualité du son est améliorée avec une plus grande fluidité, des sons plus harmonieux, un relief et des repères retrouvés, des sons graves et des bruits lointains mieux perçus). Ces éléments peuvent jouer en faveur d'un sentiment de sécurisation grâce à la PA.

En ce qui concerne la compréhension de la parole dans le bruit et la localisation, son amélioration, dont le jugement est ici subjectif, est mitigée. Il aurait été intéressant de connaître le degré de surdité de chaque personne au niveau de l'oreille non-implantée, éléments dont nous ne pouvons nous servir du fait de l'imprécision des renseignements donnés.

II) ADULTES N'AYANT PAS GARDE LA PA

1. Tableau de référencement :

N°	Age	Surdité evolutive?	Apparition surdité	Temps entre apparition surdité et prise en charge PA
20	71	Oui	Enfance	Une dizaine d'années
21	62	Non	Oreille droite vers 45 ans et oreille gauche à 56 ans.	5 ans
22	71	Oui	18 ans	10 ans
23	60	Oui	De 4 ans jusqu'à une surdité totale il ya 3 ans	6 ans
24	60	Non	Accident de travail à 22 ans	Pas de PA. IC 35 ans plus tard
25	73	Oui	35 ans	5 ans
27	68	Oui	Entre 18 et 20 ans	33 ans
28	75	Non	Fracture du rocher à 74 ans.	IC tout de suite.
29	49	Non	Méningite à 47 ans	IC tout de suite.
30	52	Oui	Enfance mais aucune de prise en charge.	Une quinzaine d'années
31	50	Oui	Enfance	Environ cinquante ans

N°	Age PA	Année IC	Durée PA avant IC
20	à 22 ans	2005	46 ans
21	à 50 ans	2004	8 ans
22	Ne la porte plus depuis 10 ans	1994	29 ans (ne la porte plus depuis 10 ans)
23	à 10 ans côté IC	2005	0 an
24	Jamais	2005	0 an
25	à 40 ans	2005	30 ans
27	à 53 ans	2005	12 ans
28	Jamais	2006	0 an
29	Jamais	2006	0 an
30	à 23 ans	1998	19 ans
31	Jamais	2001	0 an

2. Analyse des réponses :

■ Pourquoi les patients ont-ils arrêté de porter la PA ?

- 2 patients sur 5 ont répondu à cette question :

- N 21 : « La PA n'apportait rien »

- N°25 : « J'ai pensé peut être à tort qu'une PA me gênerait dans l'apprentissage de l'adaptation à l'IC qui demande un énorme effort. Je n'ai pas essayé la PA en plus de l'IC. Quelque soit la prothèse, elle est gênante dans le bruit et lors d'une conversation à plusieurs. J'ai l'intention d'essayer une PA, mon IC que je porte toujours n'est pas efficace. »

■ **Un professionnel a-t-il conseillé de garder la PA, au contraire, de s'en séparer?**

● 1 seule personne a répondu à cette question :

- N°21 : « L'audioprothésiste m'a conseillé de la garder. Le peu d'amélioration que j'ai senti ne vaut pas la peine de la garder. »

■ **Existe-t-il un lien entre le port d'une PA avant l'implantation et le choix de la garder par la suite?**

● 6 patients sur 11 ont déjà porté une PA dans l'oreille non implantée avant l'implantation.

● 5 patients sur 11 n'ont jamais porté de PA dans l'oreille non implantée avant l'implantation.

(N°23, 24, 27, 28 et 31)

■ **Existe-t-il un lien entre la volonté de garder sa PA et l'évolutivité de la surdité ?**

● 7 patients sur 11 ont eu une surdité évolutive.

● 4 patients n'ont pas eu de surdité évolutive (N° 24, 28 et 29)

3. Conclusion :

La majorité des personnes interrogées portaient une PA avant l'implantation et l'ont gardé pendant de nombreuses années. Cependant une proportion importante de la population ne possédant pas de PA avant l'implantation, ne l'ont pas testée ultérieurement.

Nous disposons de peu de réponses concernant les raisons qui ont motivé l'arrêt de la PA. Une personne indique que la PA ne lui apporte pas d'informations supplémentaires. Une autre

remarque l'avoir abandonnée avant de la tester, pensant que le port concomitant des deux appareils la gênerait.

En ce qui concerne les personnes qui ne portaient pas de PA avant l'implantation, on peut supposer qu'elle n'ont pas envisagé de la porter après l'opération : si une PA seule ne leur apporte rien, que peut-elle apporter comme information en plus de l'IC ?

De plus, au vu des résultats, il n'existerait pas de lien entre le fait que la surdité soit évolutive et le port ultérieur de la PA. Néanmoins, nous ne possédons pas assez de données sur la rapidité de l'évolutivité de la surdité pour le certifier.

Prise en compte de la surdité dans son contexte :

- Deux surdités sont apparues progressivement dans l'enfance mais aucune prise en charge n'a été proposée à l'époque.
- Pour une grande majorité de personnes interrogées, la surdité est apparue entre 18 et 74 ans. Ceci ne va pas dans le sens de l'hypothèse du choix de la PA par confort et habitude à la stimulation acoustique.

Il faut cependant replacer les éléments dans leur contexte. Les sujets sont âgés de 49 à 75 ans. Les patients ayant perdu l'audition une vingtaine d'années auparavant ont été certainement peu informés de la prise en charge de la surdité. La qualité et l'accès à la prise en charge devaient également être plus difficile qu'elle ne l'est aujourd'hui. De plus, les adultes font suivre moins facilement leur audition que les enfants. Mis à part les N° 28 et 29 qui ont été implantés rapidement après l'apparition de leur surdité et qui n'ont donc jamais porté de PA, les patients ont tous eu une PA très tardive par rapport à l'apparition de leur surdité (de 5 à 35 ans après).

D'autre part, la plupart des surdités sont évolutives mais nous ne disposons pas de suffisamment de données pour analyser la rapidité de cette évolutivité.

Tous ces éléments ont pu avoir une importance dans le choix de ne pas porter de PA controlatérale.

CHAPITRE B : QUESTIONNAIRES ENFANTS

I) ENFANTS DU CENTRE D'IMPLANTATION COCHLEAIRE D'ANGERS :

Quatorze parents ont répondu au questionnaire. Les enfants sont âgés de 23 mois à 17 ans et ont un recul d'implantation qui s'échelonne de 1 mois à 10 ans.

1. Tableau de référencement :

N°	Age	Surdité ��volutive?	Age PA	IC �� :	Durée IC?
1	23 mois	?	16 mois	22 mois	1 mois
2	2 ans	Non	9 mois	1 an	1 an
3	5 ans	Non	2 ans	4 ans	1 an
4	6 ans et 1/2	Non	10 mois	6 ans	5 mois
5	7 ans	?	2 ans et 1/2	4 ans	3 ans
6	7 ans	Non	1 an 10 mois	4 ans	2 ans 10 mois
7	9 ans et 1/2	Non, surdité acquise	5 ans	5 ans	4 ans et 1/2
8	10 ans	Non	3 ans et 1/2	6 ans	4 ans
9	10 ans	Oui	2 ans	5 ans	5 ans
10	13 ans	Non	18 mois	3 ans	10 ans
11	14 ans	Oui	2 ans	6 ans	8 ans
12	14 ans	Non	2 ans et 1/2	5 ans	9 ans
13	16 ans	Non, surdité acquise	10 ans	10 ans	5 ans et 1/2
14	17 ans	Oui	2 ans	10 ans	7 ans

2. Analyse des réponses :

Aucun des enfants n'a souhaité garder la PA controlatérale. Ceci peut être expliqué par le fait que l'audition résiduelle du côté de l'oreille non-implantée est peu conséquente (excepté pour les N  5 et 14 qui disent avoir un léger reste auditif de ce côté).

■ Plusieurs raisons ont été évoquées pour expliquer que le non-port de la PA :

- la prothèse n'apportait pas d'informations supplémentaires (N  1-4-7-9-12-13)
- l'enfant ne l'a pas testée après l'implantation (N  2-3-6-8-10)
- la PA « sifflait » (N  5)
- l'enfant l'a   gar  e (N  11)

1 personne n'a pas répondu à cette question (N°14).

■ **La PA a-t-elle gêné au départ les enfants l'ayant testée?**

3 personnes ont répondu à cette question :

- Non (N°1)

- Oui, (N°7 : « il nous disait que c'était désagréable et jetait sa prothèse »).

■ **La PA est-elle systématiquement gardée lors d'une surdité évolutive ?**

Trois des enfants ont une surdité évolutive (N°9,11 et 14) ce qui aurait pu présager la volonté de garder la PA controlatérale. Nous ne savons pas en combien de temps cette surdité a évolué et elle n'a apparemment préservé aucun gain controlatéral.

■ **Qu'en est-il lors d'une surdité acquise ?**

Deux des enfants ont une surdité acquise (n°7 et 13)

Pour N°7, le médecin ORL a conseillé de ne pas garder la PA car il n'y avait plus d'audition du côté controlatéral. N°7 n'a presque pas porté sa PA avant d'être implanté.

N°13 a souhaité arrêter de porter la PA car elle ne lui apportait rien.

■ **Le temps de port influence-t-il le choix de garder la PA ?**

L'enfant N°14 a porté sa première PA à l'âge de 2 ans et a été implanté à 10 ans. Nous ne possédons pas plus de données le concernant mais nous pouvons remarquer que malgré le temps de port des PA seules relativement long, cet enfant n'a pas souhaité garder une stimulation acoustique controlatérale.

■ **Existe-t-il une corrélation entre l'âge d'implantation et la volonté de garder la PA (plus il est implanté tard et plus il voudra garder la PA ?)**

Si l'on répartit les enfants en 3 groupes :

- 1) implantés entre 1 et 3 ans (IC précoce) : 3 enfants
- 2) implantés entre 4 et 6 ans : 9 enfants

3) implantés au-delà de 6 ans : 2 enfants (tous deux implantés à l'âge de 10 ans).

Comme nous l'avons constaté précédemment, aucun enfant n'a souhaité garder la PA controlatérale, ce que nous aurions pu attendre plus particulièrement des deux enfants implantés à 10 ans.

■ **Y'a-t-il un lien entre les conseils donnés et le port de la PA ?**

Nous avons réparti les réponses en quatre catégories :

a) Conseils pour la porter :

- N°6 : s'en est séparé une semaine après l'implantation.
- N°11 : l'a porté pendant 2 à 3 mois après l'implantation.
- N°12 : a essayé puis l'a enlevé très rapidement.

