



Les évaluations des adultes sourds porteurs d'un implant cochléaire

Véronique Nourdin

► To cite this version:

Véronique Nourdin. Les évaluations des adultes sourds porteurs d'un implant cochléaire. Médecine humaine et pathologie. 2010. hal-01885550

HAL Id: hal-01885550

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01885550>

Submitted on 2 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ÉCOLE D'ORTHOPHONIE DE LORRAINE

Directeur : Professeur C. SIMON

**LES ÉVALUATIONS
DES ADULTES SOURDS
PORTEURS
D'UN IMPLANT COCHLÉAIRE**

MÉMOIRE

présenté en vue de l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPHONISTE

par

Véronique NOURDIN

le vendredi 11 juin 2010

Jury :

Président : Monsieur le Professeur R. DUDA, Linguiste

Rapporteur : Madame M.M. DUTEL, Orthophoniste

Assesseur : Madame B. MONTAUT-VERIENT, Médecin audio-phonologiste

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à :

Mr DUDA, professeur en linguistique de l'université Nancy 2, pour avoir accepté d'être notre président de jury et pour nous avoir interpellé sur l'aspect linguistique de la démarche.

Mme DUTEL, orthophoniste à l'hôpital central de Nancy, initiatrice de ce mémoire, pour en avoir soutenu la direction avec patience, respect et encouragements, tout au long de sa construction.

Mme MONTAUT-VERIENT, médecin audio-phonologiste au C.H.R.U. de Nancy pour avoir pris la fonction d'assesseur et supervisé notre travail au moment opportun.

Nos remerciements vont aussi aux nombreuses personnes qui ont permis à ce mémoire de se concrétiser :

- *Les professionnels ayant participé à l'enquête, tout particulièrement Mmes BALZER et PRADEAU.*
- *Les orthophonistes qui nous ont aidé à appréhender le domaine de la surdité, Mmes GÉRARD-XEMAIRE et COURRIER.*
- *Les personnes qui ont acceptées de prêter leur voix.*
- *Mes assistants techniques, Yeul pour le son, Michel pour la mise en page, Mme LEDORÉ, Jacqueline, Mireille et Sophie pour les relectures.*
- *Les personnes implantées qui ont gentiment donné de leur temps et de leur énergie pour me permettre de tester les épreuves.*
- *Mes collègues de promotion et mes amis proches pour leur soutien constant.*

*A Michel, Louise, Noé et Félix,
qui ont partagé le quotidien de cette année difficile
et qui, par leur soutien et leur compréhension
ont permis l'aboutissement de ce travail.
De tout cœur, merci.*

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	5
ANCRAGES THÉORIQUES	6
L'AUDITION	7
I. INTRODUCTION	8
II. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES	9
III. ANALYSE AU NIVEAU COCHLÉAIRE	12
a) La fréquence	12
b) L'intensité	12
c) La structure du son	12
d) Les fluctuations temporelles	13
IV. TRAITEMENT INTRA-CÉRÉBRAL DE LA PAROLE	15
a) Traitement acoustique	15
b) Traitement lexico-syntaxico-sémantique	18
c) Traitement cognitif	19
d) Traitement visuel	19
V. CONSÉQUENCES DE LA SURDITÉ SUR L'AUDITION	21
a) Versant réception	21
b) Versant production	23
c) Versant vie sociale	24
d) versant neurologique	24
e) Versant psychologique	25
f) Versant linguistique	25
L'IMPLANT COCHLÉAIRE	27
I. LES INDICATIONS DE L'IMPLANTATION	29
II. LES FACTEURS PRÉDICTIFS DE L'IMPLANTATION	31
III. DESCRIPTION DE L'IMPLANT	33
IV. FONCTIONNEMENT DE L'IMPLANT	35
V. APPORTS ET LIMITES DE L'IMPLANT	38
a) Aspect général	38
b) Aspect de la perception de la parole	39
c) Aspect neurologique	40
d) Aspect productif	40
e) Aspect matériel	41
f) Phénomènes favorisant les résultats	41
LE BILAN POST- IMPLANTATION	45
I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES	46
II. BUTS DE L'ÉVALUATION	48
III. OUTILS D'ÉVALUATION	50
a) L'entretien	50
b) Principes généraux des épreuves	51
c) Concrétisation des épreuves	51

APPROCHE PRATIQUE	55
I. Méthodologie	56
II. Le bilan de Nancy	57
III. L'enquête	60
IV. Résultats de l'enquête	62
a) Rythme des bilans	62
b) La durée du bilan	63
c) L'entretien	63
d) Les épreuves utilisées	64
e) Les supports du bilan	66
f) Enregistrement des patients	67
g) Les problèmes rencontrés	67
V. Autres sources d'informations	68
VI. Analyse	69
a) Des éléments de l'enquête	69
b) Du bilan de Nancy	73
VII. Propositions d'épreuves	75
a) Élaboration de listes de phrases	76
b) Épreuve de répétition de phrases dans le bruit	81
c) La répétition de textes	81
d) Discrimination de bruit/voix	82
e) Discrimination de voix d'homme ou de femme	83
f) Reconnaissance d'intonation	83
g) Reconnaissance d'émotions	84
h) Reconnaissance d'instruments de musique	84
i) Reconnaissance de type de mélodies	84
VIII. Applications des épreuves	85
a) Résultats	86
b) Analyse	91
CONCLUSION	93
BIBLIOGRAPHIE	95
ANNEXES	98
Document HAS	I
Protocole actuel de Nancy	II
Support papier des tests élaborés	III
Support audio des épreuves	

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Il y a 32 ans, en 1978, la première implantation cochléaire française était réalisée sur un adulte, ouvrant la voie à un nouveau mode de suppléance pour la surdité profonde et permettant aux patients une découverte ou une re-découverte du monde sonore dans lequel les normo-entendants baignent de façon omniprésente. Actuellement, en France, il se trouve plus de 6000 personnes pour en bénéficier.

Au fur et à mesure des années, ces prothèses, uniques en leur genre car étant les seules à remplacer des cellules sensorielles dans le corps humain, ont bénéficié des avancées technologiques et de la miniaturisation des systèmes électroniques.

Les progrès, dans ce domaine très spécifique, sont depuis en constante évolution et se manifestent par de meilleures performances auditives des personnes implantées.

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressée, en réponse à un questionnement des orthophonistes du centre d'implantologie du C.H.R.U. de Nancy, à l'évaluation des bénéfices apportés par l'implant.

Immédiatement, la considération des cibles et des finalités de ces bilans s'est imposée. Cette problématique initiale a suscité d'autres interrogations par une sorte de réactions en chaîne : De quelle façon, l'implant apporte-t-il les informations auditives ? Dans quelles limites ? Quelles conséquences, provoquées par la surdité, se propose-t-il de compenser ? Quels sont les fondements physiques et physiologiques d'une audition normale ? Dans une première partie, nous tenterons de répondre à ces questions en nous basant sur une vision de l'état actuel des connaissances.

La deuxième partie de notre travail abordera les problèmes spécifiquement soulevés par les orthophonistes de Nancy en réalisant une étude comparative des bilans existant dans les différents centres. Cela nous permettra d'en extraire les orientations primordiales et d'étayer nos propositions. Nous présenterons ensuite l'application des épreuves élaborées auprès de quelques patients afin de pouvoir analyser la pertinence et la faisabilité de leur concrétisation.

ANCRAGES THÉORIQUES

L'AUDITION

I. INTRODUCTION

« Entendre ne signifie pas seulement déceler des bruits, mais surtout connaître ce qu'ils veulent dire, ce qu'ils traduisent, un appel ou un danger, d'où ils viennent, quoi ou qui les produit, une avalanche qui roule, un blessé qui gémit, la vitesse à laquelle un train ou une auto s'approche ou s'éloigne. »¹

Le dictionnaire d'orthophonie définit l'audition comme :

« une activité sensorielle complexe réalisée grâce à l'oreille et à ses afférences, permettant la perception, l'intégration des sons et des bruits. »²

De nos cinq sens, l'audition peut apparaître comme le plus important, nous allons dans cette première partie, tenter de synthétiser les différents aspects permettant d'en comprendre le fonctionnement puis nous nous intéresserons aux caractéristiques de l'implant cochléaire afin de mieux appréhender la réalité de l'évaluation des personnes implantées.

Comprendre ce qui se passe dans l'audition implique une recherche multi-centriste. Les phénomènes qui la constituent, regroupent des considérations anatomiques, physiologiques, psycho-sociologiques, linguistiques, psycholinguistiques, neuro-psycho-linguistiques. En cas de surdité, d'autres domaines entrent en jeu, l'aspect psychologique face au handicap, les modifications sociologiques, relationnelles. Dans une situation d'implantation, ce sont des considérations technologiques qui viennent se rajouter à ces aspects, ainsi que la faculté d'adaptation chez des personnes déjà atteintes dans leur intégralité.

Le bilan orthophonique, dans une démarche d'évaluation des possibilités de communication globale se doit d'en appréhender toutes les facettes au moyen d'outils variés et pertinents.

1 IMBERT M., (2006), *Traité du cerveau*.

2 BRIN F. et al., (2004), *Dictionnaire d'orthophonie*.

II. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES

Tout phénomène sonore correspond à des ondes de pression et de dépression se mouvant dans le milieu élastique qui nous entoure. Ces vibrations aériennes sont captées par l'oreille externe qui les regroupe, les amplifie et les dirige vers le tympan, fine membrane étanche séparant l'oreille externe de l'oreille moyenne.

Le tympan vibre sous l'impulsion de ces ondes aériennes, les transformant en vibrations mécaniques. Ces dernières atteignent la fenêtre ovale, autre membrane, séparant l'oreille moyenne de l'oreille interne, par l'intermédiaire de la chaîne ossiculaire. La chaîne ossiculaire est formée de trois petits os, le marteau, l'enclume et l'étrier, s'articulant entre eux, et permettant à la fois la propagation des vibrations, leur amplification et la protection de l'oreille interne contre les agressions sonores.

Au niveau de l'oreille interne, les vibrations deviennent liquidiennes dans les trois canaux qui forment la cochlée et qui sont : la rampe vestibulaire, la rampe tympanique et le canal cochléaire.

Le canal cochléaire qui est circonscrit entre les deux rampes s'en trouve isolé par la membrane de Reissner en haut et par la membrane basilaire vers le bas. Cette dernière porte les cellules sensorielles proprement dites, formant l'organe de Corti, ce sont les cellules ciliées externes et internes. Les cellules ont un rôle de transducteur, transformant les ondes mécaniques liquidiennes en impulsions bio-électriques par dépolarisation de leur membrane lors du déplacement de leurs cils dans la membrane tectoriale qui les recouvre et libération d'un neuro-transmetteur générant une impulsion électrique au niveau des fibres nerveuses.

Ces cellules ont aussi un rôle d'intégrateur, permettant, une différenciation dès l'oreille interne de sensations acoustiques de fréquences différentes. (les caractéristiques du signal sonore seront développées ultérieurement) Cette fonction s'appuie sur une théorie attestant que les cellules ciliées réparties sur toute la longueur du canal cochléaire, ne sont activées que pour une fréquence spécifique à chacune d'elles, c'est ce que l'on nomme la tonotopie fréquentielle ou sélectivité fréquentielle. La base du canal répond aux fréquences élevées (sons aigus) et l'apex aux fréquences basses (sons graves).³

Les cellules ciliées sont réparties en deux groupes, 12 000 cellules ciliées externes et 3 500 internes. Ces cellules sont reliées à deux sortes de fibres nerveuses, les fibres efférentes qui partent du système nerveux central pour

3 VIROLE B., *Psychologie de la surdité*.

rejoindre la cochlée, et les fibres afférentes qui envoient les informations recueillies par la cochlée vers le système nerveux central où elles sont analysées. Cette double innervation permet un échange permanent entre la cochlée et le cerveau dans un sens comme dans l'autre.

La majeure partie des informations transmises par les fibres afférentes proviennent des cellules ciliées internes dont chacune est reliée à une dizaine de fibres nerveuses qui forment 95% du nerf auditif. Cela prouve l'importance de ces cellules dans la transmission des informations.⁴

Dès la sortie du canal cochléaire, au niveau du modiolus qui est la partie osseuse et centrale soutenant le canal cochléaire membraneux, les fibres nerveuses se rassemblent pour former le nerf cochléaire et se dirigent vers le noyau cochléaire, premier relais neuronal sur leur trajet vers le cortex cérébral. Les voies nerveuses se divisent ensuite de façon à rejoindre les deux hémisphères, avec une prévalence contro-latérale.⁵

Il existe d'autres relais, répartis dans les différentes structures du système nerveux central, dont les fonctions ne restent encore que partiellement connues à l'heure actuelle mais dont on peut dire qu'ils s'enrichissent d'informations provenant de la cochlée contro-latérale permettant la localisation de la source sonore, ainsi que de données visuelles étayant les informations sonores.

La dernière étape du trajet nerveux se situe dans les aires cérébrales auditives du lobe temporal ⁶

- l'aire primitive (41 dans la classification de Brodmann) dont la fonction principale est l'intégration phonétique du codage neuronal.

- l'aire associative ou secondaire (42 dans la classification de Brodmann) qui, par ses multiples connexions la reliant au reste du système nerveux, donne accès au sens des sons, et permet la compréhension lexicale, syntaxique, sémantique et émotionnelle du corpus verbal perçu.⁷

Chaque phénomène sonore correspond au départ à des ondes vibratoires aériennes qui se transforment, au fur et à mesure de leur progression dans l'oreille, en vibrations mécaniques puis liquidiennes, avant d'être transformées en impulsions bio-électriques par les cellules sensorielles de l'oreille interne, permettant ainsi aux informations de parvenir jusqu'aux structures cérébrales supérieures par le biais d'un réseau neuronal.

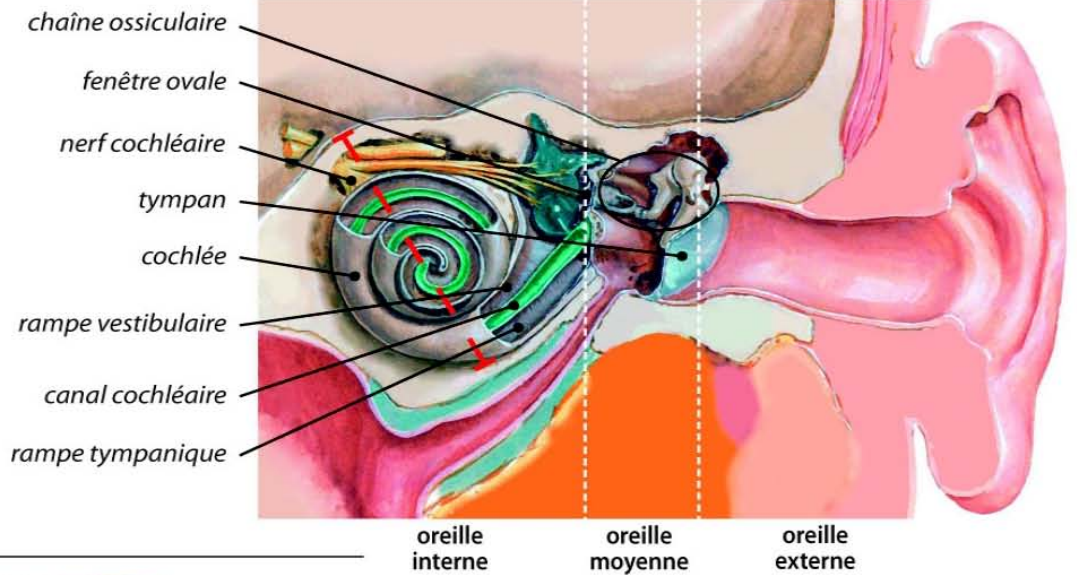
4 CARRAT R., (2009), *L'oreille numérique*.

5 DUMONT A., (2008), *Orthophonie et surdité*.

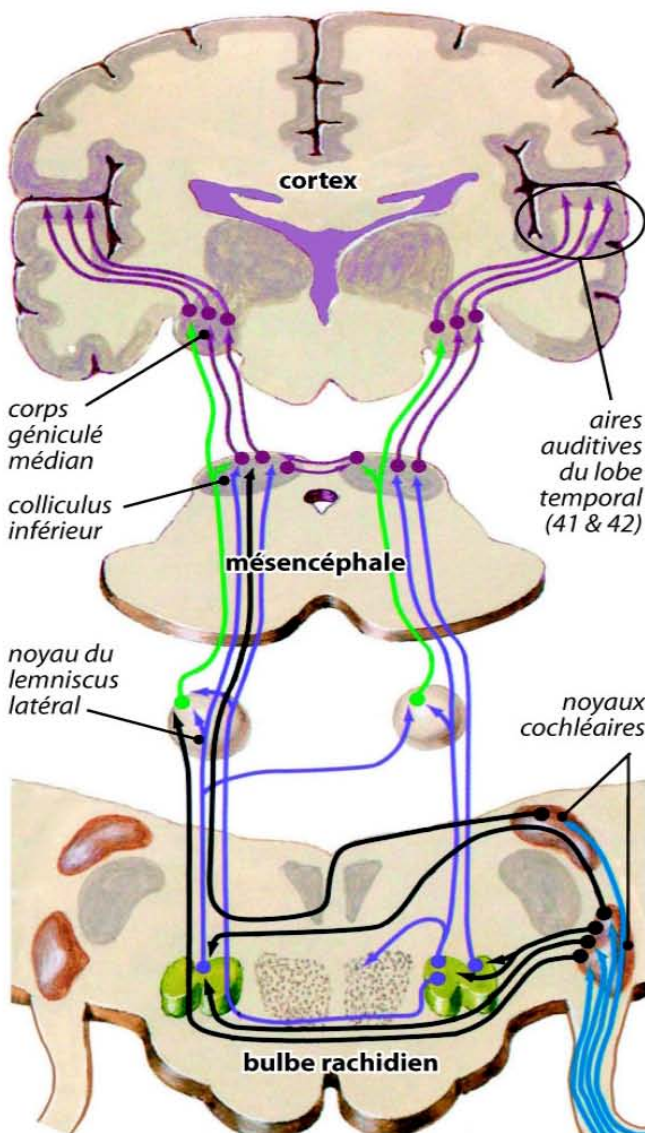
6 VIROLE B., (1996), *Psychologie de la surdité*.

7 PUJOL R., *Promenade autour de la cochlée*, ressource internet.

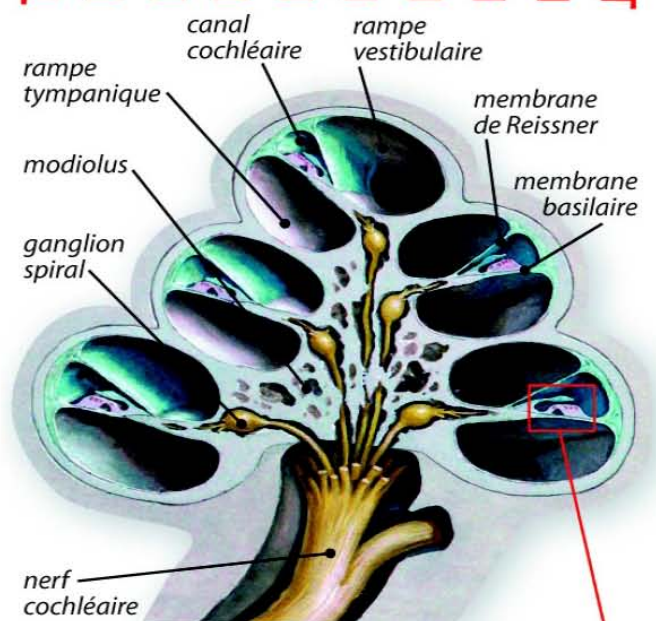
OREILLE coupe frontale



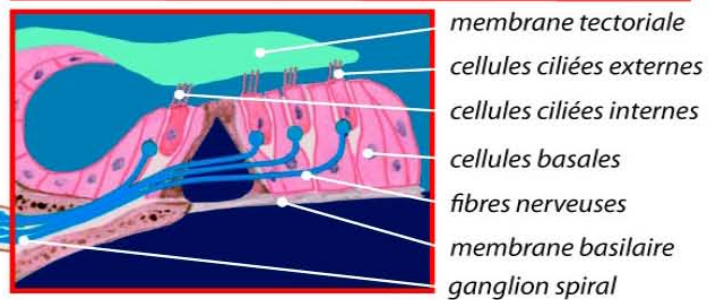
VOIES AUDITIVES AFFÉRENTES



COCCHLÉE coupe transversale



ORGANE SENSORIEL DE CORTI



III. ANALYSE AU NIVEAU COCHLÉAIRE

L'analyse de tout phénomène sonore par les cellules sensorielles s'appuie sur certaines caractéristiques du son. Cette analyse, agissant comme un filtre passe-bande, est obligatoire et fondamentale pour permettre la transformation de l'information sonore en impulsions bio-électriques et pour la poursuite de l'analyse à un niveau supérieur.

Les différentes phases de cette analyse sont effectuées simultanément ou en parallèle et en temps réel, au fur et à mesure de l'arrivée des informations. Elles correspondent, comme l'a prouvé le physicien Helmholtz,⁸ aux données apportées par l'analyse spectrale des sons, qui est une représentation d'un phénomène sonore en deux dimensions, le temps se plaçant en abscisse et la fréquence en ordonnée.

a) La fréquence

Elle est exprimée en Hertz (Hz) et correspond au nombre d'oscillations par seconde de la sinusoïde représentant le signal sonore. Elle définit la qualité grave ou aiguë d'un son. Son codage se fait en fonction de la tonotopie basilaire expliquée précédemment. Le champ fréquentiel auditif humain se situe entre 20 et 20 000 Hz, mais la zone conversationnelle ne s'étend qu'entre 80 et 8 000 Hz avec une zone plus utilisée entre 500 et 4 000 Hz.

b) L'intensité

Exprimée en décibels (dB), elle correspond à l'amplitude des vibrations, elle est codée par le rythme des impulsions électriques transmises au nerf cochléaire et par le nombre de fibres activées après le filtrage du signal. Elle est chez l'homme, limitée à une zone comprise entre un seuil de perception situé aux alentours de 0dB chez le normo-entendant, et un seuil de douleur apparaissant vers 120dB.

La zone conversationnelle est comprise entre 30 et 70 dB.

c) La structure du son

Le son peut présenter plusieurs configurations, il peut être pur, constitué d'une seule fréquence, ou complexe, c'est à dire comprenant plusieurs fréquences émises dans le même intervalle de temps.

Le son pur n'existe pas à l'état naturel, la cochlée qui ne reçoit que des sons complexes doit les décomposer en sons purs afin de pouvoir les transformer en informations neuronales. Ces sons complexes peuvent être séparés en

8 Cité in DULGUEROV P., REMACLE M., (2005), *Précis d'audiophonologie et de déglutition*.

sons périodiques, dont la structure est stable et que l'on retrouve dans les sons musicaux et dans ceux de la parole voisée (mettant en jeu les cordes vocales), et en sons a-périodiques, dont la forme d'onde varie et qui correspondent, dans le langage, aux consonnes dites sourdes car émises sans la participation des cordes vocales.⁹

Les opérations de décomposition des sons complexes en sons purs peuvent être reproduites in vitro par une manipulation appelée la transformée de Fourier. Le spectrogramme qui en découle met en évidence le son pur avec la fréquence la plus basse, appelée le fondamental ou F0 ainsi que les autres sons, inclus dans ce son complexe, appelés harmoniques, qui correspondent toujours à des multiples de F0 pour les sons périodiques. Leur visualisation se manifeste par des zones plus denses correspondant à une délivrance d'énergie plus importante dans la distribution fréquentielle, ces zones sont appelées les formants, elles donnent ses caractéristiques au timbre par leur nombre et la qualité de leur audibilité.¹⁰

Il existe deux sortes de timbres énoncés par Heuillet-Martin G. et al. ¹¹:

- le timbre vocalique caractérise les voyelles et leurs formants construits lors de leur émission par leur passage dans les différents résonateurs du tractus vocal (pharynx, nez, bouche). Les données de ce timbre ne varient pas selon le locuteur.
- Le timbre extra-vocalique caractérise la voix de chaque personne et en permet la reconnaissance en l'absence d'informations visuelles.

Notons qu'au dessus de 2 800 Hz, les harmoniques ne signent plus que le timbre extra-vocalique car les formants de toutes les voyelles se situent sous cette limite.

Les variations de F0 dans le temps correspondent à la mélodie de la parole et aux différentes intonations adoptées par un locuteur.

d) Les fluctuations temporelles

Elles ont été mises en évidence par le mathématicien D. Hildert (1912)¹². Ce chercheur a démontré qu'un signal sonore peut être décomposé en deux composantes :

- une enveloppe, contour général du signal reflétant les variations lentes d'amplitude du son dans le temps.
- et une structure fine, plus détaillée, témoignant des changements rapides de fréquence dans le temps.

Cela a donné lieu à des recherches, et Smith et al. (2002) ont démontré que

9 DULGUEROV P., REMACLE M., (2005), *Précis d'audiophonologie et de déglutition*.

10 KRAHE J.L., (2007), *Surdité et langage*.

11 Cité in PLEIGNEUR C., (1999), mémoire d'orthophonie.

12 Cité in HOCHMAIR I. et al., (2006), article.

l'enveloppe temporelle d'un signal porte la majeure partie des informations nécessaires à la compréhension de la parole dans le calme. La structure fine sert essentiellement à la localisation des sources sonores dans l'espace, à la perception du timbre extra-vocalique et de l'état émotionnel du locuteur. La musique est presque uniquement transmise par la structure fine du signal.¹³

L'analyse cochléaire, appelée aussi, analyse périphérique, est comparable à une analyse spectro-temporelle d'un signal sonore. Elle détaille, de façon précise et complète, chaque caractéristique du son, en unités discrètes pouvant être codées en informations transmissibles et interprétables par le système nerveux.