Toutes les enfants à qui l'on a conseillé de garder la PA l'ont testée. Ils ont tous décidé par la suite de ne pas la garder.

b) Conseils pour ne pas la porter :

- N°7 : refusait les prothèses avant l'implantation.
- N°9 : pas de restes auditifs mais a testé la PA puis a rapidement cessé de la porter.

c) Pas de conseils :

- N°1 : « personne ne nous a conseillé de la porter »
- N°2 et N°8 : n'avaient plus de PA avant l'implantation.
- N°4
- N°10

d) Pas de réponse à la question :

- N°3 : n'avait plus de PA avant l'implantation.
- N°5 : l'a porté pendant 1 an après IC.
- N°13
- N°14

3. Conclusion :

Un grand nombre d'enfants ne portent pas de PA controlatérale parce qu'ils ne l'ont pas testé ou parce qu'elle n'apporte pas d'informations supplémentaires. Il ne semble pas exister de lien entre la durée de port de la PA préalable à l'implantation, l'évolutivité de la surdité et le choix de garder cette prothèse.

II) ENFANTS SUIVIS PAR KERVEIZA :

1. Enfants ayant gardé la PA controlatérale :

N°	PA ?	AGE	Age PA	Année IC	Age IC	Surdité évolutive?
15	Oui	14 ans	? (surdité de naissance)	2007	13 ans	Oui
19	Oui	14 ans	vers 2 ans		6 ans	Oui

Ces enfants n'ont pas été gênés au départ par la PA et la porte en permanence.

- N°15 : Le médecin ORL et l'audioprothésiste ont conseillé le port de la PA car l'enfant présentait d'importants gains auditifs du côté non implanté.

La PA est selon lui bénéfique dans le bruit et lors de conversations à plusieurs. Elle lui apporte une meilleure compréhension générale, améliore sa perception des fréquences graves ainsi que la perception des voix d'homme et lui apporte un meilleur confort. Elle lui permet également, selon lui, de mieux localiser les sons ainsi que d'entendre des bruits supplémentaires. L'enfant remarque qu'il entend moins bien lorsqu'il enlève sa PA.

- N°19 : Cet enfant ne souhaitait pas garder sa PA mais sa mère a insisté pour qu'il la porte. Elle est selon lui gênante dans le bruit et lors d'une conversation à plusieurs mais s'avère utile pour comprendre une conversation avec une seule personne. Elle améliore sa perception des voix d'homme, d'enfant et des sons graves mais n'influence pas la perception des voix de femme et des sons aigus. Cependant, elle améliore la perception de certains phonèmes tels que /s/, /k/ et /t/. Elle permet également d'entendre des bruits supplémentaires tels que le bruit des camions et des avions. Selon cet enfant, la PA permet une meilleure localisation du son

mais n'apporte pas de meilleure compréhension de la parole dans le bruit. L'enfant n'observe pas d'amélioration au niveau de la qualité du son ou du confort grâce à sa PA. L'enfant conclue le questionnaire en constatant : « je ne comprends pas très bien sans la prothèse. »

2. Enfants n'ayant pas gardé la PA controlatérale :

N°	PA ?	AGE	Age PA	Année IC	Age IC	Surdité évolutive?	Durée PA avant IC
16	Non	12 ans	à 3 ans	2003	7 ans	Non, surdité profonde des 2 côtés	4 ans
17	Non	14 ans	à 1 an	1998	4 ans	Non, surdité profonde des 2 côtés	3 ans
18	Non	18 ans	à 1 an	1995	5 ans	Non, surdité profonde des 2 côtés	4 ans

■ Qu'est-ce qui a motivé l'arrêt du port de la PA ?

Pour les trois enfants, la PA n'apportait rien.

De plus, il existait des interférences entre IC et PA pour N°16 et 17.

III) ENFANTS QUE NOUS AVONS RENCONTRES :

Nous avons souhaité rencontrer des enfants en âge de répondre à nos questions et ayant gardé ou non leur PA controlatérale. Ces enfants ont été implanté à Nantes et sont âgés de 8 à 15 ans. Il a été difficile pour certains enfants d'obtenir des réponses fiables car le questionnaire suppose une réflexion sur sa propre audition, ce qui n'est pas aisé. Nous souhaitons rencontrer ces enfants pour avoir la certitude d'obtenir des réponses fiables en expliquant avec nos propres mots.

1. Enfants ayant gardé la PA :

a- Tableau de référencement :

Nom	Age	Surdité évolutive	PA	Année IC	Durée PA avant IC
Paul	8 ans	?	à 7 ans (après IC)	2005	0 an (après IC)

Christophe	9 ans	?	?	2003	?
Alexandra	11 ans	Oui	à 4 ans	2005	4 ans
Marine	12 ans	Oui	à 1 an	2004	7 ans
Clarisse	14 ans	Non	à 2 ans	2005	9 ans
Elynn	15 ans	Oui	à 5 ans	2003	10 ans

b- Analyse des réponses :

■ Les enfants portent-ils leur PA en permanence ?

● Cinq enfants sur les six interrogés portent la PA en permanence.

- Paul porte sa PA uniquement à l'école « parce que des fois ça siffle ». Il ajoute qu'il préfère être un peu au calme sans sa PA.

■ Ont-ils reçu des conseils ?

● Maëlle et Clarisse sont les seules à avoir répondu à cette question.

- Pour Maëlle, c'est l'anesthésiste (confirmé par sa maman) qui lui aurait conseillé de la garder.

- Clarisse, quant à elle, a eu des conseils de l'orthophoniste, de l'audioprothésiste ainsi que du médecin ORL allant dans le sens d'un port de la PA afin d'assurer un équilibre binaural et une meilleure écoute.

■ Les enfants se sont-ils immédiatement habitués à la PA ?

● Quatre des six enfants interrogés disent ne pas avoir été gêné au départ par une stimulation auditive combinant deux principes différents.

Parmi les enfants disant avoir été gênés :

- Maëlle déclare ne pas avoir été gênée par le fait d'entendre deux sons de nature différente mais par le fait qu'il existe une différence d'intensité entre ses deux prothèses.

- Paul, au contraire affirme que le fait d'entendre deux sons différents le gênait beaucoup au départ. Cela ne le gêne plus à présent.

Le cerveau semble pouvoir fusionner les deux sons de sorte que cela ne soit pas gênant mais nous n'avons pas réussi à expliquer ce phénomène.

■ La PA améliore-t-elle la compréhension ?

- Deux enfants affirment que l'ajout de la PA leur permet une meilleure compréhension de la parole en général. (Clarisse et Elynn)
- Un des enfant a répondu que la PA n'améliorait pas la compréhension (Maëlle)

■ Les patients ressent-ils un bénéfice ou une gêne dans le bruit ?

- La PA semble être bénéfique dans ce domaine pour un seul enfant (Paul).
- Paul lui-même ne constate pas de différence mais c'est son instituteur qui le trouve plus concentré et attentif et répond mieux aux sollicitations lorsqu'il porte sa PA en classe comparé à lorsqu'il ne la porte pas. Pierre, lui ne voit pas de différence.
- Ni de bénéfice ni de gêne n'a été noté pour trois des enfants (Clarisse, Maëlle et Elynn).
- Pour deux enfants, il a été difficile d'obtenir une réponse fiable. (Alexandra et Christophe)

■ La PA améliore-t-elle la localisation des sons ?

- Trois des enfants pensent que la PA ne leur permet pas de mieux localiser les sons (Elynn, Alexandra et Maëlle)
- Deux enfants, au contraire, trouvent une utilité à la PA dans ce domaine (Clarisse et Paul) -
- Paul précise : « Oui, ça apporte beaucoup ».

Il est plus délicat pour Christophe de comprendre cette notion qu'est la localisation mais a priori la PA n'améliore pas sa capacité repérer l'origine d'un son quel qu'il soit.

■ Existe-t-il une meilleure perception des fréquences aiguës ?

Seulement deux enfants ont pu répondre à cette question :

- Un des enfants a répondu oui.
- Elynn a répondu que la PA lui apportait des informations dans les aigus en nuancant toutefois son propos : « Oui, mais ça dépend si je suis fatiguée. » Cela semble peu probable

mais serait cependant corrélé à la meilleure compréhension de la parole en général qu'elle ressent.

- L'autre enfant a répondu non :

- Clarisse affirme qu c'est l'implant qui lui apporte les fréquences aiguës.

- **Existe-t-il une meilleure perception des fréquences graves ?**

- Pour deux enfants, la PA apporte des informations dans les fréquences graves (Clarisse et Elynn).

- **La PA permet-elle une amélioration de la perception des voix féminines, masculines ou des voix d'enfant ?**

Un seul enfant a répondu à cette question.

- Pour un enfant, oui

- Il s'agit d'Elynn. Pour elle, la PA l'aide à reconnaître le timbre de la voix (« s'il s'agit d'une voix d'homme ou de femme »). Elle constate mieux entendre la voix des femmes ce qui serait certainement dû à la plus forte intensité de l'IC par rapport à la PA.

- **Le port de la PA permet-elle de mieux distinguer certaines consonnes ou voyelles ?**

Une seule enfant a répondu à cette question

- Cet enfant affirme que la PA l'aide dans ce domaine.

- Elynn constate qu'avec ses deux appareils elle confond les sons, mais que la PA l'aide un peu dans la reconnaissance des voyelles ce qui semble logique étant donné que les voyelles sont plutôt perçues dans les fréquences graves.

- **Les enfants perçoivent-ils des bruits supplémentaires grâce à la PA ?**

Seul deux enfants ont pu répondre à cette question. Ils indiquent que l'implant leur apporte beaucoup plus d'informations que la PA. Cependant, ils précisent que la PA est complémentaire à l'implant dans ce sens qu'elle donne des informations que l'IC seul ne fournit pas.

- 2 enfants considèrent que la PA leur apporte des sons supplémentaires :

- Elynn constate que la PA lui apporte plus des sons supplémentaires situés dans les fréquences graves. La PA lui permet d'entendre lorsqu'on l'appelle de loin. Elle précise que « grâce à la PA, tout est plus fort ».

- Alexandra fait ce même constat (« Avec la PA, j'entends plus fort . Quand on parle fort, j'entend les voix derrière moi car c'est plus forte avec la PA ». Alexandra ne semble pas reconnaître pas le timbre de la voix d'une personne avec son IC seul ou avec IC+PA.

- **La PA apporte-t-elle plus de confort?**

- Trois enfants ressentent un meilleur confort (Elynn, Maëlle, Clarisse)

- Pour Elynn, ce confort est lié à la qualité du son : « Oui, car la voix est plus belle, plus agréable ».