13 WILSON B.S. et al., (2004), in MIYAMOTO R.T., *Cochlear Implants*.

IV. TRAITEMENT INTRA-CÉRÉBRAL DE LA PAROLE

« Entendre est le résultat d'un processus physiologique linéaire mais reconnaître et comprendre le langage supposent la mise en marche de processus complexes au cours desquels interviennent différents facteurs tels que l'attention, l'intelligence, la connaissance préalable du contenu du message et de la langue utilisée. »¹⁴

Comme cette citation l'exprime, la seule analyse périphérique des sons du langage d'après leur intensité, fréquence ou distribution dans le temps, ne suffit pas à la compréhension de la parole. Les informations auditives arrivent aux centres cérébraux sous forme d'impulsions électriques, qui vont être traitées par toute une série de processus cognitifs agissant en parallèle et en interactions permanentes.

Le cerveau ne traite pas de la même façon les bruits et les sons de la parole, il existe des procédures cérébrales particulières quand il s'agit d'analyser des sons appartenant au langage.

a) Traitement acoustique

Le traitement phonétique intègre les indices acoustiques contenus dans le codage neuronal. Les modalités de passage entre la description physique des sons et leur individuation par l'encodage et le décodage ne sont pas encore complètement connues. Le spectre de la parole est continu alors que l'intelligibilité phonétique nécessite une discrétisation des données. Pour être identifiées, les unités discrètes doivent être catégorisées par le cerveau d'après les indices, pour pouvoir ensuite être discriminées.

Ces indices peuvent se modifier jusqu'à une certaine valeur critique qui, si elle est dépassée, va correspondre à une autre unité discrète. Par exemple, lors de l'écoute d'un [i], le deuxième formant peut diminuer en fréquence, sans en altérer la perception, jusqu'à une certaine valeur. Une fois dépassé un certain seuil, l'auditeur entendra un [y] à la place du [i].

Les formants sont construits par la configuration des différents organes composant le tractus vocal, F1 est modelé par le pharynx, F2 par la bouche et F3 par le nez. Dans l'exemple précédant, l'action de moins étirer les lèvres pour produire le [i] modifie la forme du résonateur buccal et aboutit à la production d'un [y]

Les indices sont différents selon qu'il s'agit d'une voyelle ou d'une consonne.¹⁵

14 JUAREZ A., MONFORT M., (2003), *Savoir dire: un savoir faire*.

15 VIROLE B, (1996), op.cit.

Les voyelles se différencient par leurs formants et se situent plutôt dans les basses fréquences (< à 2 800 Hz), F0 apporte le voisement, F1 et F2, par leur position fréquentielle permettent de discriminer les différentes voyelles. La nasalité des voyelles se détermine par la présence de trois formants spécifiques par leur hauteur fréquentielle, FN1(autour de 250Hz), FN2 (à 1000Hz environ), FN3 (vers 2000Hz), et par la faible intensité de FN1.

Les consonnes ont une structure qui s'étale sur une plus grande étendue de fréquences. Elles peuvent être séparées en deux groupes¹⁶:

- les bruyantes, caractérisées par une zone formantique plus dense, et qui peuvent être impulsionnelles comme les occlusives [p t k b d g] ou continues comme les fricatives [f s ʃ v z ʒ]. La sonorisation de certaines de ces consonnes est mise en évidence par le Voice Onset Time qui correspond au laps de temps entre le début de la production de la consonne et la vibration des cordes vocales. Ce temps est plus court pour les sonores, si par exemple on ôte 9/10ème de la durée du [s] dans le mot "assez", on entendra: "athée"¹⁷

- Les sonantes, que l'on peut différencier par leurs formants. Ce sont les phonèmes : [R l m n ɲ ŋ]

Les semi-consonnes, [w] de bois, [j] de fille et [ɥ] de nuit, ont une structure proche des voyelles, mais leur temps d'émission est plus bref.

Le traitement acoustique se poursuit par l'extraction d'invariants ou plutôt par le regroupement de caractéristiques phonétiques dans ce qui est analysé, car le filtrage cochléaire varie selon le locuteur, selon les circonstances d'émission et les phénomènes de co-articulation font varier l'image spectrale de chaque phonème en fonction de ceux qui l'entourent. Ces transitions formantiques observées dans la co-articulation ont une importance capitale dans la reconnaissance phonétique. Liénard (1972)¹⁸ a démontré qu'elles pouvaient à elles seules permettre de comprendre la parole. A ce degré d'analyse, le cerveau a la charge de repérer et de relier les données semblables par l'information qu'elles véhiculent mais dont la forme varie.

L'intensité doit être d'une valeur minimale de 30 dB pour pouvoir être traitée par le cerveau, cela représente le seuil d'intelligibilité en dessous duquel, la parole peut être détectée et reconnue mais sans être comprise¹⁹.

Dans une situation bruyante, il faut une différence minimale de 5 dB entre le fond sonore et la parole que l'on veut comprendre, en dessous, la compréhension diminue de 50%²⁰, car le bruit de fond couvre la parole que l'on tente de comprendre par recouvrement des fréquences, c'est l'effet de masque.

16 DUPONT M., LEJEUNE B., (2010), *Rééducation de la boucle audio-phonatoire chez les adultes sourds porteurs d'un implant cochléaire*.

17 MUNOT P., NÈVE F.X., (2002), *Une introduction à la phonétique*.

18 Cité in VIROLE B., (1996), op. cit.

19 VIROLE B., (1996), ibid.

20 VIROLE B., (1996), ibid.

En parallèle au traitement de la parole proprement dite, le cerveau analyse les caractéristiques de la voix. Ce décriptage, d'après les travaux de BELIN²¹, se situe de manière préférentielle dans l'hémisphère droit du cerveau. Il permet à l'auditeur de différencier les voix d'hommes, de femmes, d'enfants, d'après les données apportées par la fréquence fondamentale et les harmoniques. Il apporte des indications sur l'état psycho-affectif du locuteur (tristesse, joie, énervement,...), et ses particularités oratoires (accent, articulation spécifique). Il donne aussi accès à la reconnaissance du degré de familiarité du locuteur par rapport à l'auditeur.

Les structures cérébrales procèdent aussi à la fusion des informations venant de chaque oreille en une information commune. Cette fusion semble débiter sur le trajet du nerf auditif au niveau de certains centres relais comme le complexe olivaire supérieur situé dans le tronc cérébral.²²

Elle permet la localisation de la source sonore grâce au partage des informations venant des deux oreilles et au décalage temporel et d'intensité produit systématiquement par la différence de distance entre la source et chaque récepteur.

Un regroupement des indices en flux sonores peut également être observé. Cette notion a été découverte par Botte et par Mc Adams en 1988²³, elle montre que les structures auditives peuvent rassembler les composantes sonores provenant d'une même source à partir de différents indices acoustiques comme :

- la proximité fréquentielle des sons.
- la continuité de la forme de l'enveloppe.
- l'unité de l'intensité.
- la localisation commune des sons dans l'espace.

Ces flux permettent d'analyser la scène auditive dans laquelle la personne se situe, ainsi que de distinguer la parole "utile", celle dont la personne a besoin, du reste de l'environnement sonore. Ils sont organisés dans le temps de façon à conserver une cohérence de continuité.

Ces particularités permettent au cerveau d'extraire l'information vocale même lors de situations très difficiles comme un environnement bruyant, un signal sonore fortement altéré (le téléphone par exemple ne transmet les ondes qu'entre 300 et 3 400 Hz) ou une forme verbale modifiée par les caractéristiques du locuteur.²⁴

21 Cité in DUMONT A., (2008), op. cit.

22 VIROLE B., (1996), op. cit.

23 Cité in Virole B., (1996), op. cit.

24 SORIN C. in Botte M.C. et al. (1989), *Psychoacoustique et perception auditive*.

b) Traitement lexico-syntaxico-sémantique

Il met en œuvre un circuit cortical temporo-parieto-frontal que les chercheurs ont nommé Cortex Auditif Sensible au Langage (CASL). Le traitement de la parole est très rapide, dans le flux verbal, les phonèmes sont émis à un rythme de 10 à 12 par seconde.²⁵

Plusieurs théories expliquent la façon dont le cerveau extrait du sens du signal neuronal, nous n'en mentionnons que deux qui nous semblent pertinentes, démontrant les liens existant entre les processus de bas niveau (traitement phonétique) et les processus de haut niveau (traitement lexical, syntaxique, sémantique, émotionnel, implicite...), et attestant de l'importance du co-texte et du contexte dans les phénomènes de compréhension.

Le modèle de la cohorte

Développé par MARSLEN-WILSON et ses collaborateurs, il explique qu'un mot est reconnu grâce au contexte dans lequel il est émis et aux interactions existant entre les différentes étapes du traitement. Le contexte syntaxique et sémantique de l'énoncé ainsi que l'agencement du lexique interne d'une personne permet à l'auditeur de faire des « *hypothèses lexicales* » permettant l'identification d'un mot avant la fin de son énonciation. Tous les niveaux de traitement, qu'ils soient phonologiques, lexicaux, syntaxiques ou sémantiques, travaillent en parallèle et en interaction permanente, mais la primeur des informations reste phonologique afin d'éviter l'invention d'un mot correspondant au contexte. Les niveaux supérieurs ont un rôle de confirmation et de validation du mot retenu.

Cela peut être imagé par une sorte de gros entonnoir virtuel dans lequel se présentent les mots potentiellement acceptables pour un énoncé, qui élimine au fur et à mesure des informations reçues les mots ne correspondant plus aux critères. Le choix se porte alors sur le seul mot restant.

Le modèle de la trace

Énoncé par ELMAN et Mc CLELLAND, il développe la théorie de l'interaction permanente entre les différents niveaux de traitement, chacun ayant un rôle de détecteur qui aide les autres niveaux dans la recherche du bon mot. Ce système permet l'identification d'un mot dans des situations difficiles comme lorsque le mot est incomplet ou que son énonciation est modifiée dans un de ses paramètres.(mauvaise prononciation, nasillement, etc...)

Le traitement lexical oblige la constitution d'un lexique interne, stock de mots que la personne a acquis, qui reste disponible dans la mémoire, dans lequel chaque mot a une représentation mentale établie et stable dès son acquisition.

Il implique que ce lexique soit organisé de façon efficace pour pouvoir être activé rapidement.²⁶

25 GASCHET V., GILARDI O., (2003), mémoire d'orthophonie.

26 DUMONT A., (1994), *Rôle des orthophonistes dans l'évaluation et la rééducation des sujets sourds implantés cochléaires*, article.

Il est aussi nécessaire d'avoir une certaine connaissance de la langue et de sa structure syntaxique. C'est ce qui est mobilisé dans la suppléance mentale. Lorsque le sujet ne reçoit pas tous les éléments du message, il peut alors le compléter en se basant sur son expérience de la langue, ses connaissances syntaxiques, la pragmatique habituelle du discours, le vocabulaire attendu d'après le contexte, ou sur des indices non-verbaux comme les gestes, les mimiques et l'intonation.²⁷

Différentes études ont montré que les régions cérébrales activées lors du traitement d'un signal sonore changeaient selon la nature du signal (musique ou parole) et selon le type de tâches requis (phonétique, lexicale, ...). Il existe donc des interactions ajustées et permanentes entre les modalités du cerveau.²⁸

c) Traitement cognitif

Ces analyses ne sont possibles que par l'action de deux grandes fonctions cognitives, l'attention et la mémoire.

– L'attention possède plusieurs niveaux d'intensité, elle peut être d'alerte ou soutenue, ce qui demande un recrutement de concentration volontaire. Elle est relativement allégée lors de l'écoute dans le silence.

Elle peut être divisée sur plusieurs pôles ou sélective, focalisée sur une source particulière.

La situation d'écoute dans le bruit est celle qui demande le plus d'attention soutenue et sélective.

– La mémoire existe sous différentes formes, elle peut être à court terme (+/-7 items conservés pendant 1 à 2 minutes), de travail (récupérant les données au fur et à mesure de leur arrivée jusqu'à ce que l'ensemble du signal prenne sens) ou à long terme (contenant la mémoire sémantique ou culturelle, épisodique ou personnelle, et procédurale).