- Un enfant a répondu que la PA ne lui apportait pas de meilleur confort.

- Paul : « Non, je me sens mieux sans la PA. La PA m'excite un peu. »

- **Constata-t-on un changement dans le comportement ou dans la voix lorsque la PA est absente ?**

- 2 enfants ou leur entourage remarquent un changement quant il ne porte pas la PA :

- Elynn ne constate pas de différence mais son entourage la trouve plus irritable sans sa PA.

- L'entourage d'Alexandra lui dit que sa voix change un peu lorsqu'elle ne porte pas sa PA.

- 3 enfants disent ne pas remarquer de différence. (Maëlle, Paul et Christophe)

- **La PA rassure-t-elle celui qui la porte ?**

- 2 enfants affirment que la PA les rassure (Elynn et Clarisse)

- Ceci n'est pas le cas pour deux autres enfants (Paul et Maëlle).

c- Existe-t-il une prédominance de certains paramètres ?

	Meilleur confort	Meilleure compréhension de la parole	Meilleure compréhension de la parole dans le bruit	Localisation	Bruits supplémentaires	Rassure	Nombre de paramètres positifs
Elynn	+	+	-	-	+	+	4
Alexandra	/	/	/	-	+	-	1
Maëlle	+	-	-	-	/	-	1
Paul	-	/	+	+	/	-	2
Clarisse	+	+	-	+	/	+	4

Christophe n'ayant répondu à aucune question qui concerne les domaines proposés, nous n'avons pas pris en compte ses réponses.

Il est plus délicat d'interpréter les réponses des enfants par rapport à celles des adultes. Certains que les adultes gardent la PA parce qu'ils y trouvent un intérêt, il subsiste un doute quant au cas des enfants.

Classement :

- 1) Meilleur confort (3)
- 2) Bruits en + (2)
- 3) Meilleure compréhension de la parole (2)
- 4) Rassure (2)
- 5) Localisation (2)
- 6) Meilleure compréhension de la parole dans le bruit (1)

Tout comme les adultes, la compréhension de la parole dans le bruit est assignée au dernier rang chez les enfants. Néanmoins, il paraît plus délicat d'identifier une amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit qu'une évolution du confort.

d- Conclusion :

La plupart des enfants que nous avons rencontrés portent leur PA en permanence.

Le fait d'entendre deux sons de nature ou d'intensité différente a gêné certains enfants au départ. Ils s'y sont toutefois habitués.

L'amélioration que l'on pourrait constater au niveau de la localisation ou de la perception de la parole dans le bruit n'est pas évidente à déceler. Cependant, elle semble être dépendante des situations et de certaines caractéristiques individuelles que nous n'avons pas réussi à déterminer.

D'un point de vue langagier, la PA aide l'un des enfants à éviter des confusions entre certaines voyelles même si elle ne les évite pas toutes.

Par ailleurs, elle permet à un des enfants de reconnaître le timbre de la voix, ce qui n'est pas possible pour cet enfant avec l'IC seul.

La PA, certainement grâce à la somme des intensités binaurales, permet également à certains enfants d'entendre des sons provenant d'une source sonore plus éloignée.

Enfin, l'ajout de la PA semble apporter un confort pour la majorité des enfants.

2. Enfants n'ayant pas gardé la PA :

a- Tableau de référencement :

Nom	Age	Surdité évolutive	Age PA	Année IC	Durée PA avant IC
Guillaume	11 ans	Oui	à 3 ans	2002	2 ans
Maud	10 ans	Non	à 11 mois	2005	6 ans

b- Analyse des réponses :

■ Pourquoi les enfants ont-ils arrêté de porter la PA ?

Les deux enfants ont ressenti une interférence entre IC et PA, les bruits étant trop différents.

De plus, la PA ne leur apportait pas assez d'informations pour continuer de la garder.

CHAPITRE C : ETUDE DE CAS

MAUD

Née le 13/08/98.

IC droit en novembre 2005.

Son « cas » nous a interpellés car Maud porte sa PA depuis ses 11 mois. Elle a donc porté ses PA pendant 7 ans avant de se faire implanter c'est-à-dire pendant les années cruciales du développement de son langage et elle s'en est séparée seulement une semaine après l'implantation. Selon ses dires et ceux de sa maman, « la PA était trop forte et les bruits étaient trop différents ».

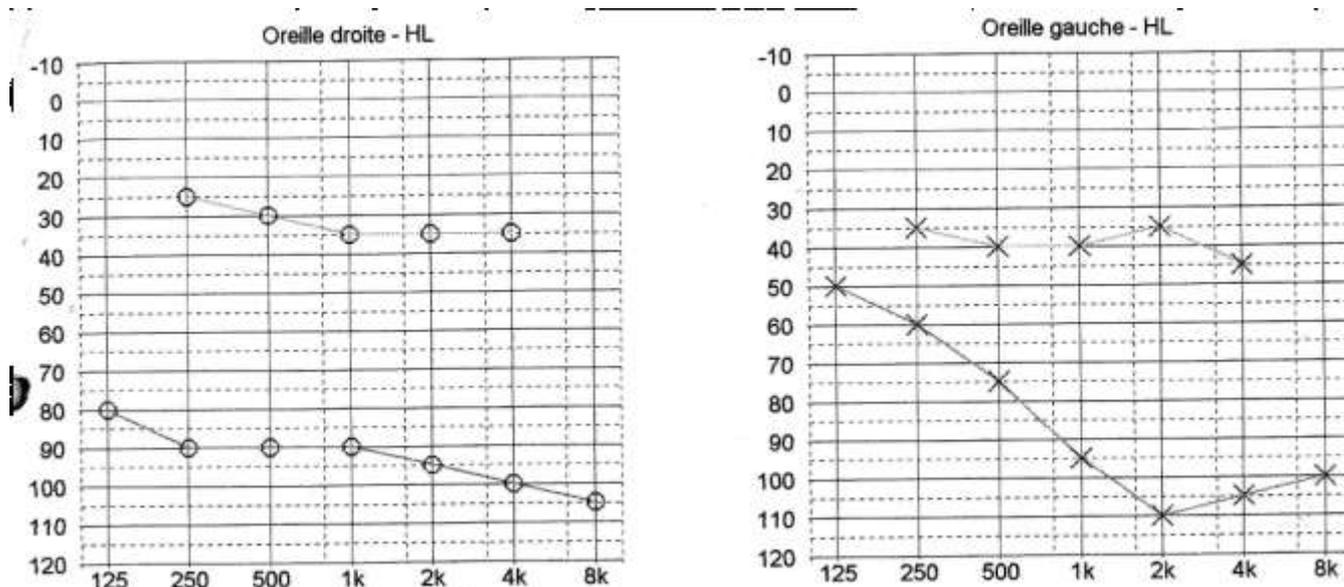
Maud est une enfant vive ayant de très bonnes capacités de communication et de langage.

Pour Maud, lorsqu'il y a du bruit ou lors de conversations à plusieurs, la parole reste difficile à comprendre avec IC seul.

Il a été difficile de déterminer si Maud sait définir d'où vient le son car elle n'a peut être pas le même concept de la localisation que les personnes entendant. Selon ses dires, elle ne peut pas localiser les sons avec précision.

Maud peut téléphoner mais semble ne pas reconnaître les voix par leur timbre mais plutôt par leur intonation, voire leur hauteur.

Audiogramme du 31/03/2005 (avant implantation) :



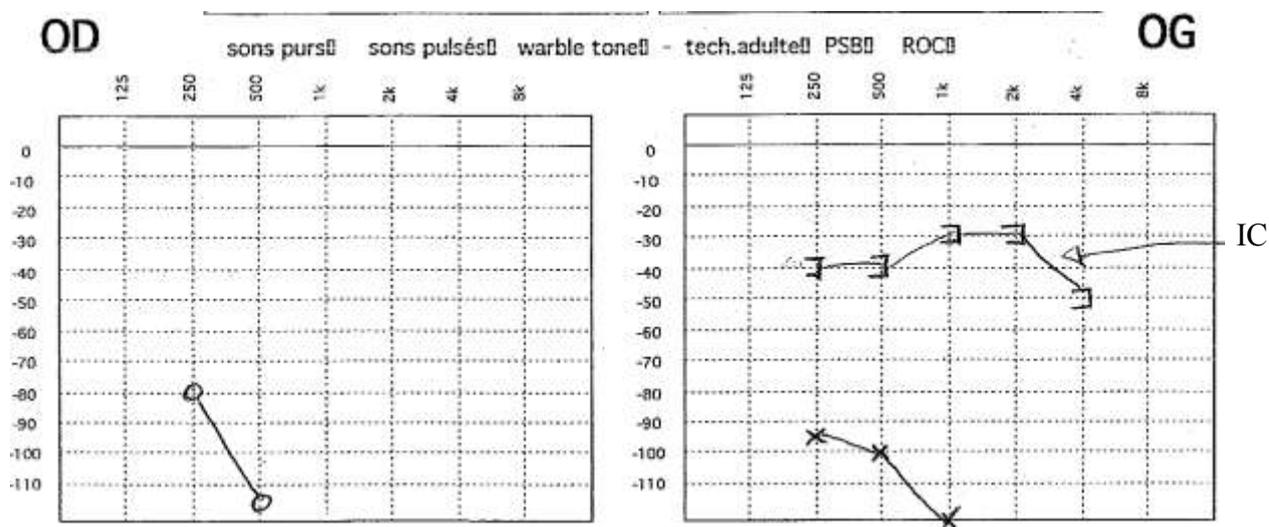
Les gains prothétiques montrés par cet audiogramme sont relativement intéressants et pourraient potentiellement venir compléter et équilibrer les gains de la PA D'après l'analyse de nombreux auteurs, les sujets ayant des gains prothétiques avantageux dans les fréquences graves devraient continuer à porter leur PA controlatérale. Néanmoins, il est possible que des gains trop importants dans les fréquences moyennes et aiguës interfèrent avec celles de l'IC. Ceci est effectivement le cas pour Maud. Cependant, il pourrait être intéressant de tester une PA avec un réglage ajusté à l'IC afin d'observer si une amélioration de la compréhension de la parole dans le bruit ainsi que les capacités de localisation sont possibles.

PAUL
 Né le 01/12/99
 IC le 28/08/03 à Paris

Paul a une surdité profonde associée à des pertes d'équilibre liées à une malformation vestibulaire.

Il a commencé à porter sa PA après l'implantation sur les conseils de l'orthophoniste du centre d'implantation. Au départ, Paul entendait deux sons différents, ce qui le gênait beaucoup à l'époque. Il s'y est habitué désormais.