Elle permet la reconnaissance de paysages sonores, caractéristiques de situations ou d'endroits particuliers, la reconnaissance des émotions et des actes de langage qui peuvent se manifester par la parole mais aussi par tous les éléments supra-segmentaux comme les intonations, la mélodie, les mimiques, les expressions et les gestes.

d) Traitement visuel

L'intégration d'indices visuels permet de compléter ou d'appuyer l'information auditive. Ces éléments supplémentaires sont perçus de façon inconsciente chez le normo-entendant, excepté lorsqu'ils ne sont pas synchrones avec ce qui est entendu. Cela se produit lorsque le doublage d'un film présente un

27 PARENT A., (2002), mémoire d'orthophonie.

28 KRAHE J.L., (2007), op. cit.

décalage entre l'image et le son. Le traitement de ces éléments visuels, comme la fusion des informations binaurales, débute dans les structures sous-corticales, au niveau de certains centres relais du trajet du nerf auditif. Il est possible de prendre conscience de cette aide visuelle lors de conversations dans le bruit. Dans ces circonstances, l'interlocuteur va alors chercher l'image des sons qu'il ne peut entendre, sur les lèvres du locuteur.²⁹ L'importance de la vision est confirmée par l'effet McGurk,³⁰ dans lequel est démontré que s'il on présente l'image de quelqu'un prononçant la syllabe [ga] et que l'information auditive est un [ba], cette personne prendra en compte les deux informations, en fera une synthèse et pensera avoir entendu un [da]

*Le signal acoustique codé retrouve tout son sens grâce à l'interaction de plusieurs opérations mentales qui traitent les informations phonologiques, syntaxiques, sémantiques, mais aussi pragmatiques, émotionnelles, et visuelles en recrutant l'attention et la mémoire. Afin de réaliser cette "mise en sens", la structure cérébrale active différentes régions en fonction de la tâche à accomplir.
Le cerveau possède une adaptabilité de grande qualité qui lui permet de dégager le sens de tout signal sonore accessible même si celui-ci est fortement dégradé.*

29 TRANSLER C. et al., (2005), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd*.

30 KRAHE J.L., (2007), op.cit.

V. CONSÉQUENCES DE LA SURDITÉ SUR L'AUDITION

Sans reprendre ici, les diverses étiologies, nous rappelons que les surdités neuro-sensorielles qui nous intéressent dans le cadre de ce mémoire signent une atteinte des cellules ciliées par raréfaction et/ou destruction, ou bien une atteinte des fibres neuronales auditives. Cette distinction permet de différencier les surdités endo- et rétro- cochléaires. L'apparition de la surdité peut être brutale ou progressive. D'origine idiopathique, génétique, infectieuse, traumatique, pathologique, ou toxique, elle peut être présente à la naissance (surdité pré-verbale), se développer dans les premières années de vie (surdité péri-verbale) ou s'installer une fois le langage développé (surdité post-verbale).

a) Versant réception

Toute atteinte cochléaire se traduit par des phénomènes délétères tant au niveau quantitatif que qualitatif sur toutes les caractéristiques du son, vues précédemment.

L'intensité

Elle est atteinte quantitativement par une augmentation de ses seuils d'audibilité de sons purs. Cette atteinte sert de fondement à la classification de la surdité actuellement en vigueur, instaurée par le Bureau International d'Audio-Phonologie (BIAP), qui étiquète les différents stades de surdité (légère, moyenne, sévère, profonde ou totale) en fonction du degré de perte auditive.

Les composantes du signal situées sous le seuil ne sont pas perçues, diminuant d'autant l'empan des intensités audibles et perturbant la compréhension, d'autant plus que la zone conversationnelle moyenne, celle où se situe la majeure partie des échanges oraux, est comprise entre 30 et 70 dB.

L'intensité subit en parallèle des distorsions dues à une diminution de la qualité de codage. Moore B.C.J. (1995) a démontré qu'une augmentation de l'intensité de 10 dB provoquait chez la personne sourde une sonie trois ou quatre fois plus importante que chez quelqu'un de normo-entendant. La sonie est la perception subjective de l'intensité émise. Ce phénomène porte le nom de recrutement de la sonie, il détériore la perception des fluctuations rapides d'intensité caractérisant la musique et la parole.³¹

31 Cité in KRAHE J.L., (2007), op. cit.

La fréquence

Elle est marquée par une altération de la perception de certaines fréquences, surtout les hautes fréquences dans ce genre de pathologie, ce qui limite ou interdit la reconnaissance des consonnes et des timbres extra-vocaliques.

Elle est sujette à distorsions. Comme les cellules sont moins nombreuses, elles doivent se mobiliser pour une plus large étendue de fréquences, elles perdent donc une partie de leur sélectivité fréquentielle qui leur permettait de n'être activées que pour une fréquence donnée. Le filtre étant altéré, il se produit une redistribution des fréquences aux niveaux des cellules ciliées restantes. Les seuils différentiels, permettant au sujet de discriminer deux fréquences proches l'une de l'autre, diminuent en conséquences et cela entraîne la non-différenciation de certains composants spectraux comme les formants des voyelles et provoque des substitutions. Les personnes sourdes confondent les voyelles dont le premier formant est commun car elles ne perçoivent pas le deuxième. De même, les voyelles les plus pauvres en formants sont les moins bien reconnues, ce sont les voyelles dites fermées comme [y][u] et [ɔ].

A ces phénomènes se rajoute une asymétrie des filtres auditifs en faveur des basses fréquences. Les personnes sourdes deviennent alors plus sensibles aux bruits n'ayant pas de lien avec le signal, comme les bruits de l'environnement principalement situés dans les basses fréquences. Ce phénomène empêche de percevoir les moyennes et hautes fréquences qui sont le siège de la parole par effet de masque.

Les indices temporels

Dans ce domaine, ce sont surtout l'analyse et le codage des structures fines qui sont atteints. Le traitement du signal prend plus de temps et subit une perte de précision importante engendrant des difficultés de perception et d'identification de la mélodie ainsi que de la parole dans le bruit. Ce phénomène apparaît dès qu'une perte auditive se développe, même si elle est modérée.³² Certaines personnes peuvent même présenter, malgré un audiogramme proche de la normalité, une gêne dans la perception de la parole en milieu bruyant.³³

Le démasquage de la parole, qui est la faculté de percevoir les sons pertinents malgré les interférences auditives d'un bruit de fond parasite, est intimement imbriqué à la structure fine de la parole.³⁴

L'enveloppe temporelle n'est pas altérée par la surdité.

L'organisation des flux dans le temps, la perception en temps réel du signal sonore, sa localisation dans l'espace ne sont plus efficaces. Les sons brefs des consonnes sont plus difficilement perçus.

L'effet de masque qui empêche la perception de certaines fréquences en présence de bruits parasites possède un effet rémanent, il se continue après l'arrêt de ces bruits.³⁵

32 LORENZI C.(2008), in airdame.asso.free.fr, ressource internet.

33 DUMONT A., (2008), *Orthophonie et surdité*.

34 LORENZI C.et al., (2006), cité in DUMONT A.,(2008), *ibid*.

35 KRAHE J.L., (2007), *op. cit*.

Ces différentes conséquences obligent le patient à décomposer les stades d'analyse du corpus sonore. Toutes les opérations mentales qui sont automatisées chez la personne normo-entendante, deviennent conscientes et volontaires chez la personne sourde, l'obligeant à détailler les informations phonétiques et syllabiques, pour accéder à leur intégration. Cela nuit grandement à la compréhension surtout si l'on se réfère à l'étude de DIRKS et al qui en 2001³⁶ ont montré la prévalence pour la compréhension d'un stimuli verbal, des processus dits : "de haut niveau", c'est à dire le traitement lexical de la parole, sur ceux "de bas niveau", qui correspondent au traitement phonémique. Le patient utilise donc beaucoup d'énergie pour décomposer phonétiquement le signal et moins pour le traitement global, alors qu'il faudrait que ce soit le contraire.

La surdité oblige également la personne à s'appuyer de façon permanente sur les indices visuels qu'il peut percevoir sur les lèvres de son interlocuteur.

Ces opérations réclament une attention extrême, une alerte et une vigilance de tous les instants qui fatiguent la personne, focalisent son énergie sur des tâches dites d'analyse auditive primaire et nuisent à la compréhension du message.

Les pathologies de l'oreille interne provoquent aussi fréquemment des vertiges et des acouphènes qui sont des productions de bruits générés par la cochlée en l'absence de stimuli sonores, et qui vont se surajouter aux problèmes subis par la personne sourde.

Il existe aussi certaines pathologies auditives dont les symptômes sont fluctuants d'un jour à l'autre, mettant le patient en instabilité permanente quant à ses possibilités perceptives.

Tous ces phénomènes sont majorés dans le bruit.

b) Versant production

La surdité, provoque une diminution ou une absence de la boucle audio-phonatoire qui permet à toute personne de s'entendre parler et de contrôler les différents paramètres de sa production vocale comme l'intensité, la précision articulatoire, la nasalité et le voisement.

Chez le sujet sourd, ce manque de « feed-back » auditif se traduit de façon plus ou moins variable selon les sujets, par une modification de la valeur de F0, par une instabilité dans la maîtrise des modulations de l'intensité des productions, surtout lors des changements de lieux, quand la personne passe d'un milieu bruyant à un milieu calme.

L'organisation phonétique et supra-segmentale se trouve modifiée, le discours devient parfois moins fluide, avec des pauses anarchiques, la durée d'émission des phonèmes peut s'allonger, un nasillement peut apparaître.

Le patient se trouve désorienté lors des tours de parole par manque d'indices prosodiques, les modifications stylistiques (intensité, débit) ne participent plus à sa dynamique de conversation dont le contenu se simplifie.³⁷

36 Cité in DUMONT A.,(2008), op. cit.

37 DUMONT A., cité in LEMAITRE A., (2001), mémoire d'orthophonie.

c) Versant vie sociale

La surdité entraîne un isolement et un repli de la personne sur elle-même, de son fait à elle et de celui de son entourage.

La personne sourde n'arrivant plus à comprendre ce qui se dit autour d'elle n'éprouve plus de plaisir à communiquer verbalement, elle ne peut plus suivre le rythme soutenu des échanges verbaux. Il lui est nécessaire de compléter ses manques auditifs par la lecture labiale, de mobiliser une attention importante lors d'une conversation à plusieurs ou dans le bruit. Cela lui demande une énergie, de tous les instants, qui la fatigue énormément et lui font s'éloigner progressivement de ce genre de communication.

L'entourage ou tout autre interlocuteur diminuent aussi les échanges verbaux car ils se trouvent dans l'obligation de répéter plusieurs fois leurs énoncés. Cela fait disparaître peu à peu la spontanéité des échanges qui tendent à se réduire à des données informatives. Le discours perd alors l'humour, la redondance, les digressions et les extensions qui en forment l'intérêt et la dynamique. *« Dans la situation d'échange conversationnelle entre une personne entendante et une personne sourde, l'entendant perd ses habitudes d'usage de la parole dès qu'il sait que son interlocuteur est sourd et (comme le précise Ajuriaguerra) la personne « sourde non seulement n'entend pas mais n'est pas entendue ».*³⁸

Au niveau professionnel, la surdité peut engendrer des modifications importantes, la personne sourde est parfois obligée d'arrêter toute activité, ou d'intégrer un poste ou une fonction adaptés à son handicap.

d) versant neurologique

L'aire auditive secondaire qui fait le lien entre toutes les autres modalités se trouve en cas de surdité, par l'action de la plasticité cérébrale, investie par d'autres systèmes sensoriels, notamment la vision dont les centres cérébraux se trouvent géographiquement les plus proches. Des études de Neville, Schmidt et Kutas (1983)³⁹ ont mis en évidence la présence d'activité électrique visuelle au niveau d'aires auditives chez les personnes atteintes de surdité.

Il peut y avoir une atteinte de certaines formes de mémoire, surtout la mémoire de travail qui est composée, entre autres, de la boucle audio-phonologique.

e) Versant psychologique

Sans être exhaustif sur les conséquences psychologiques de la surdité nous nous devons de signaler des états dépressifs, d'insécurité, de honte, de

³⁸ DUMONT A., (2008), op. cit.

³⁹ Cité in KRAHE J.L., (2007), op.cit.

régression, dont il faut tenir compte lorsqu'on aborde une personne sourde. Le patient doit faire face à une perte d'identité et une blessure narcissique qu'il doit reconstruire et réparer.

f) Versant linguistique

Il convient de faire ici une différence entre les personnes sourdes depuis leur naissance et celles qui le sont devenues.

L'individu sourd depuis la naissance possède des particularités linguistiques tant au niveau de son expression que de sa compréhension, et cela même s'il est un locuteur compétent. Il existe très peu d'études à ce sujet, hormis celles de L. TULLER⁴⁰.

L'acquisition du langage oral se fait plus tardivement et dure plus longtemps chez une personne sourde que chez un normo-entendant, elle implique l'utilisation du canal visuel par l'intermédiaire de la lecture labiale. Cette dernière se révèle insuffisante car elle ne révèle pas tous les éléments du langage oral par l'existence de sosies labiaux et de phonèmes invisibles empêchant la discrimination correcte des sons.

Si le stock lexical peut atteindre un niveau satisfaisant, la morpho-syntaxe est plus atteinte, par des lacunes au niveau des morphèmes grammaticaux engendrant des conséquences néfastes en ce qui concerne la syntaxe. Cela est dû à leur brièveté temporelle dans l'enchaînement du langage parlé qui ne facilite pas leur perception.

Les types d'erreurs le plus fréquemment rencontrées concernent des omissions et des substitutions de prépositions, d'auxiliaires, de déterminants, et de pronoms, ainsi que des flexions verbales non ajustées. TULLER L., dans une étude mise en ligne en 2005, met l'accent sur l'omission fréquente du complément d'objet direct dans le discours des personnes sourdes même quand elles ont de bonnes compétences discursives⁴¹.

Développer un langage met en œuvre une dimension sémantico-lexicale et une dimension à la fois morpho-syntaxique et phonologique. Cette dimension morpho-syntaxique est ce qui permet le processus génératif de la langue. Sans elle, nous ne pourrions pas produire ni comprendre le nombre sans limite d'énoncés pouvant exister. Et cet aspect du langage ne peut pas s'apprendre comme cela se passe pour le lexique, il faut que la personne sourde le capte et en intègre la fonction⁴². Ceci est d'autant plus difficile que la morpho-syntaxe de la langue parlée comporte des mots brefs et peu accentués qui restent difficilement perceptibles autant par l'oreille que par la lecture labiale.

La langue parlée en devient rigide, stéréotypée et peu personnelle d'après MONFORT⁴³.

40 TULLER L., (2005), *Aspects de la morphosyntaxe du français des sourds*, ressource internet.

41 TULLER L. (2005), *ibid.*

42 TRANSLER C. et al. (2005), *l'acquisition du langage par l'enfant sourd*.

43 JUAREZ A., MONFORT M., (2003), *Savoir dire: Un savoir faire*.

Les personnes devenues sourdes sont mieux armées pour comprendre et oraliser la parole. Elles ont acquis la structure et le fonctionnement de la langue. Les voies auditives et les centres cérébraux du traitement auditif ont établi une organisation de fonctionnement. « *Des réseaux de neurones ont été activés et ont créé une empreinte car le système auditif de l'être humain présente des caractéristiques bien connues de précocité et d'ouverture.* », DUMONT A.(1994), p.15. Les performances linguistiques de ces patients dépendent alors d'autres facteurs tels que la capacité cognitive, le niveau d'étude, le niveau socio-économique, la plasticité cérébrale...

La surdité a des conséquences qui ne sont pas uniquement acoustiques, les multiples relations que le système auditif primaire (de la cochlée aux centres cérébraux auditifs) entretient avec les autres structures cérébrales induisent des conséquences délétères sur la perception et la production de la parole, le fonctionnement cérébral et les capacités linguistiques. Tout cet ensemble modifie l'état psychologique de la personne sourde ainsi que ses relations sociales.

L'IMPLANT COCHLÉAIRE

Les chercheurs se sont intéressés aux moyens de pallier les surdités neuro-sensorielles et de redonner aux personnes sourdes l'accès au monde sonore et à la communication verbale. Le défi était d'autant plus difficile qu'il s'agissait de remplacer des cellules sensorielles possédant à la fois un rôle d'analyseur et un rôle de transmetteur.

Au début, le seul moyen trouvé était d'amplifier les stimuli sonores par l'intermédiaire de prothèses auditives externes. Mais cette option apportait des bénéfices insuffisants, car comme nous l'avons vu précédemment, les problèmes de ces surdités ne se limitent pas à un manque d'intensité.

Les chercheurs ont alors imaginé, dans les années 80, un système de réhabilitation de l'audition, une prothèse unique en son genre, qui remplace l'action des cellules ciliées de l'oreille interne dans leur rôle de transducteur et d'intégrateur, en allant stimuler directement les neurones dans la cochlée, cherchant ainsi à recréer les sensations sonores et à permettre à la personne sourde d'avoir accès à des fréquences qui lui étaient inaccessibles.

Il existe à l'heure actuelle quatre principaux fabricants d'implant dans le monde, ce sont :

Cochlear

Advanced Bionics

Neurelec

MedEl.

I. LES INDICATIONS DE L'IMPLANTATION

Au tout début de leur apparition, les implants cochléaires étaient réservés aux personnes souffrant d'une cophose bilatérale, puis leur indication s'est étendue aux patients sourds profonds depuis moins de 10 ans. (seuil de perception > à 100dB, au dessus de 500Hz et audiométrie vocale avec prothèse auditive sans lecture labiale égale à 0⁴⁴) L'implantation impliquait l'absence totale d'anomalies de l'oreille moyenne et de la cochlée osseuse. Les pathologies rétro-cochléaires donnaient lieu aussi à un refus d'implantation.

En 1995, les indications se sont élargies aux surdités sévères présentant un score de reconnaissance en audiométrie vocale, avec prothèse auditive et sans lecture labiale, inférieur à 30%.

En 2004, dans la revue du CISIC N°2, de mars, le Dr Fugain reconnaît que la plupart des équipes opèrent des patients dont les scores en audiométrie vocale dépassent les 30%. Montrant ainsi que les restes auditifs ne constituent plus un obstacle à l'implantation et que l'audiométrie vocale, le pourcentage d'intelligibilité, la compréhension et le confort sonore du patient deviennent plus importants que l'audiométrie tonale dans les indications opératoires.

Cette orientation est confirmée par le dernier bulletin de la Haute Autorité de Santé qui, en 2007, décrit les indications d'implantation cochléaire comme suit :

- L'audiométrie vocale, sur des listes de Fournier ou équivalent (liste de Lafon), en champ libre à 60dB et avec prothèses adaptées, doit être inférieure ou égale à 50%.
- En cas de fluctuation de l'audition, l'indication d'implantation s'impose quand les variations ont un retentissement majeur sur la communication.
- L'âge ne constitue pas une contre-indication, mais pour les sujets âgés, il faut une évaluation psycho-cognitive au préalable.
- L'implantation doit être précédée d'un essai prothétique adapté et d'une rencontre avec des personnes déjà implantées. Elle ne peut avoir lieu sans une concertation de l'équipe pluri-disciplinaire assurant le bilan pré-implantatoire, l'intervention et le suivi du patient.
- L'indication de primo-implantation ne concerne pas, en général, les adultes porteurs d'une surdité pré-linguistique et se fait principalement unilatéralement. Ces recommandations ne considèrent pas le degré

44 Le seuil se mesure par audiométrie tonale, avec des sons purs et une écoute dans un casque, l'audiométrie vocale se mesure en champ libre avec des mots à répéter.

d'oralisation des personnes sourdes de naissance, or il nous paraît important de préciser que certains de ces patients peuvent tout à fait accéder à une communication verbale et à ce titre prétendre à une implantation.

Les cas particuliers nécessitant une implantation bilatérale concernent les surdités risquant de provoquer à court terme une ossification cochléaire bilatérale comme on peut l'observer après une méningite bactérienne ou une fracture du rocher touchant les deux oreilles, ou lorsque la perte du bénéfice audioprothétique du côté opposé à l'implant entraîne des conséquences socio-professionnelles ou une perte d'autonomie.⁴⁵

L'arrêté du 2 mars 2009 du Journal officiel pose le cadre et les limites du remboursement des produits et des prestations nécessaires lors d'une implantation cochléaire.⁴⁶

Il stipule entre autres, l'obligation pour les centres implantateurs d'être agréés par l'Agence Régionale de l'Hospitalisation (ARH). Les centres s'engagent à suivre chaque patient, du bilan pré-implantation jusqu'aux réglages et au suivi post-implantation. Ils doivent comporter une équipe pluridisciplinaire bien définie .

Ce texte précise les marques et les modèles d'implants pouvant être pris en charge par la Sécurité Sociale.

Les indications d'implant cochléaire répondent à des normes audio-phonologiques bien précises et les centres implantateurs doivent suivre un protocole élaboré par l' ARH.

45 Haute Autorité de Santé, (2007), www.has-santé.fr, ressource internet.

46 Légifrance.gouv.fr, JORF n°0055 du 6 mars 2009, www.legifrance.gouv.fr, ressource internet.

II. LES FACTEURS PRÉDICTIFS DE L'IMPLANTATION

Avant de poser l'indication d'une implantation cochléaire, l'équipe du centre implanteur procède à une évaluation complète, médicale, radiologique, audio-phonologique, psychologique et orthophonique, pour tenter de jauger la pertinence de la demande en termes de bénéfices.

Il est primordial de s'assurer que toutes les conditions de départ sont optimales pour mettre toutes les chances du côté du patient.

Le bilan orthophonique évalue la communication du patient et son langage, par l'observation lors d'échanges spontanés, de tests et de questionnaires. L'appétence à la communication verbale, les moyens de compensation développés par le patient, son niveau de langage, ses besoins auditifs, ses attentes, ses capacités du moment, l'appui que le patient trouve dans son entourage, la qualité de la voix, toutes ces données sont consignées par écrit pour servir de références de comparaison une fois la personne implantée.

Un bon indice de mesure est la qualité de la lecture labiale, acquise spontanément ou par des séances chez une orthophoniste, car cette lecture sur les lèvres ne se maintient que si elle est utilisée régulièrement.⁴⁷ Si le patient ne la maîtrise pas, il doit se former à la lecture labiale avant d'être implanté, car elle joue un rôle d'aide important dans la réhabilitation auditive. En effet, la mise en œuvre nécessaire pour extraire les informations par le canal visuel implique la même démarche, mis à part le mode d'entrée, que celle recrutée après l'implantation. Il s'agit d'organiser un message dans des conditions difficiles, présentation déformée, données incomplètes, l'adaptation requise en situation de lecture labiale sera identique pour la compréhension des informations générées par l'implant.

Les performances auditives qui suivent l'implantation restent très variables d'une personne à l'autre entre 0 et 100% pour la capacité à comprendre et à produire le langage. Après plusieurs études et du recul, les chercheurs ont réussi à isoler quatre facteurs prédictifs plus prégnants, ce sont :

- la durée de surdité, plus elle est courte, meilleurs sont les résultats car, plus le temps passe, plus les fibres nerveuses cochléaires, privées de stimulation, perdent de leur efficacité.
- l'âge d'installation de la surdité, les devenus-sourds semblant plus favorisés que les personnes sourdes de naissance.
- l'âge au moment de l'implantation.
- la durée journalière d'utilisation de l'implant, les bénéfices s'installant progressivement.⁴⁸

47 DAUMAN R. et al., (1998), *Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant*, article.

48 KRAHE J.L., (2007), op. Cit.

Les audio-phonologues de Dallas Otolaryngologie Associates Cochlear Implant (DOA-CI)⁴⁹ ont déterminé toute une liste de variables à prendre en compte, dont dépendent les bénéfices et les résultats à long terme de l'implantation. Il s'agit de :

- l'âge du patient.
- son état de santé. La présence de pathologies associées influence négativement l'adaptation à l'implant.
- l'histoire de sa surdité. L'âge au moment d'apparition, la durée de privation sensorielle, le mode d'apparition, l'étiologie.
- son passé prothétique. Le type de prothèse utilisé, les bénéfices qu'elle apportait, la durée de son utilisation.
- son statut linguistique. Utilisation du langage oral, le mode d'expression, les compétences en lecture et en écriture.
- son mode de communication familial et social. Son appétence à la communication, les réseaux sociaux auxquels il participe.
- son état psychologique.
- ses possibilités cognitives et neurologiques.
- sa connaissance de l'implant. La curiosité qu'il développe par rapport à son fonctionnement.
- ses attentes face à cette prothèse, réalistes ou imaginaires.
- sa motivation.
- ses rééducations éventuelles antérieures. Le suivi orthophonique, l'apprentissage et l'entretien de la lecture labiale.
- ses finances. Au États-Unis, la couverture sociale est moins importante qu'en France.
- sa disponibilité. Les démarches administratives, les rendez-vous médicaux, para-médicaux et techniques prennent beaucoup de temps.

Avant toute implantation, l'équipe pluri-disciplinaire qui accompagne le patient procède à des investigations poussées dans les domaines médicaux, psychologiques, audiométriques et orthophoniques pour s'assurer, dans la plus large mesure possible, d'apporter de réels bénéfices au patient qui en fait la demande.

Les données orthophoniques construisent une base d'information sur laquelle vont s'appuyer la rééducation et les bilans ultérieurs.