Audiogramme 30/11/06 (après implantation) :



Paul porte sa PA uniquement à l'école car « elle siffle » (selon lui, il ne s'agit pas d'un effet Larsen). Il dit aimer être parfois « au calme » sans sa PA.

D'après Paul la PA est bénéfique dans le bruit. Il affirme moins bien comprendre en classe avec sa PA mais constate que cela ne le gêne pas beaucoup. Par contre, son instituteur remarque une nette diminution d'attention et de performance en classe lorsque Paul ne porte plus sa PA.

Paul atteste qu'en revanche la PA l'aide considérablement à localiser la provenance des sons. Paul n'estime pas avoir un meilleur confort grâce à sa PA, au contraire, il se sent mieux sans la PA. La PA l'excite un peu.

Une composante psychologique pourrait jouer dans le refus du port de la PA. En effet, la prothèse rappelle de très mauvais souvenirs à sa maman qui ne veut plus revivre cette période où l'appareillage était inefficace

MAËLLE

Née le 20/02/96

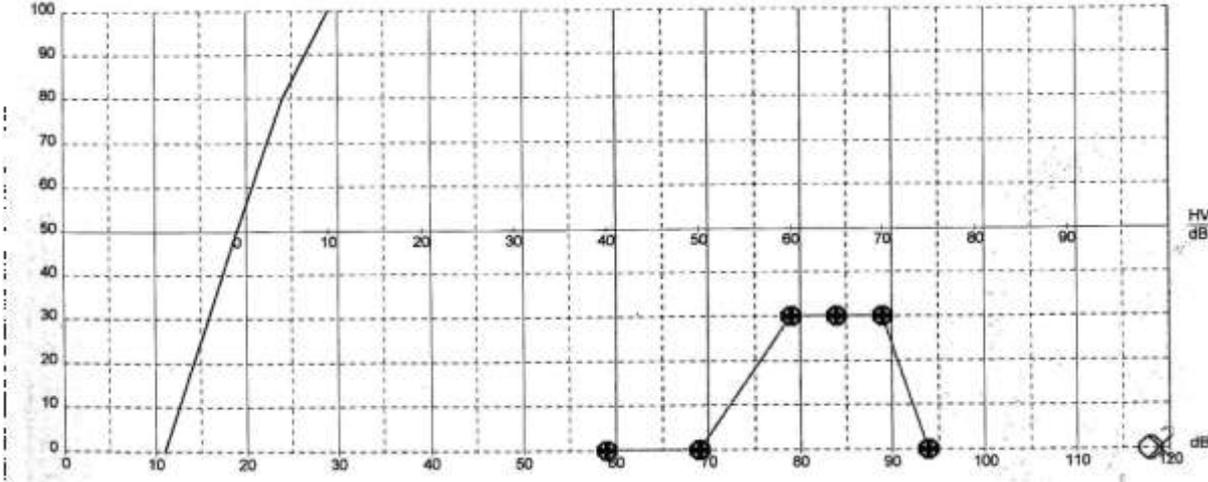
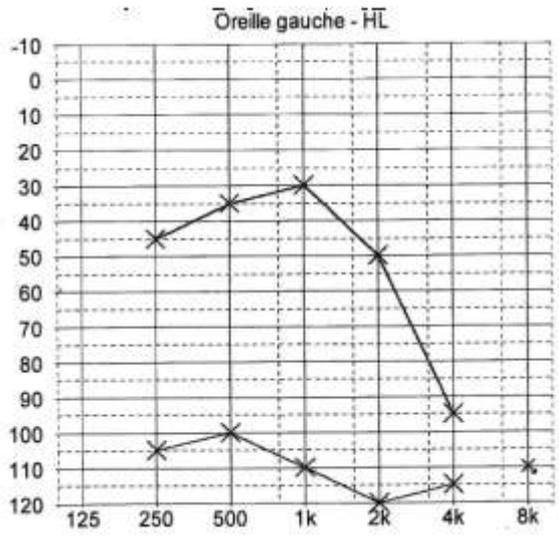
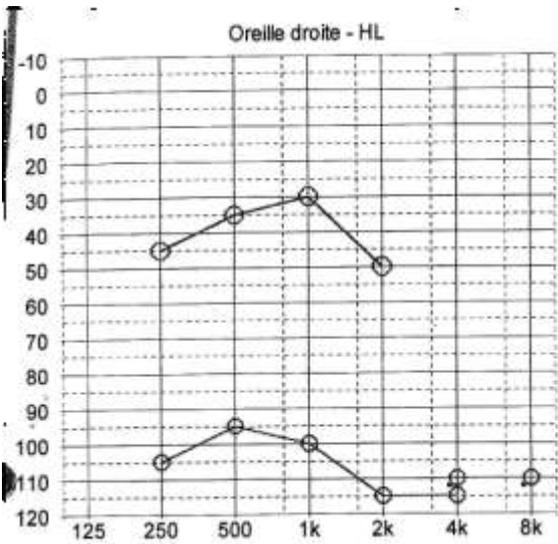
IC gauche le 02/04/04

Maëlle a porté sa première PA à l'âge d'un an. Elle l'a donc portée pendant 7 ans avant son implantation.

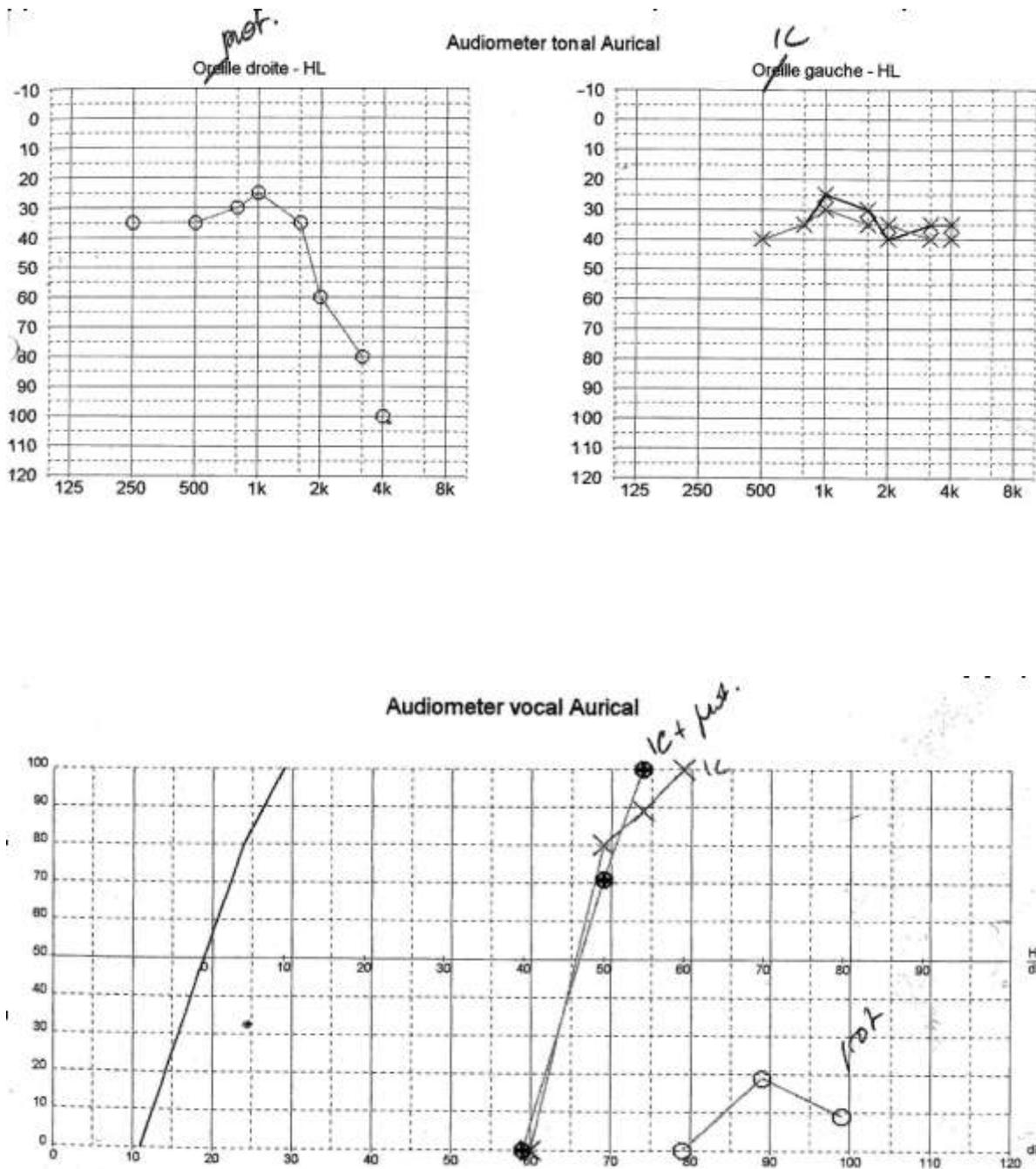
Juste après son opération (avant la mise en route de l'IC), Maëlle a demandé à son papa de lui apporter sa PA à l'hôpital. Cependant, après la mise en route, elle s'est enquis auprès de ses parents sur la nécessité de continuer à porter sa PA.

Lors du bilan orthophonique effectué au troisième mois après l'implantation, Maëlle « accepte très facilement d'éteindre la prothèse controlatérale mais recherche vite à la rallumer lorsque le test est terminé. »

Audiogramme du 10/12/2003 (avant implantation) :



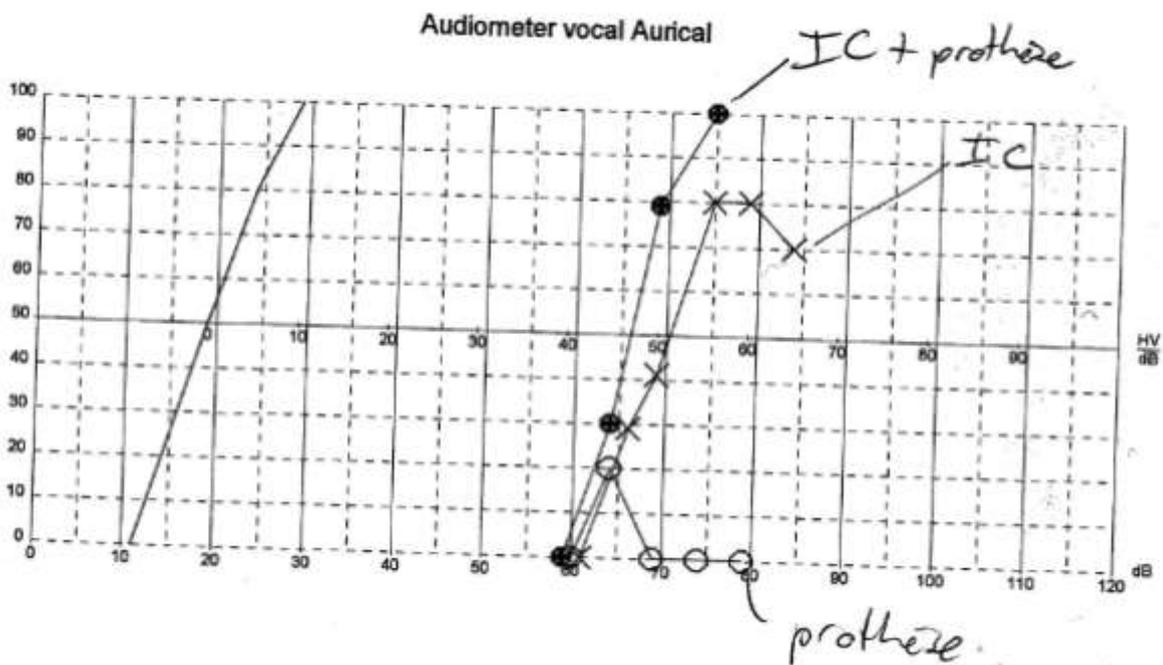
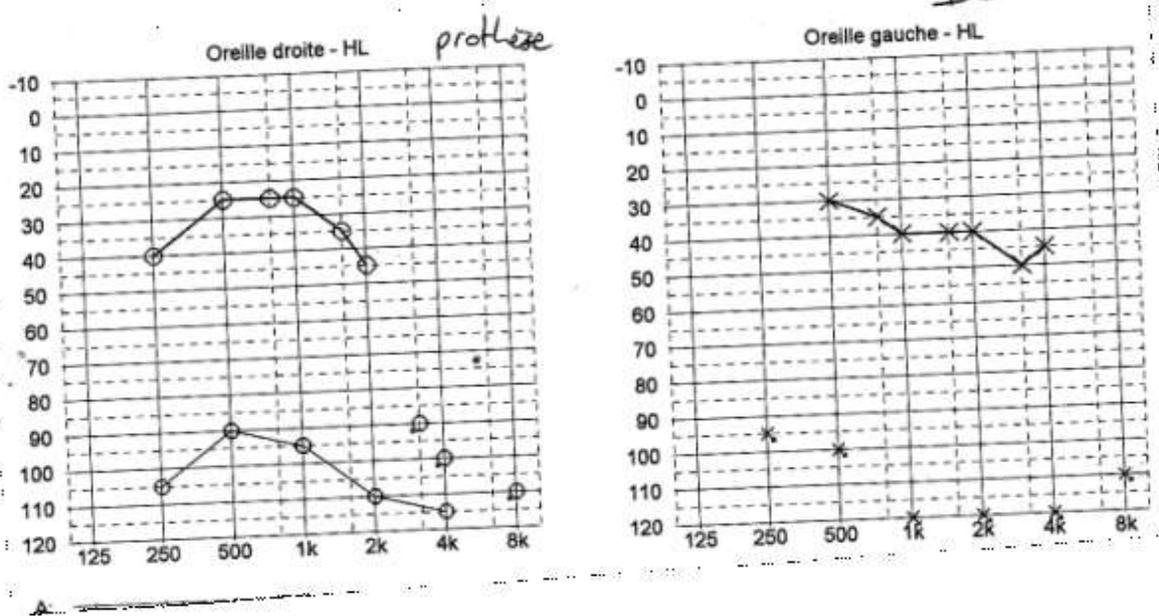
Audiogramme du 18/01/2006 :



On observe une légère amélioration à l'audiogramme tonal par le port concomitant de l'IC et la PA.

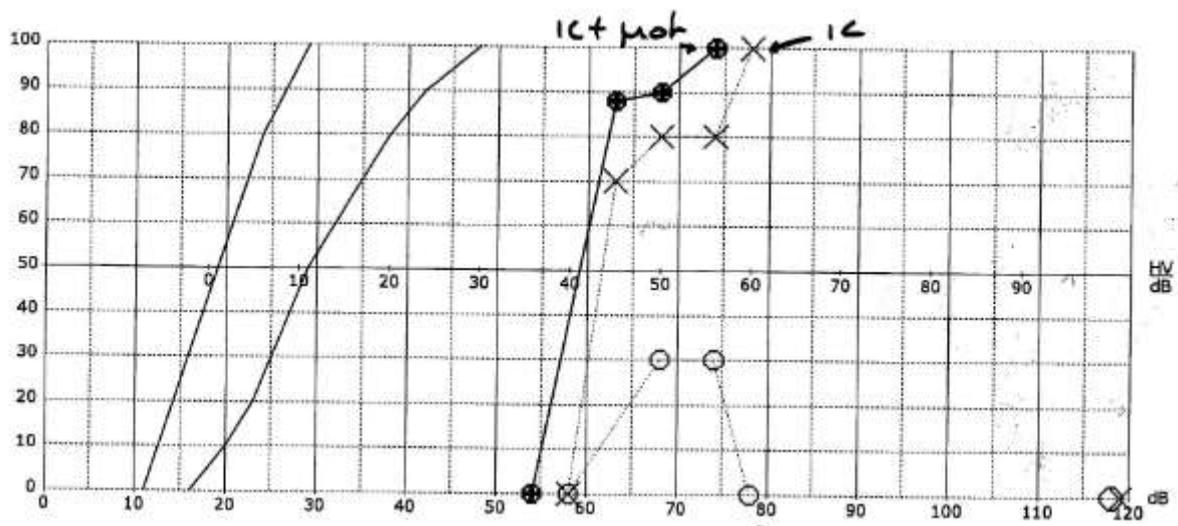
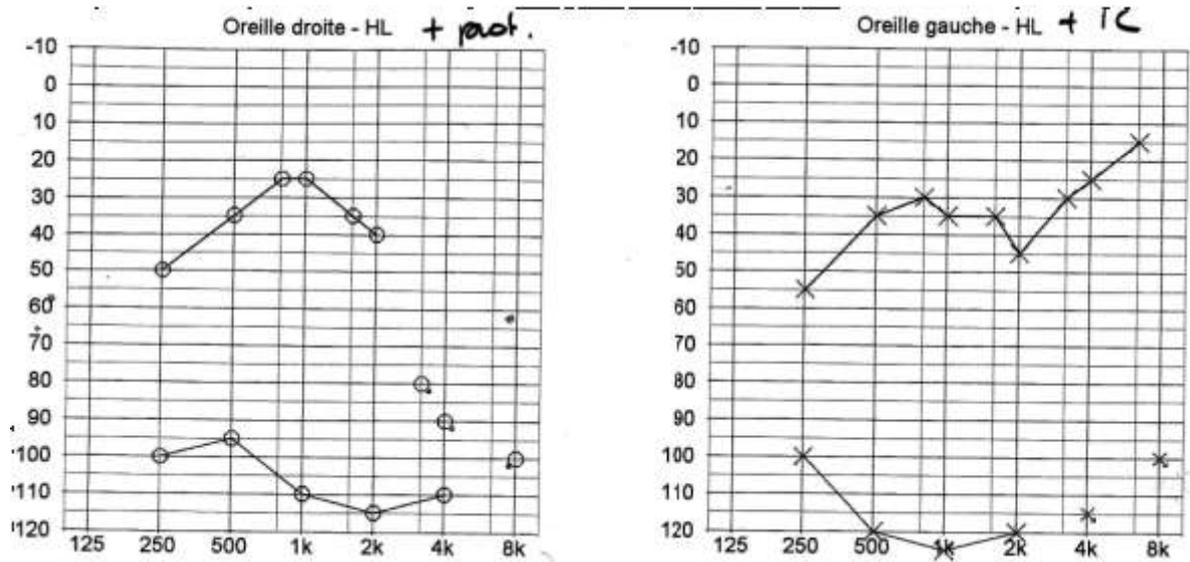
Cette amélioration est confirmée par l'audiogramme vocal pour lequel Maëlle obtient 100 % d'intelligibilité avec l'appareillage bimodal-binaural. Avec IC seul, elle atteint ce même seuil à 80 dB.

Audiogramme du 18/01/ 2007 :



Avec IC seul, Maëlle atteint un maximum d'intelligibilité de 80%, tandis qu'avec IC+PA elle obtient les 100% à un niveau sonore inférieur.

Audiogramme du 24/01/2008 :



En 2008, cette différence n'est plus aussi marquée mais reste tout de même présente.

La PA seule n'atteint pas le seuil d'intelligibilité des 50%.

Par contre, l'ajout de la PA permet d'obtenir le maximum d'intelligibilité à 5dB de moins par rapport à IC seul.

La PA de Maëlle l'a gênée au départ du fait de la différence d'intensité entre les deux appareils. Néanmoins, elle n'a pas été gênée par la différence de nature des sons.

Un seul des paramètres observés précédemment semble exister pour Maëlle : la PA lui apporte un meilleur confort.

Pendant la discussion, Maëlle sous-entend que la PA ne lui apporte rien. Elle illustre ce propos par le fait que juste après la piscine, le mercredi, elle ne remet pas sa prothèse une fois arrivée chez elle (milieu qui est moins bruyant que la classe). Maëlle est une petite fille qu'on me décrit comme aimant faire plaisir et peut être garde-t-elle sa PA parce qu'on que c'est mieux pour elle.