49 Dallas Otolaryngology Associates Cochlear Implant, (2004), ressource internet

III. DESCRIPTION DE L'IMPLANT

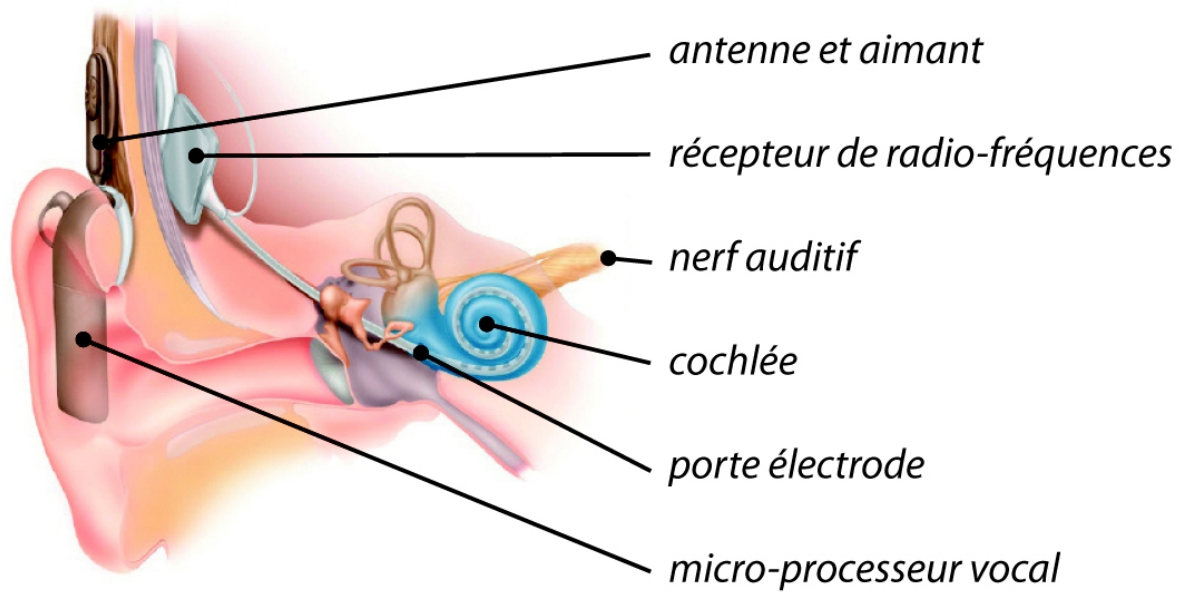
L'implant est composé de deux parties :

- Une partie externe, amovible, supportant
 - Un micro chargé de capter les sons et de les transmettre au boîtier d'analyse.
 - Un micro-processeur vocal, dont le rôle est d'analyser les informations sonores et de les transformer en énergie électrique tout comme le font les cellules ciliées internes dans une oreille saine.
 - Un réceptacle pour les piles et une antenne, qui transmet les données à la partie interne par induction électromagnétique.
 - Un aimant permettant la connexion per-cutanée, avec le moins de perte possible, des antennes comprises dans chaque partie.Ces différents éléments sont présents dans tous les implants quelle que soit leur marque, mais leur agencement peut varier d'un modèle à l'autre. Ainsi, le micro peut-être couplé à l'antenne ou placé sur le contour d'oreille, le réceptacle à piles peut être intégré au contour d'oreille ou se porter à la ceinture.
- Une partie interne, mise en place de façon chirurgicale, composée
 - D'un aimant.
 - D'un récepteur de radio-fréquences, centralisant les informations envoyées par le processeur externe.
 - D'un porte-électrode inséré dans la rampe tympanique de la cochlée.
 - D'une électrode de référence servant de " prise de terre " pour créer une boucle énergétique. Selon la situation de cette électrode de référence, on se trouve dans une situation de stimulation monopolaire quand elle est en dehors de la cochlée, et bipolaire quand elle est située à l'intérieur de la cochlée. C'est cette dernière configuration qui obtient les faveurs actuelles des constructeurs.

Le porte-électrode possède un nombre d'électrodes variable selon les modèles. Les premiers n'en possédaient qu'une et les informations qu'ils véhiculaient permettaient juste la perception de bruits sans que la parole ne puisse être comprise.

Actuellement le nombre d'électrodes des différents modèles se situent entre 16 et 24, plus leur nombre est grand, plus le débit d'informations électriques procurées aux fibres nerveuses est important. Mais un nombre trop élevé d'électrodes engendre des interférences liées aux chevauchements de leurs champs électriques, empêchant la transmission correcte des données. La gageure est de trouver un équilibre entre donner beaucoup mais de qualité moindre, et donner moins mais mieux.

IMPLANT COCHLÉAIRE



Doté d'une partie interne fixe et d'une partie externe amovible échangeant leurs informations par fréquences radio, l'implant cochléaire possède un équipement technologique miniaturisé alliant la légèreté et un encombrement minimal à des exigences de performances du traitement des influx sonores.

IV. FONCTIONNEMENT DE L'IMPLANT

Tous les implants possèdent une base de fonctionnement commune :

Leurs micros ne captent que les intensités comprises entre 30 et 70dB qui correspondent aux intensités conversationnelles, les autres étant évincées pour ne pas submerger le patient d'informations sonores et favoriser la communication verbale.

Tous procèdent à une compression, un filtrage et une numérisation des sons par l'intermédiaire d'un micro-processeur.

Le micro-processeur envoie ses informations au récepteur-stimulateur interne via l'antenne par induction électromagnétique (radio-fréquences)

Tous envoient les informations ainsi traitées sous la forme d'impulsions électriques qui vont stimuler les différentes électrodes. A leur tour, ces électrodes vont stimuler une zone de fibres nerveuses, qui, conformément à la tonotopie qui les régit, va provoquer une sensation sonore plus ou moins aiguë, plus ou moins grave.

Les deux différences majeures entre les modèles d'implants disponibles à l'heure actuelle sont le nombre d'électrodes intra-cochléaire et les stratégies de codage du stimulus sonore par le micro-processeur.

Le nombre d'électrodes :

Nous avons vu précédemment que, plus il est important, plus les informations transmises sont nombreuses. A nombre d'électrodes égal, la résolution des données augmente en fonction du nombre de neurones opérationnels et diminue selon le degré de diffusion de l'excitation électrique autour de chaque électrode. Nous rappelons à cette occasion que les performances des implants bipolaires sont meilleures car ceux-ci permettent une moindre diffusion.

Toutes les électrodes présentes sur le porte-électrode ne sont pas obligatoirement activées lors de la mise en route du processeur, certaines peuvent être inopérantes par défaut de connexion ou mauvaise localisation (extra-cochléaire par exemple).

Les stratégies de codage ^{.50}

Il en existe deux grandes catégories :

- celles qui extraient les traits les plus pertinents pour la compréhension de la parole, limitées par la vitesse de calcul du processeur, elles s'attachent à extraire la présence de voisement, la fréquence émise et la valeur des formants.
- celles qui analysent la forme du signal, grâce à un passage dans des filtres passe-bande. On y trouve :

50 KRAHE J.L.,(2007), op.cit.

- La stratégie SPEAK ou Spectral Peak, elle possède 20 filtres dans une zone de fréquences comprises entre 250 et 10 000 Hz. La largeur des bandes et le nombre de filtres apportent une résolution fréquentielle importante mais loin d'égaliser celle d'une audition normale. Elle sélectionne les six fréquences possédant la plus grande énergie et les transmet aux fibres nerveuses par des pulsations codant l'évolution temporelle de l'amplitude de l'enveloppe dans chaque bande retenue. Cette stratégie a l'avantage d'adapter le nombre de canaux tonotopiques à la forme spectrale du signal.
- La stratégie CIS ou Continuous Interleaved Sampling, correspond à une stratégie SPEAK mais avec un nombre de filtres et de canaux de stimulation égaux et fixes. Sa stimulation est pulsée et séquentielle pour minimiser les interactions entre électrodes. Il existe une variante de cette stratégie avec des stimulations simultanées possible de deux ou quatre paires d'électrodes et un nombre d'impulsions électriques par seconde, plus important, appelée HiRes.
- La stratégie ACE ou Advanced Combination Encoders, permet, elle, d'utiliser jusqu'à 12 électrodes pour indiquer les maxima spectraux du signal et de sélectionner le rythme de stimulation le mieux adapté.
- La stratégie CA ou Compressed Analog, analyse le signal grâce à 8 filtres, son analyse est moins fine mais elle stimule le nerf par des pulsations analogiques simultanées, comme ce qui se passe dans une oreille interne saine.

Ces dernières années, les recherches sur l'implant cochléaire se sont enrichies de nouvelles technologies.

Les centres peuvent maintenant implanter des prothèses dotées de stimulation électro-acoustique (Electro-Acoustic Stimulation) à des patients porteurs d'une surdité sévère à profonde dans les hautes fréquences (supérieures à 1000 Hz) et moins marquée dans les basses fréquences, n'ayant pas de bénéfices auditifs avec des aides auditives conventionnelles. Ces implants ont la particularité de combiner la technologie de l'implant avec l'amplification apportée par une prothèse classique. On tente ainsi de garder la fonction auditive intacte pour les fréquences graves et on stimule électriquement le nerf acoustique dans les fréquences aiguës grâce à un porte-électrode plus fin, introduit dans la cochlée de façon la moins traumatique possible. On trouve cette technologie dans le DUET. EAS Hearing System du laboratoire Med-El.

Pour pallier le nombre peu élevé de canaux de stimulation, d'autres sortes d'implants proposent par l'association de deux canaux existants et contigus, la possibilité de créer des canaux supplémentaires virtuels. Les recherches s'orientent vers le fait que le lieu de stimulation apporterait plus d'efficacité dans le codage que le rythme ou la fréquence.⁵¹

51 WILSON B.S., in MIYAMOTO R.T., Ed., (2004), *Cochlear Implants, Proceeding of the VIII International Cochlear Implant Conférence held in Indianapolis*.

Les implants cochléaires ont tous le même fonctionnement de base, ils captent les stimuli sonores grâce à un micro, les analysent et les transmettent aux électrodes situées dans la cochlée, dans le but de stimuler les fibres du nerf cochléaire. La particularité de chacun réside dans le nombre d'électrodes qu'ils possèdent et dans la stratégie de codage adoptée. Celle-ci tente d'être la plus complète possible pour se rapprocher au mieux des informations reçues avec une audition normale, apportant un maximum de données et recrutant le plus grand nombre de fibres nerveuses disponibles afin que les informations arrivant aux structures cérébrales permettent la compréhension du signal vocal.

V. APPORTS ET LIMITES DE L'IMPLANT

a) Aspect général

L'implant procure une information sonore au patient mais celle-ci a une forme bien différente de celle que reçoit la personne normo-entendante et elle n'est pas toujours agréable, produisant un son qualifié de métallique par les utilisateurs. Cela nécessite un effort de ré-apprentissage de la langue par le patient. Il doit en effet reconnecter des nouveaux sons à des représentations mentales qu'il possède déjà. *« l'adulte qui a entendu devra faire l'effort de se défaire de l'ancienne image auditive de ses phonèmes pour s'en forger une nouvelle, conforme cette fois avec les "sons" qu'il entendra désormais toute sa vie. »*⁵²

L'activation de l'implant ne donne pas immédiatement la compréhension de ce qui est entendu. Le processus pour accéder à une communication efficiente nécessite une rééducation pendant laquelle le patient va tout d'abord apprendre à détecter les sons de la parole dans la totalité des informations qu'il reçoit de son implant. Puis il va devoir discriminer ces sons, leur trouver des différences et les reconnaître, les identifier avant de pouvoir les comprendre⁵³. Ces opérations demandent un recrutement important d'énergie et de concentration ainsi qu'un travail de tous les instants.

Pourtant cette réintroduction dans le monde sonore possède une valeur sans commune mesure avec ce que la personne sourde percevait avant d'être implantée. Une fois les premiers mois passés, les patients sont majoritairement satisfaits de l'audition que leur apporte l'implant.

Une enquête de satisfaction de 2001, annonce que 62% des implantés sont satisfaits de leur implant, ce résultat est en corrélation avec la durée de la surdité et l'âge au moment de l'implantation⁵⁴, plus l'implant est posé précocement et plus le sujet est jeune, meilleure est la satisfaction.

Une autre enquête de 2007 à Toulouse, montre que la compréhension de la parole augmente rapidement dans les premiers mois qui suivent l'implantation et atteint une stabilisation à un taux supérieur à 80% après la première année.⁵⁵

Signalons tout de même que les bénéfices de l'implantation n'ont rien de standardisé et restent très variables d'une personne à l'autre. Il existe des patients dont les résultats seront très satisfaisants, ils pourront discuter au téléphone sans problèmes ou suivre une conversation sans s'appuyer sur la lecture labiale, et d'autres qui éprouveront plus de difficultés à intégrer les données auditives et resteront tributaires d'un appui visuel de la parole. La

52 MUNOT P., NÈVE F.X., (2002), *Une introduction à la phonétique*.

53 DUMONT A., cité in LEMAITRE A. (2001), mémoire d'orthophonie.

54 VIEU A., et al., (2001), *Implants cochléaires, utilisation et satisfaction chez l'adulte*, article.

55 BARONE P., DEGUINE O., (2007), *Bien voir aide à mieux entendre*, ressource internet.

raison peut en être physiologique (fibres nerveuses insuffisantes ou fonctionnant mal), mais quand ce n'est pas le cas, cela nous oblige à considérer, comme nous l'avons fait au début de ce mémoire que la compréhension de la parole ne dépend pas uniquement d'un apport acoustique.

b) Aspect de la perception de la parole

Les stratégies des processeurs, dites classiques, comme SPEAK, ACE ou CIS, n'apportent que des informations issues de l'enveloppe temporelle du signal, pourtant elles permettent une bonne compréhension des mots et des phrases dans le calme. On observe avec ces processeurs, une représentation de la fréquence fondamentale des sons de la parole, une discrimination entre les bruits et les voix et entre les événements transitionnels rapides des sons comme ceux qui sont associés aux consonnes explosives.⁵⁶

Les stratégies CA ou HiRes reproduisent les éléments de la structure fine mais il s'avère que, même si elles sont disponibles, la personne implantée ne réussit à n'en percevoir que les plus grandes variations, sans en capter toute la richesse informative.⁵⁷

Les stimulations électro-acoustiques permettent la perception de la structure fine dans la partie de la cochlée possédant l'audition naturelle résiduelle, ce qui améliore la réception de la musique et la qualité des sons entendus. Comme cette audition résiduelle est couplée à la stimulation électrique, elle apporte aussi un meilleur niveau de compréhension dans le bruit.⁵⁸ Une étude clinique de 2009, fait état d'une amélioration de 17% par rapport à un implant traditionnel, dans la reconnaissance de mots monosyllabiques, pour des patients porteurs d'un implant électro-acoustique.⁵⁹

Une équipe pluri-disciplinaire de Bordeaux⁶⁰ a effectué une étude sur 25 sujets implantés depuis plus de 6 mois, avec différents implants, pour observer s'il existait des différences de résultats dans la perception de la parole selon les stratégies de codage utilisées.