ELYNN

Née le 22/03/93

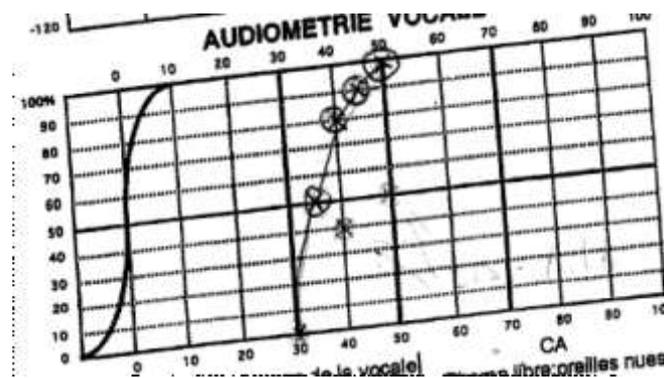
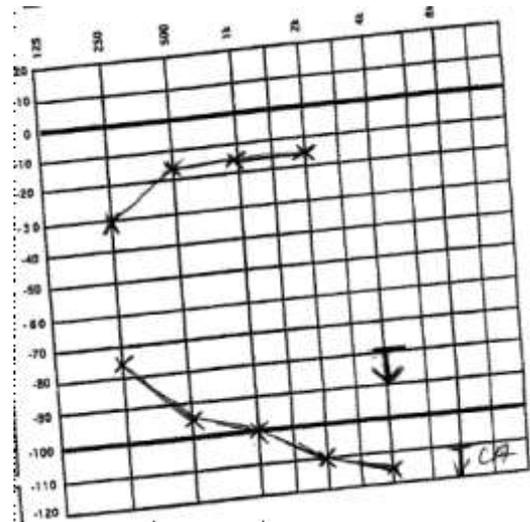
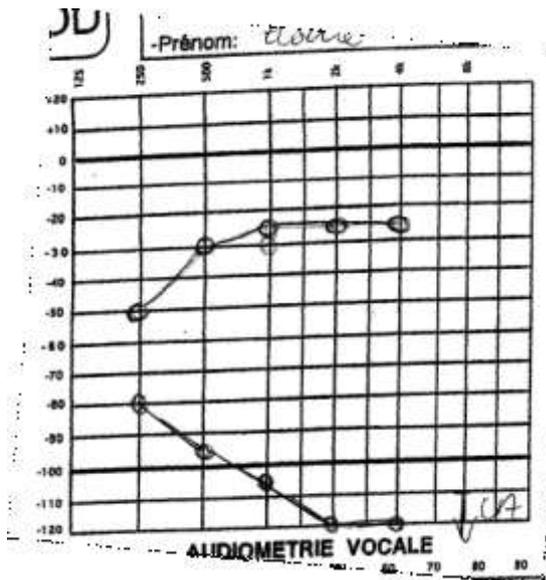
IC droit le 05/12/03

Elynn porte ses PA depuis l'âge de 5 ans. Elle les a donc gardé pendant 5 ans avant son implantation. La surdité d'Elynn est évolutive.

Elynn constate que la PA lui permet d'entendre des sons supplémentaires situés dans les fréquences graves et que sa prothèse controlatérale augmente l'intensité des sons et lui est donc bénéfique lorsqu'on l'appelle de loin. De plus, la PA lui apporte plus de confort et de compréhension et l'aide à différencier les voix des hommes de celles des femmes. En revanche, la perception de la parole dans le bruit reste difficile, de même que la localisation du son.

Selon l'audiogramme tonal de 2007, Elynn obtient de très bons gains grâce à sa PA jusqu'aux fréquences 2000 Hz. Ces gains sont meilleurs dans ces fréquences que l'IC après 5 ans de port. On comprend alors aisément pourquoi Elynn affirme : « quand j'ai ma PA, tout est plus fort » et pourquoi la PA l'aide lorsqu'on l'appelle de loin.

Audiogramme du 28/02/07 :



Concernant le timbre de la voix reconnu grâce à la PA, nous n'avons pas assez de connaissance pour apporter une réponse claire. Les fréquences 1000, 2000 et 4000 Hz sont les fréquences pour lesquelles se trouvent presque la totalité des traits pertinents en jeu dans la reconnaissance du timbre.

Nous nous permettons d'émettre deux hypothèses :

- Elynn est tellement habituée à reconnaître les voix avec la PA qu'elle ne les reconnaît plus sans.
- La stimulation acoustique de la PA, donnant un timbre plus naturel, en donne plus d'informations.

Comment peut on expliquer alors que certaines personnes reconnaissent le timbre avec IC seul et d'autres non ? Y'a-t-il variabilité interindividuelle comme c'est le cas pour la perception de la mélodie et de la musique avec l'IC ?

Elynn constate qu'avec ses deux appareils elle confond les sons, mais que la PA l'aide légèrement dans la reconnaissance des voyelles ce qui semble logique étant donné que les voyelles sont plutôt perçues dans les fréquences graves.

La PA controlatérale apporte de bons gains prothétiques. Contrairement à Maud, la PA n'a pas gêné Elynn au départ alors qu'elle est d'intensité plus élevée et qu'aucun ajustement ne semble avoir été effectué. Cependant, à la différence de Maud, Elynn n'a pas de bons gains dans les fréquences aigus.

L'entourage remarque que lorsqu' Elynn ne porte plus sa PA (lors d'une panne de piles par exemple), elle est plus irritable.

CHAPITRE D : DISCUSSION

I) CRITIQUE DU QUESTIONNAIRE :

Préalablement à l'ouverture d'une discussion sur les résultats obtenus par le biais de ce questionnaire, nous souhaitons apporter quelques commentaires le concernant.

En premier lieu, nous avons pu noter une certaine difficulté, présente chez les adultes et accentuée chez les enfants, à répondre à certaines questions. La complexité réside dans le fait que la personne doit avoir une réflexion sur sa propre audition, ce que l'on pourrait qualifier de « méta-audition ». En dépit d'une invitation à imaginer certaines situations qui auraient pu étayer une réponse plus précise (chez les enfants), nous n'avons pas pu dans certains cas obtenir une réponse fiable.

Un second écueil, rejoignant le premier, a été rencontré dans l'analyse des questionnaires adultes dans lesquels l'absence de réponse à certaines questions n'a pu être expliquée. Une case « je ne sais pas » aurait certainement aidé à préciser si le paramètre observé (par exemple la perception de la parole dans le bruit) n'était pas amélioré par le port de la PA ou s'il était impossible de répondre à cette question.

Pour certaines personnes et en fonction du contexte, la perception de la parole dans le bruit est à la fois bénéfique et gênante. Il a donc été intéressant de proposer ces deux choix (Q°11). Cependant, il aurait été pertinent de préciser la cause et les circonstances de cette observation.

Une dernière information qui aurait pu être demandée concerne la raison principale pour laquelle la personne interrogée a souhaitée garder sa PA. Nous avons néanmoins tenté de le comprendre dans notre partie pratique par les paragraphes intitulés « prédominances de paramètres ».

La dernière question (Q°16) intitulée « autres remarques » et qui n'est d'ailleurs pas une question s'est avérée essentielle à notre sens. Cette rubrique laissant libre cours à l'expression de la personne questionnée, a apporté des compléments d'information, des pistes de réflexion et a, avant tout, permis à beaucoup de personnes d'exprimer leurs doutes, leur désarroi ou leurs espoirs concernant leur surdité (en particulier pour les adultes ayant une surdité acquise).

Notre rencontre avec les enfants et leur entourage, a également permis (nous pensons à un enfant en particulier), de se donner un moment, un temps privilégié pour parler de la surdité et se questionner sur d'autres sujets.

II) DISCUSSION A PROPOS DES PRINCIPAUX RESULTATS :

Les raisons qui déterminent le port d'une PA controlatérale semblent multiples. La PA peut ne pas être proposée au patient par oubli ou par peur que l'IC n'atteigne pas le maximum de ses potentialités si l'on stimule l'autre oreille simultanément. La PA peut être arrêtée ou ne pas être testée car les restes auditifs ou les bénéfices qu'elle procure sont trop faibles. On peut également envisager un arrêt de la PA suite à une interaction entre l'IC et la PA. Enfin, des facteurs économiques et psychologiques peuvent entrer en jeu.

Les réponses apportées par les jeunes enfants sont plus complexes à interpréter que celles des adultes qui peuvent juger avec plus de discernement si la PA leur est utile ou non. Quelques enfants la rejettent certainement parce qu'effectivement elle ne leur apporte rien ou pour toute autre raison (gêne due à l'embout, à une PA trop forte, facteur psychologique...)

Il nous semble que l'on ne peut pas mesurer le bénéfice que la PA peut procurer uniquement par les seuils audiométriques : même lorsque le gain est faible, il peut apporter un bénéfice.

Dans la plupart des cas la PA seule apporte peu d'intelligibilité. Néanmoins, associée à l'IC, elle peut contribuer à l'améliorer comme nous avons pu le voir dans l'une des études de cas.

L'ajout d'une PA peut dégrader certains des paramètres que nous avons observés. Elle peut également en améliorer certains et pas d'autres. Il ne semble pas exister de règle en la matière.

Peut-on dans ce cas préconiser le port d'une PA ?

Il nous paraît effectivement important de tester la PA pendant quelques mois après l'implantation et, selon l'âge de l'enfant, d'observer ses réactions et d'écouter ce qu'il en dit. L'orthophoniste pourrait éventuellement proposer, selon l'âge de l'enfant et ses capacités attentionnelles, un bilan avec et sans PA pour voir si elle apporte quelque chose à l'enfant.

Nous pensons qu'au-delà des données scientifiques objectives, doit être prise en compte la perception de chacun quant à l'implant et la surdité afin d'accompagner le patient et sa famille au mieux dans la décision de garder ou non la prothèse controlatérale. Ceci s'applique à notre sens pour différentes situations orthophoniques et dépasse largement le cadre du port de la PA controlatérale.

CONCLUSION

Nos convictions et nos doutes influencent dans de nombreuses circonstances le choix des patients. Peu importe car les convictions et les doutes sont une part normale et nécessaire de ce métier qu'il faut savoir accepter et remettre en cause. Ce mémoire n'apporte pas de réponse catégorique, mais s'est cependant attaché à prendre en compte des paramètres et des points de vue différents. Il existe certainement des données que notre manque d'expérience nous aura empêché d'envisager. Nous pensons cependant que chez certaines personnes le port d'une prothèse auditive controlatérale peut procurer un bénéfice dans un ou plusieurs domaines et qu'il est intéressant de la tester. La complexité de cette question tient au fait que l'on ne peut pas prédire aujourd'hui avec certitude pour quelles personnes ce bénéfice apparaîtra. Un questionnaire approfondi auprès de l'intéressé et son entourage ainsi que des tests effectués avec et sans la prothèse controlatérale (selon son âge) pourraient être utiles pour déterminer ce choix.

Une recherche plus approfondie concernant les résultats obtenus avec des implants cochléaires bilatéraux ainsi que des implants hybrides pourrait s'avérer intéressantes pour éclairer cette décision.

BIBLIOGRAPHIE

ARTICLES :

- [1] **Noble W.** (2006) Benefits of fitting one versus two hearing aids. *The ASHA Leader*.
- [2] **Dubno J., Ahlstrom J. et Horwitz A.** (2008) Binaural advantage for younger and older adults with normal hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*.
- [3] **Tyler R.S, Dunn C., Witt S., Noble W.** (2007) Speech perception and localisation with adults with bilateral sequential cochlear implants. *Supplément avril Ear & Hearing*.
- [4] **Van Hoesel R., Ramsden R. et O'Driscoll M.** (2002) Sound direction identification interaural time delay discrimination and speech intelligibility advantages in noise for a bilateral cochlear implant user. *Ear & Hearing*.
- [5] **Seeber B., Baumann U. et Fastl H.** (2004). Localization ability with bimodal HA and bilateral CI. *The Journal of the Acoustical Society of America*.
- [6] **Laback B., Pok S., Baumgartner W., Deutsch W. et Schmid K.** (2004) Sensitivity to interaural level and envelope time differences of two bilateral cochlear implant listeners using clinical sound processors. *Ear&Hearing*.
- [7] **Ching T., Psarros C., Hill M., Dillon H. et Incerti P.** (2001) Should children who use cochlear implants wear hearing aids in the opposite ear? *Ear & Hearing*.
- [8] **Ching T., Incerti P. et Van Wanrooy E.** (2006). Overview of binaural advantages for children and adults who use binaural/bimodal hearing devices. *Audiology and Neurotology*.
- [9] **Centres d'implantation de Bruxelles, Liège, Marseille, Montpellier, Tours et Toulouse.** Complémentarité implant cochléaire prothèse auditive ? *Communication Georric*.
- [10] **Kileny P., Snorrason R., Zwolan T., Macpherson E. et Middlebrooks J.** (2004). Contralateral hearing aid benefit in patients with cochlear implants. *International Congress Series*.
- [11] **Ching T., Incerti P. et Hill M.** (2003) Comparing cochlear implant with hearing aid to bilateral microphone inputs for unilateral cochlear implant users. *Australian and New Zealand Journal of Audiology*.
- [12] **Sillon M. et Vieu A.** La perception de la parole dans le bruit pour des enfants porteurs d'implants cochléaires. Centre d'implantation cochléaire de Montpellier.
- [13] **Ross M.** (2006) Are binaural hearing better ?. *The Hearing Journal*.
- [14] **Eisenberg L., Kirk K., Schaefer A., Ying E., Miyamoto R.** (2004) Communication abilities of children with aided residual hearing; comparison with cochlear implant users. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*.

- [15] **Au K., Jin H., Hui Y. et Wie L.** (2001) Speech discrimination with bilateral cochlear implants in noisy conditions. *The Journal of the Acoustical Society of America*.
- [16] **Schafer E.** (2006) Speech recognition in noise in children with cochlear implants while listening in bilateral, bimodal and FM-system arrangements. *American Journal of Audiology*.
- [17] **Dowell R., Lawrence D. et Grayder D.** (2004) Speech perception for bimodal-binaural device users with residual hearing.
- [18] **Madell J., Sislian N. et Hoffman R.** (2004) Speech perception for cochlear implants patients using hearing aids on the unimplanted ear. *International Congress Series*.
- [19] **Luntz M., Shpak T. et Weiss H.** (2005) Binaural-bimodal hearing: Concomitant use of a unilateral cochlear implant and a contralateral hearing aid. *Acta Oto-Laryngologica*.
- [20] **Armstrong M., Pegg P. et James CJ.** (1997) Speech perception in noise with implant and hearing aid. *American Journal of Otolaryngology*.
- [21] **Gifford R., Dorman M., Mc Karns S., Spahr A.** (2007) Combined electric and contralateral acoustic hearing : word and sentence recognition with bimodal hearing. *Journal of speech language and hearing research*.
- [22] **Morera C., Manrique M., Ramos A.** (2005). Advantages of binaural hearing provided through bimodal stimulation via a cochlear implant and a conventional hearing aid: a 6 months comparative study. *Acta Oto-Laryngologica*.
- [23] **Kong Y., Stickney G., Zeng F.** (2005) Speech and melody recognition in binaurally combined acoustic and electric hearing. *Acoustical Society of America*.
- [24] **Chmeil R., Clark J., Jerger J.** (1995) Speech perception and production in children wearing a cochlear implant in one ear and a hearing aid in the opposite ear. *Supplément Annales of Otolog, Rhinology and Laryngology*.
- [25] **Tyler R., Parkinson A., Wilson B., Witt S., Preece J. et Noble W.** (2002) Patients utilizing a hearing aid and a cochlear implant: speech perception and localization. *Ear & Hearing*.
- [26] **Dettman S., D'Costa W., Dowell R., Winton E., Hill K. et Williams S.** (2004) Cochlear implants for children with significant residual hearing. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*.
- [27] **Holt R.F, Kirk K.I, Eisenberg L.S, Martinez A.S et Campbell W.** (2005) Spoken word recognition development in children with residual hearing using cochlear implants and hearing aids in opposite ears. *Ear & Hearing*.
- [28] **Mok M., Grayden D, Dowell R et Lawrence D.** (2006) Speech perception for adults who use hearing aids in conjunction with cochlear implants in opposite ears. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*.

[29] **Luntz M., Yehudai N., et Shpak T.** (2007). Hearing progress and fluctuations in bimodal-binaural hearing users (unilateral cochlear implants and contralateral hearing aid). *Acta oto-laryngologica*.

[30] **Blamey P, Dooley G, James C, Parisi E et Svirsky M.** (2000) Monaural and binaural loudness measures in cochlear implant users with contralateral residual hearing. *Ear and hearing*.

[31] **Wechtenbruch J., Hempel J.M, Rader T. et Bauman U.** Speech perception in noise in CI systems with different microphones. <http://www.egms.de>

[32] **Löhle E, Frischmuth S, Holm M, Becker L, Flamm K, Laszig R, Beck C et Lehnhardt E.** (1999). Speech recognition, speech production and speech intelligibility in children with hearing aids versus implanted children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*.

[33] **Philibert B., Collet L., Vesson JF. et Veuillet E.** (2003) Auditory rehabilitation effects on speech lateralization in hearing impaired listeners. *Acta oto-laryngologica*.

[34] **Georric.** (mars 2006) Sciences et techniques. *Revue Connaissances surdités. N°15*.

[35] **Collet L.** (2002) Implant cochléaire et prothèse controlatérale: quelques bases physiologiques. *Congrès Georric*.

Anderson K (2006) Speech perception in the classroom: the realities of learning in a sea of noise and what can be done.

Artières F., Geffriaud G., Gresillon N., Mondain M., Piron J-P., Romdhane S., Sicard M., Sillon M., Tesseydre V., Uziel A., Ventosa V., Vieu A. Les implants cochléaires chez l'enfant et l'adulte sourd profond ou sévère. *Communication Georric*.

Beiter A. Bimodal hearing :using hearing aids and implants together. *Cochlear*.

Blamey P., Sarant J. et Paatsch L. (2001). Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*

Bohnert A. ,Lippert K. ,Limberger A. Cochlear implant and hearing aid- Optimizing the fitting of the bimodal situation-a case study. *Gutenberg Universitat*.

Clingempeel K., Skubisz, Seal B. et Gray L.,(2006). Short-Term Auditory Stimulation through Contralateral Hearing Aid Use in Pediatric Cochlear Implant Users. *ASHA Convention*

Courville D. (2006) Procédés et systèmes d'enregistrement et de reproduction sonores en trois dimensions.

Gifford R.. et Shallop J. (2007) Hearing preservation in patients with a cochlear implant.

The ASHA Leader.

Lafleur N., Molinard B., Busquet D., Loundon N. et Garabédian E.N. (2002) Protocole d'évaluation des bénéfices de la prothèse controlatérale à l'implant. *Communication Georric.*
Liénard J.S. (2004) Perception de la parole et de la voix. *LIMSI-CNRS.*

Malherbe G, Meste O., Rix H., (2003). Reconstruction acoustique et méthode d'évaluation de techniques de traitement de la parole pour implants cochléaires. *25th Conference of the IEEE EMBS.*

Middlebrooks J, Bierer J. et Snyder R. (2005) Cochlear Implants : the view from the brain *Current Opinion in Neurobiology.*

Ponton C, Don M, Eggermont J, Waring M, Kwong B, Masuda A. (1996) Auditory system plasticity in children after long periods of complete deafness. *Neuroreport.*

Rééducation Orthophonique. Mars 2004, N°217. Fédération Nationale des Orthophonistes.

Serry T., Blamey P. (1999). A 4 years investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.*

Tomblin B., Spencer L., Flock S. (1999). A comparison of language achievement in children with cochlear implants and children using hearing aids. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.*

Van Hoesel R., Böhm M., Battmer R. et al. (2005). Amplitude-Mapping effects on speech intelligibility with unilateral and bilateral cochlear implants. *Ear&Hearing.*

OUVRAGES :

Astésano C. (2001) Rythme et accentuation du français – Invariance et Variabilité stylistique. *Ed. L'Harmattan.*

Brin F., Courrier C., Lederlé E., Masy V. (2004) Dictionnaire d'Orthophonie, *Ed. Orthoédition..*

Cheveigné A. (2004) Structure du système auditif

Chevrié-Muller Juan Narbona. (2005) Le langage de l'enfant – Aspects normaux et pathologiques. *Ed Masson.*

Dumont A. (1997) Implantations cochléaires : guide pratique d'évaluation et de rééducation. *Ed. Orthoédition*

Dumont A. et Calbour C.(2002) Voir la parole – Lecture labiale/ perception audiovisuelle de la parole. Ed. Masson.

Gazzaniga MS., Ivry R. et Mangun GR., (2001) Neurosciences cognitives. *Ed. De Boeck Université.*

Gelis C. (1993) Bases techniques et principes d'application de la prothèse auditive. *Ed. Sauramps medical*

Grimault N. Mécanismes temporels de la perception de la hauteur et de l'analyse des scènes en audition.

Grobois J. et Le Pellec M. (2006) Surdités et troubles de l'audition – Prothèses et aides auditives. *Ed. La Feuillee.*

Kubo T. (2004) Benefits of binaural hearing with cochlear implant and hearing aid

Lediraison E. (1995) Du corps au langage : vers la méthode verbo-tonale : une éducation orthophonique de l'enfant sourd. Mémoire d'orthophonie. *Université de Nantes*

Léon P. (2007) Phonétisme et prononciations du français. *Ed. Armand Colin.*

Lorenzi C. Conséquences perceptives de lésions cochléaires. *Cours P2 médecine.*

Moreaux J., (2006) Apport de l'audioprothèse controlatérale chez les porteurs d'implant cochléaire Med-El Tempo+. Mémoire d'audioprothèse. *Université de Nancy.*

Perold J.L. (2006) Binaural Hearing and Bimodal Stimulation. *University of Stellenbosch-Tygerberg Hospital*

Purves D., Augustine G., Fitzpatrick. , Hall D., LaMantia AS., McNamara J. et Williams C., (2005) Neurosciences. *Ed. De Boeck Université.*

Sadek-Khalil D. (1997) L'enfant sourd et la construction de la langue. *Ed. du Papyrus.*

Sininger Y. (2003) Changing Considerations for Cochlear Implant Candidacy: Age, Hearing Level and Auditory Neuropathy. *Conférence "A Sound Foundation Through Early Amplification".*

Transler C., Leybaert J. et Gombert JE. (2005) L'acquisition du langage par l'enfant sourd – Les signes, l'oral et l'écrit. *Ed. Solal.*

Touratier C. (2000) La sémantique, *Ed. Armand Colin.*

Université de Grenade. (2004) Perception du son à travers un implant cochléaire.