Pour la perception des consonnes, il n'y a pas de différence majeure entre les groupes, certaines consonnes sont plus facilement identifiées [ʃ_Rp] et d'autres le sont plus difficilement [sz]. Les résultats se situent entre 20 et 95%.

L'identification des voyelles obtient des scores entre 25 et 100%, avec, ici aussi des voyelles mieux perçues [o][i], et d'autres moins bien perçues comme les nasales [ã][õ][ẽ].

La reconnaissance de monosyllabes montre une dispersion plus grande des résultats, entre 0 et 90% environ.

56 WILSON B.S., in MIYAMOTO R.T., (2004), op. cit.

57 WILSON B.S., in MIYAMOTO R.T., (2004), ibid.

58 WILSON B.S., in MIYAMOTO R.T., (2004), ibid.

59 GSTOETTNER W. et al, (2009), article.

60 DAUMAN R. et al. (1998), *Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant*, article.

La reconnaissance de phrases donne le même profil.

L'équipe précise que cette disparité de résultats, quel que soit le type de processeur utilisé, se retrouve aussi dans une épreuve de définition de mots, reflétant avec la reconnaissance de phrases le niveau réel de compréhension du langage.

E. GROLEAU ⁶¹ dans son mémoire d'orthophonie fait une description détaillée des caractéristiques acoustiques transmises par les implants en s'appuyant sur différentes études menées par des chercheurs. On y apprend que le rythme est bien codé par l'implant. Une recherche menée par KONG et al. en 2004 sur cette caractéristique, a montré une équivalence de résultats entre sujets implantés et normo-entendants, assertion confirmée par une autre étude de MAC DERMOTT, la même année.

La fréquence a un codage beaucoup plus grossier que celui effectué par une oreille non pathologique (HENRY, 2003).

Le timbre supporte les mêmes difficultés de discrimination que la fréquence. (GFELLER, 2002), il reste difficile pour l'implanté de reconnaître les différents timbres des instruments de musique ⁶² et l'on peut remarquer que les voix les mieux reconnues sont celles que le patient avait entendues avant sa surdité.

c) Aspect neurologique

Dès l'implantation, le cortex cérébral réagit aux sons mais les activations se produisent dans des aires disséminées dans tout le cortex, sans spécificité.⁶³ Progressivement, il se produit une réorganisation fonctionnelle des aires cérébrales qui nécessite douze mois pour que s'installe une automatisation dans le traitement de la parole. Plus la durée de privation auditive a été longue, plus le cortex a de difficultés à se réorganiser et on observe une perte de la spécificité auditive des aires secondaires et associatives.

De plus, l'énergie importante employée par le cortex pour extraire la parole du bruit et pour effectuer les traitements phonétiques et phonémiques des sons, diminue d'autant l'énergie servant au traitement sémantique de la parole.⁶⁴

d) Aspect productif

La production vocale change après l'implantation par ajustement du feed-back auditif. Les variations de tonalité se normalisent, les confusions diminuent, F0 se rapproche de la norme, les pauses dans le discours sont moins fréquentes et plus courtes, l'intonation est plus modulée, le discours est plus fluide. Cela implique une modification augmentative des interactions en quantité et en qualité, en effet, la production de la personne implantée devenant plus intelligible pour l'entourage, celui-ci reprend plaisir à converser avec la personne sourde.⁶⁵

61 GROLEAU E.(2006), mémoire d'orthophonie.

62 VIEU A., (2004) in Surdi 13, *Conférence du 2 octobre*, ressource internet.

63 GIRAUD A.L. Et al, (2002), cité in BODENES A.M., (2008), mémoire d'orthophonie.

64 GIRAUD A.L. Et al.,(2000), cité in BODENES A.M. (2008), *ibid.*

65 DUMONT A., (1997), *Implantations cochléaires: Guide pratique d'évaluation et de rééducation.*

e) Aspect matériel

Cette technologie implique aussi une dépendance matérielle importante avec l'entretien et la vigilance constante dont elle doit faire l'objet. Comme tout matériel technique, l'implant doit être nettoyé régulièrement, le réceptacle à piles doit être ouvert toutes les nuits pour évacuer l'humidité qui s'y installe.

Le coût des piles implique un budget assez conséquent couvert en partie par un forfait de la sécurité sociale et le patient doit toujours avoir sur lui de quoi les remplacer. Le matériel, de par sa haute technicité reste fragile et les dysfonctionnements peuvent se produire à n'importe quel moment, obligeant le patient à renvoyer son implant au fabricant pour être réparé. Toutes ces contraintes peuvent être pesantes dans le quotidien et mettre le patient dans un état de préoccupation permanente.

Le nombre d'électrodes actives ne correspond pas au nombre de canaux d'information indépendants (canaux d'information délivrant une information différente des canaux les plus proches) car il y a des interactions entre les électrodes voisines même si leurs stimulations ne se produisent pas simultanément. Ce sont ces canaux qui déterminent les performances de reconnaissance de la parole de la personne implantée⁶⁶ mais aussi le nombre et la qualité des fibres nerveuses transmettant les stimulations.

Signalons aussi que, les implants procédant à une compression des données acoustiques, les situations dans lesquelles le signal auditif subit déjà une compression avant d'être perçu, majorent les difficultés de compréhension pour la personne implantée. C'est le cas lors de l'utilisation du téléphone, de la télévision, de la radio et des chaînes audio.

f) Phénomènes favorisant les résultats

Certaines données majorent les bénéfices de l'implantation :

L'utilisation de la lecture labiale

Elle semble primordiale pour les personnes implantées ayant quelques difficultés à retirer un grand profit des données acoustiques fournies par l'implant. Ces personnes vont chercher sur les lèvres et le visage de leur interlocuteur les indices leur permettant de deviner ou de confirmer ce qu'elles entendent. La lecture labiale seule donne accès à 1/3 des phonèmes émis et la lecture des informations faciales procure des informations non-linguistiques telles que les émotions et l'intonation par les mimiques facilement reconnaissables qu'elles induisent, ainsi que des informations linguistiques par la visualisation de certains lieux d'articulation.⁶⁷ Deux études confirment

66 MICHEYL C., *Influence du nombre de canaux et de la cadence de stimulation sur les performances de reconnaissance de la parole des patients implantés cochléaires*, ressource internet.

67 DUPONT M., LEJEUNE B., (2010), *Rééducation de la boucle audio-phonatoire chez les adultes sourds porteurs d'un implant cochléaire*.

l'apport de la lecture labiale, dans la mesure où l'information visuelle fournie correspond à l'information auditive.

Une étude publiée en 2007, concernant 100 patients implantés cochléaires à Toulouse montre que les personnes implantées, comparées à des normo-entendants, gardent de bonnes performances en lecture labiale même plusieurs années après l'implantation. Ces performances, ajoutées aux bénéfices auditifs de l'implant permettent aux sujets d'avoir une compréhension de la parole proche de la perfection. Ces résultats sous-entendent qu'il se produit un renforcement des interactions audiovisuelles dues à la rééducation orthophonique.⁶⁸

Une autre étude de 2008 effectuée à Montréal, prouve que les informations visuelles entravent parfois la perception et la compréhension de la parole, surtout chez les personnes sourdes depuis longtemps dont les aires cérébrales auditives inactives ont été colonisées par les aires de traitement visuelles. Cette perturbation par les informations visuelles diminuait la perception auditive jusqu'à presque 100% chez des patients ayant des difficultés à percevoir les sons avec leur implant lorsqu'on leur présentait une image labiale différente du mot qu'ils entendaient. Cela suppose que la réorganisation cérébrale visant à redonner aux aires auditives leur fonction primitive, ne se fait pas toujours rapidement ni aisément.⁶⁹

La suppléance mentale

C'est un processus cognitif qui permet à tout sujet de comprendre ce qui est dit malgré une réception sensorielle visuelle ou auditive incomplète. Elle est présente chez tout le monde, mais comme nous l'avons vu précédemment, les informations procurées au porteur d'implant étant bien moindres que celles des normo-entendants, cette suppléance prend un rôle très important. Elle complète efficacement les perceptions auditives et visuelles mais reste entièrement dépendante du niveau cognitif du sujet et de sa flexibilité mentale lui permettant de passer facilement d'une possibilité à une autre. La personne ne peut imaginer ce qu'elle n'a pas perçu que sur la base de ce qu'elle connaît déjà.

Cette suppléance entre en jeu à trois niveaux :

Au niveau lexical, le patient fait appel à son stock lexical mémorisé.

Au niveau syntaxique, ici, ce sont les structures grammaticales connues qui sont recrutées.

Au niveau idéologique, où il s'agit d'adapter ce que l'on pense comprendre aux contraintes du monde dans lequel on vit.

68 BARONE P., DEGUINE O., (2007), op.cit.

69 LAMBERT-CHAN M., (2008), *Nouvelles @ UdeM*, ressource internet.

L'appareillage auditif controlatéral

Une étude menée sur plusieurs centres implantateurs de France et de Belgique montrait par un questionnaire adressé aux patients que ceux-ci conservaient majoritairement leur appareil auditif controlatéral car il leur permettait une meilleure compréhension de la parole aussi bien dans le calme que dans le bruit, une meilleure reconnaissance des bruits familiers, une stéréophonie permettant la localisation des bruits ainsi qu'un confort auditif majoré. Cette étude était renforcée par une évaluation objective des capacités de ces patients, aide auditive seule, implant cochléaire seul et implant + aide auditive. Les résultats des tests objectifs ne confirmaient pas le ressenti des patients, laissant supposer que la prothèse contro-latérale avait plus un effet rassurant qu'une réelle action sur l'audition⁷⁰.

Depuis d'autres études menées par TYLER (2002), CHING (2004) et MOK (2006), ont prouvé que le port d'un appareillage auditif du côté non-implanté était objectivement bénéfique pour la plupart des patients en rétablissant une partie de la binauralité de l'audition.⁷¹

L'implantation bilatérale et binaurale

L'implantation binaurale implique un processeur commun relié à deux porte-électrodes.

L'implantation bilatéral induit deux implants autonomes.

Une étude de la société Med-El de 2003, concernant l'implantation bilatérale annonce une amélioration de reconnaissance de mots monosyllabiques, une possibilité de localisation de la source sonore (16,6% d'erreurs contre 53,7% avec un seul implant), ainsi qu'une meilleure perception de la parole dans le bruit. Les patients implantés déclarent recevoir des sons plus naturels, plus complets, de meilleure qualité et leur compréhension s'en trouve augmentée quelle que soit la position de l'interlocuteur.⁷²

70 DEJEAN F., (1997)., *Complémentarité implant cochléaire prothèse auditive?*, ressource internet.

71 Cité in SARRAZIN M., ZYSSMAN N., (2008), mémoire d'orthophonie.

72 Med-El, (2003), *Questions actuelles concernant l'implantation cochléaire*, article.

Même s'ils sont limités pour des raisons technologiques, les apports de l'implant ne sont pas remis en cause, ils se manifestent, a minima, par un accès au monde sonore et à la compréhension de la parole dans le calme avec l'aide de la lecture labiale, ce qui est déjà un apport important pour la personne implantée, et, a maxima, par une communication très proche de la normalité, avec utilisation du téléphone et conversation sans nécessité d'un apport visuel. Ils sont toujours accompagnés d'une amélioration de la production vocale des sujets ainsi que d'un mieux-être général. Les différences de bénéfices entre les patients sont sujettes à des recherches pour tenter d'en déterminer les causes. Les différentes stratégies de codage n'ont pas d'influence sur ces résultats. Seules, la stimulation électro-acoustique et la bi-latéralité de l'implantation semblent majorer de façon significative les résultats d'une implantation cochléaire. Les autres bénéfices constatés dépendent de la suppléance mentale et de l'adaptation à l'implant développées par le patient. Ces apports, quels qu'ils soient, ne se font qu'au prix d'une vigilance et d'une attention constantes, qui nous rappellent que la personne implantée reste une personne sourde mobilisant une grande partie de son énergie pour accéder aux mêmes informations auditives qu'un normo-entendant.