Virole B.(2002) Psychologie de la surdité. *Ed. De Boeck Université.*

Virole B. (1999). Phonétique acoustique appliquée en audioprothèse.

Vesson, J.F. Apport de l'aide auditive controlatérale chez l'enfant implanté cochléaire. *Communication Georric.*

SITES INTERNET :

<http://acoustic31.univ-tlse2.fr>

www.audition.fr
www.cochlear.fr
www.entendre.com/Espace/Test.aspx
www.er.uquam.ca
www.implant-ific.org
http://lpp.psych.univ-paris5.fr
http://lumiere.ens.fr
www.med.univ-angers.fr/discipline/labo_neuro/cours/cl/audition_2005.ppt
www.medel.com
http://pagesperso-orange.fr/cochlee.bretagne/Roux/roux1.htm
www.pagesperso-orange.fr/virole/DA/pho.pdf
www.olfac.univ-lyon1.fr/unite/equipe-02/grimault/grimault-f.html
www.unige.ch
www.ugr.es
www.uqtr.ca

ILLUSTRATIONS :

Illustration 1. Compartiments structurant la cochlée humaine. Neurosciences cognitives. *Ed. De Boeck Université.*

Illustration 2. Relais des voies auditives centrales. *www.med.univ-angers.fr/discipline/labo_neuro/cours/cl/audition_2005.ppt.*

Illustration 3. Organisation tonotopique au niveau des aires auditives corticales. Neurosciences cognitives. *Ed. De Boeck Université.*

Illustration 4. Fonctionnement du contour d'oreille. *www.audition.fr.*

Illustration 5. Composants de l'implant cochléaire. *IEEE EMBS.*

Illustration 6. Principe du codage de l'onde sonore par l'implant cochléaire tiré de Cochlear implant Simulation.

Illustration 7. La différence interaurale de temps. *www.med.univ-angers.fr/discipline/labo_neuro/cours/cl/audition_2005.ppt.*

Illustration 8. Mécanisme de localisation pour les fréquences inférieures à 3000 Hz. Neurosciences cognitives. *Ed. De Boeck Université.*

Illustration 9. Mécanisme de localisation pour les fréquences supérieures à 2000. Neurosciences cognitives. *Ed. De Boeck Université.*

Illustration 10. Enveloppe et structure fine composant le signal sonore. *Lorenzi.*

ANNEXES

QUESTIONNAIRE (Adultes)

1) Quel âge avez-vous ?

2) Quel est le degré de votre surdité ?

- du côté de l'oreille implantée :
- de l'autre côté :

3) S'agit-il d'une surdité évolutive ?

4) Dans quelles circonstances et à quel âge votre surdité est-elle apparue ?

5) À quel âge avez-vous porté votre premier appareil auditif (prothèse auditive classique) ?

6) Depuis combien de temps portez-vous votre implant cochléaire ?

7) Après l'implantation cochléaire, avez-vous souhaité garder votre prothèse auditive classique sur l'autre oreille ?

oui non

Si non, combien de temps après implantation avez-vous souhaité vous en séparer ? Pourquoi ?

- interférences entre votre implant et votre prothèse classique oui non
- la prothèse auditive classique n'apportait rien oui non
- pas de raison oui non
- autre raison :

8) Portez-vous votre prothèse :

- en permanence : oui non
- si non, dans quelles situations préférez-vous :

la porter :

ne pas la porter :

9) Quelqu'un vous a-t-il conseillé de la garder ? (orthophoniste, audioprothésiste, médecin ORL...)

- si oui, pourquoi ?

- si non, pourquoi ?

10) La prothèse classique (associée à l'implant) vous a-t-elle gêné au départ ?

Combien de temps vous a-t-il fallu pour vous y habituer ?

11) Existe-t-il certaines situations dans lesquelles votre prothèse auditive classique (associée à l'implant) paraît bénéfique ou au contraire gênante (comparé à une situation où vous porteriez seulement votre implant) :

- dans le bruit ?
 - bénéfique : oui non
 - gênante : oui non
- lors d'une conversation à plusieurs ?
 - bénéfique : oui non
 - gênante : oui non
- autre situation ?

12) Vous est-il déjà arrivé de ressentir un phénomène d'écho ?

oui non

Au bout de combien de temps ce phénomène a-t-il cessé ?

13) Selon vous, que vous apporte votre prothèse classique ?

- un meilleur confort : oui non
- une meilleure compréhension de la parole en général : oui non
- une meilleure perception des sons aigus : oui non
- une meilleure perception des sons graves : oui non
- une meilleure distinction de la parole dans le bruit : oui non
- une meilleure compréhension des voix de femme : oui non
- une meilleure compréhension des voix d'enfant : oui non
- une meilleure compréhension des voix d'homme : oui non
- une meilleure perception de certaines consonnes et voyelles : oui non

Si oui, lesquels ?

- une meilleure qualité du son : oui non
- elle vous permet de mieux vous rendre compte d'où vient le son : oui non
- elle vous rassure : oui non
- autre :

14) Si votre prothèse auditive vous permet d'entendre des sons que vous n'entendez pas avec votre implant cochléaire seul, de quels sons ou bruits s'agit-il ?

15) Remarquez-vous (ou votre entourage remarque-t-il) un changement significatif dans votre voix ou dans votre comportement lorsque vous ne portez plus votre prothèse auditive classique (tout en gardant votre implant cochléaire) ?

16) Autres remarques :

QUESTIONNAIRE (Enfants)

Je vous laisse bien entendu répondre aux questions qui vous paraissent pertinentes selon l'âge de votre enfant et selon qu'il ait gardé ou non sa prothèse controlatérale...

1) Quel âge a votre enfant ?

2) Quel est le degré de sa surdité ?

- du côté de l'oreille implantée :
- de l'autre côté :

3) S'agit-il d'une surdité évolutive ?

4) Dans quelles circonstances et à quel âge sa surdité est-elle apparue ?

5) À quel âge a-t-il porté son premier appareil auditif (prothèse auditive classique) ?

6) Depuis combien de temps porte-t-il son implant cochléaire ?

7) Après l'implantation cochléaire, a-t-il souhaité garder sa prothèse auditive classique sur l'autre oreille ?

oui non

Si non, combien de temps après implantation a-t-il souhaité s'en séparer ? Pourquoi ?

- interférences entre son implant et sa prothèse classique oui non
- la prothèse auditive classique n'apportait rien oui non
- pas de raison oui non
- vous ne savez pas oui non
- autre raison :

8) Porte-t-il sa prothèse auditive classique :

- en permanence : oui non
- si non, dans quelles situations préfère-t-il :

la porter :

ne pas la porter :

9) Quelqu'un lui a-t-il conseillé de la garder ? (orthophoniste, audioprothésiste, médecin ORL...)

- si oui, pourquoi ?

- si non, pourquoi ?

10) La prothèse classique (associée à l'implant) l'a-t-elle gêné au départ ?

Combien de temps lui a-t-il fallu pour s'y habituer ?

11) Existe-t-il certaines situations dans lesquelles la prothèse auditive de votre enfant (associée à l'implant) paraît bénéfique ou au contraire gênante (comparé à une situation où il porterait seulement son implant) :

- dans le bruit ?
 - bénéfique : oui non
 - gênante : oui non
- lors d'une conversation à plusieurs ?
 - bénéfique : oui non
 - gênante : oui non
- autre situation ?

12) Lui est-il déjà arrivé de ressentir un phénomène d'écho ?

oui non

Au bout de combien de temps ce phénomène a-t-il cessé ?

13) Selon lui, que lui apporte sa prothèse classique ?

- un meilleur confort : oui non
- une meilleure compréhension de la parole en général : oui non
- une meilleure perception des sons aigus : oui non
- une meilleure perception des sons graves : oui non
- une meilleure distinction de la parole dans le bruit : oui non
- une meilleure compréhension des voix de femme : oui non
- une meilleure compréhension des voix d'enfant : oui non
- une meilleure compréhension des voix d'homme : oui non
- une meilleure perception de certaines consonnes et voyelles : oui non

Si oui, lesquels ?

- une meilleure qualité du son : oui non
- elle lui permet de mieux vous rendre compte d'où vient le son : oui non
- elle le rassure : oui non
- autre :

14) Si sa prothèse auditive lui permet d'entendre des sons qu'il n'entend pas avec son implant cochléaire seul, de quels sons ou bruits s'agit-il ?

15) Remarquez-vous un changement significatif dans sa voix, dans sa communication ou dans son comportement lorsqu'il ne porte plus sa prothèse auditive classique (tout en gardant son implant cochléaire) ?

16) Autres remarques :

RESUME :

L'implantation cochléaire constitue aujourd'hui une option généralement proposée aux enfants sourds profonds bilatéraux. De par le soutien que cette prothèse peut apporter à l'enfant sourd, son indication s'élargit progressivement aux enfants ayant une audition résiduelle du côté de l'oreille non-implantée. Une prothèse auditive classique pourrait donc être éventuellement conseillée en complément de l'implant. Cependant, elle n'est pas toujours portée, et ce, pour diverses raisons.

Nous allons tenter de comprendre pourquoi cette prothèse n'est pas portée et s'il y a un intérêt à ce qu'elle le soit, en particulier chez l'enfant.

Dans ce but, nous observerons si le port d'une prothèse auditive contralatérale influence la localisation d'une source sonore, la perception de la parole dans le bruit ainsi que la construction du langage.

Nous avons donc, dans cette visée, proposé un questionnaire à des enfants et des adultes implantés unilatéralement. Afin de le rédiger et d'en analyser correctement les réponses, nous avons effectué au préalable une recherche documentaire que nous vous invitons à lire dès à présent...

Mots-clés : surdité - prothèse - implant cochléaire - localisation - perception de la parole - bruit - langage.