LE BILAN POST- IMPLANTATION

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

La législation impose aux centres implantateurs d'effectuer un suivi orthophonique de toute personne implantée mais elle ne précise pas la façon dont les évaluations doivent être réalisées, ce qui laisse à chaque centre la liberté mais aussi la responsabilité de créer lui-même ses outils d'évaluation.

Cette évaluation est complexe à plusieurs égards :

D'une part, elle se doit d'intégrer les caractéristiques que chaque personne sourde présente avant son implantation, ses capacités communicationnelles et cognitives, ses attentes, les particularités de sa surdité, son niveau linguistique et sa flexibilité mentale.

D'autre part, elle doit prendre en considération les informations auditives potentiellement apportées par l'implant avec toutes les variations et les limites dont elles peuvent être l'objet.

Et d'autre part encore, elle doit appréhender l'utilisation que fait la personne implantée de son implant et son adaptation à celui-ci.

Elle doit composer avec tous ces aspects afin de tester vraiment les bénéfices de l'implantation dans le domaine de la communication.

Le domaine des apports audiologiques purement liés à l'implant est testé lors des réglages audio-métriques par du personnel compétent chargé d'activer progressivement les électrodes et de régler les différents paramètres des processeurs vocaux en fonction des réactions et des demandes des patients. Ces réglages audiométriques se passent dans des conditions bien particulières, optimales pour la perception auditive, car ils se produisent en cabine insonorisée avec des paramètres bien établis.

L'évaluation orthophonique fait le lien entre le versant technique de l'implantation et la vie courante du patient. Elle a lieu à différents moments durant les années qui suivent l'implantation. Elle constitue des points de repères dans un continuum qui prend en compte le bilan pré-implantation et la rééducation orthophonique post-implantation.

Elle doit s'adapter au degré de satisfaction de chaque personne sans chercher à obtenir des performances auditives pour chacun. Il existe parfois des différences entre les possibilités auditives des patients et leur ressenti, certains percevant beaucoup sans que cela ne leur paraisse suffisant et d'autres se satisfaisant de moins.

Les patients résidant parfois loin du centre où ils ont été implantés, l'équipe pluridisciplinaire concentre la plupart du temps les rendez-vous de suivi auprès des différents intervenants. Il n'est pas rare de voir un patient, qui, sur une demi-journée, enchaîne les consultations auprès de plusieurs des

professionnels suivants : régleur, psychologue, orthophoniste, chirurgien ou audio-phonologiste. Ces contraintes matérielles couplées à la grande fatigabilité du patient, à qui on demande une attention accrue ces jours-là, obligent à considérer le côté pratique des bilans qui ne doivent pas être trop longs.

Les évaluations des adultes implantés font l'objet de moins de publications et de recherches que celles des enfants. Hormis les écrits de Mme DUMONT, les seules données accessibles consistent en des articles publiés par des équipes pluri-disciplinaires présentant leur protocole.

II. BUTS DE L'ÉVALUATION

Les bilans orthophoniques sont des moments privilégiés, dans le suivi du patient, poursuivant plusieurs buts :

- Assurer un rôle d'informations et de guidance auprès de la personne implantée et de son entourage proche. Le patient, contrairement à la période pré-implantation se trouve confronté à la réalité de l'écoute avec un implant. Cela provoque des questionnements quant à la normalité de ce qu'il perçoit et qui ne lui est pas immédiatement compréhensible. L'entourage doit être sensibilisé à la façon dont le patient entre dans le monde sonore, il doit s'adapter aux nouvelles possibilités de celui-ci et ne pas rester sur des habitudes de communication ou de comportement prises avant l'implantation comme parler à la place du patient, faire les demandes à sa place...
- Quantifier et notifier les modifications de l'audition fonctionnelle, ceci dans la perspective de :
 1. voir si la personne intègre le monde sonore dans ses processus de communication, met du sens sur les sons et augmente son autonomie dans les routines quotidiennes. On évalue la compréhension orale mais aussi la production du patient, les changements apparaissant dans son expression orale et la qualité de sa lecture labiale.
 2. suivre l'évolution des acquisitions de façon longitudinale, détecter les chutes de performances révélatrices d'un problème et observer les stratégies développées par le patient pour accéder à l'information langagière.
 3. mettre en place ou ajuster le programme de rééducation orthophonique. Les patients sont assez souvent suivis en orthophonie hors des centres planteurs, chez des professionnels installés en libéral. Le fait d'être évalué par un professionnel moins familier permet un regard extérieur sur le travail effectué en rééducation, ce qui apporte une validation du travail effectué dans le domaine si particulier de la surdité et une confrontation des méthodes ré-éducatives.
 4. faire prendre conscience à la personne implantée de ses progrès et des capacités auditives que lui apporte l'implant. Au cours de sa rééducation, le patient travaille au jour le jour à développer son audition, le bilan lui permet de prendre du recul face à ses acquisitions et de développer la confiance face aux informations que lui procure cet implant. Il lui donne l'occasion de relier ses impressions subjectives à des données objectives.

5. Confirmer la validité des réglages effectués. Les réglages audiométriques ne correspondent pas toujours à des moments de bilan orthophonique, ces derniers peuvent être à l'origine d'une demande de réglage supplémentaire.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle de protocole d'évaluation commun à tous les centres implantateurs mais des équipes ont publié le résultat de recherches sur le sujet et ont déterminé les grandes caractéristiques qui leur semblaient incontournables pour une évaluation de qualité⁷³:

- Les épreuves doivent être les plus objectives possibles. La situation de l'évaluation orthophonique est sous l'influence de multiples facteurs : les locaux, leur résonance éventuelle, les caractéristiques de la voix du testeur. L'enregistrement audio des épreuves permet une présentation stable et reproductible dans le temps et pour chaque personne testée.
- Elles doivent être écologiques, reflétant le plus justement possible, les conditions d'audition du patient dans sa vie de tous les jours, tant par leurs formes (conditions de passation), que par leur fond (vocabulaire et syntaxe de la langue parlée), il ne faut pas que le bilan devienne une épreuve de connaissance linguistique.
- Il serait intéressant de pouvoir disposer de tests comparables entre les différents pays. Ou, au moins, de tests français comparables entre eux, pour pouvoir apporter des réponses aux questions que se posent les futurs implantés.⁷⁴

Pour A. DUMONT, les évaluations doivent tenir compte des variations individuelles qui façonnent le langage de chacun, en effet toute personne est la résultante de l'interaction de données :

- biologiques représentées par la vision, l'audition, le système nerveux et la structure motrice.
- psychologiques spécifiques à chaque personne.
- et cognitives, témoins des relations entre la pensée et le langage.

Elles doivent intégrer le fonctionnement spécifique à chaque patient, ses points forts et ses difficultés ainsi que les stratégies d'adaptation qui ont été développées.

« Sachant que les performances dans les domaines de la communication et du langage sont dynamiques, variables et toujours en lien avec l'environnement, les projets de vie et les motivations, le concept de fonctionnement, de style personnel paraît essentiel à prendre en compte. »⁷⁵

73 DAUMAN R. et al., (1998), *Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant*, article.

74 DUMONT A., (1994), *Rôle des orthophonistes dans l'évaluation et la rééducation des sujets sourds implantés cochléaires*, article.

75 DUMONT A., (2008), *Orthophonie et surdité*.

III. OUTILS D'ÉVALUATION

Comme tout bilan orthophonique, l'évaluation comporte un moment d'échange avant les épreuves proprement dites.

a) L'entretien

L'entretien permet au patient de verbaliser les changements qu'il a observés, les problèmes qu'il a rencontrés et donnent une compilation de l'utilisation réelle de l'implant par la personne au quotidien, utilisation qu'il est impossible d'observer en situation de test. Il s'appuie sur les éléments de l'anamnèse récoltés dans la période pré-implantatoire et sur un questionnaire abordant les différentes situations d'écoute auxquelles le patient peut être confronté :

- Les conversations. Sont-elles possibles ? Sur l'initiative de qui ? Y-a-t-il un suivi des changements de thèmes ?
- La radio. La télévision. Les films. La musique. L'écoute est-elle possible ? Avec ou sans aides ? (télétexte, sous-titrage)

Il aborde également des sujets plus pragmatiques comme le nombre d'heures journalières pendant lesquelles le patient utilise son implant, les modalités du suivi de la rééducation orthophonique, le port d'une prothèse contro-latérale, la nécessité de recourir à la lecture labiale....

Il est intéressant, lors de cet entretien, d'avoir la participation d'un proche car celui-ci peut avoir remarqué des changements dont la personne implantée peut ne pas être consciente. Cela donne un regard extérieur supplémentaire par quelqu'un qui vit au quotidien auprès du patient. Mais il faut néanmoins rester prudent face à ces informations car les proches considèrent les progrès avec une charge psycho-affective qui peut parfois biaiser l'objectivité des constatations.

b) Principes généraux des épreuves

L'évaluation qui doit être de difficulté progressive afin de suivre les possibilités croissantes apportées par l'implant dans le temps, intègre les quatre niveaux des processus auditifs énoncés par ERBER qui sont : la détection, la discrimination, l'identification et la compréhension.⁷⁶

La détection

Elle permet de différencier la parole du bruit, de réaliser la fonction d'alerte de l'audition et nécessite de la vigilance et une écoute volontaire. La fonction d'alerte nous permet, dans notre environnement sonore, de prévoir et d'anticiper les dangers éventuels ou les événements qui nous concernent directement. Elle va nous éviter de traverser une rue si l'on entend arriver une voiture et elle va stimuler notre attention lorsque quelqu'un nous appelle par notre prénom.

La discrimination

Elle implique une reconnaissance globale d'après des indices de longueur, de rythme ou d'intonation ainsi qu'une possibilité de différencier deux données.

L'identification

Elle induit une analyse linguistique avec recherche dans le lexique interne et une mise en relation du système sensoriel avec les représentations mentales du sujet.

La compréhension

Elle est réalisée grâce à l'identification et se fait par l'intermédiaire des inférences syntaxiques, sémantiques et pragmatiques. Le patient doit prendre en compte les informations lexicales et syntaxiques.

En dehors de cette approche, il est possible de considérer l'évaluation sous l'angle d'une démarche analytique ou globale. Certaines épreuves obligent à une reconnaissance précise des caractéristiques spectrales du signal alors que d'autres permettent un abord plus global, s'attachant à l'enveloppe et à une compréhension générale du stimulus.

c) Concrétisation des épreuves

La détection est testée par l'émission de bruits courants lors de l'entretien. Porte qui claque, téléphone qui sonne, klaxon, etc... On observe alors les réactions du patient, pour savoir s'il a perçu le stimulus sonore, s'il en cherche la source. Cette observation peut se faire de façon très précoce ou faire partie d'un questionnement appliqué au patient.

⁷⁶ DUMONT A., (1994), *Rôle des orthophonistes dans l'évaluation et le rééducation des sujets sourds implantés cochléaires*, article.

La discrimination témoigne de la possibilité de percevoir des différences entre deux stimuli. A ce stade, la perception reste globale, basée sur des indices intégrant le rythme, la longueur, la fréquence fondamentale, les variations de cette fréquence, l'appartenance de l'influx au domaine vocal ou au domaine du bruit. Il n'y a pas toujours de reconnaissance du contenu sémantique des énoncés. Ce stade prépare le traitement de la parole.

On l'observe dans des épreuves :

- de discrimination bruit/voix où l'on présente au patient des stimuli sonores et où il doit déterminer s'ils correspondent à des voix ou à des bruits.
- de discrimination de voix d'hommes ou de femmes.
- de reconnaissance d'intonation. Le patient doit déterminer si ce qu'il entend correspond à une affirmation ou une question.
- d'opposition de phonèmes. On présente au patient deux mots, soit les mêmes, soit se différenciant par une voyelle ou une consonne. Il doit dire s'il entend la même chose ou pas.

L'identification implique la présence d'un lien sémantique entre ce qui est perçu et la représentation mentale qu'en a le patient, elle est liée à la mémoire, au stock lexical du patient et suit la théorie de la cohorte développée précédemment, car même s'il ne comprend pas la totalité du mot qui lui est présenté, il peut le deviner, par anticipation du mot possible d'après les indices qu'il a perçus. La perception de certains traits acoustiques est couplée à la suppléance mentale.

Elle se teste par :

- des bruits quotidiens que le patient doit reconnaître.
- des listes de mots thématiques présentées de façon fermée ou de façon semi-ouverte qui sont à répéter ou à désigner. Les listes fermées correspondent à des séries de mots écrites sur lesquelles le patient s'appuie pour donner sa réponse en fonction de ce qu'il a perçu⁷⁷, les listes semi-fermées ou semi-ouvertes concernent ces mêmes listes sans support écrit mais pour lesquelles le patient a la connaissance du thème.
- des listes de phonèmes à répéter. Les sons vocaliques sont présentés isolément ou associés à une consonne, toujours la même, (pa, pi, pon, pou, peu, pu, etc..). Les sons consonantiques ou semi-consonantiques sont testés de la même façon, soit seuls, soit associés à une voyelle constante, (pa, ma, ta,..., ou parfois, ata, ama, acha,...). Le nombre des phonèmes est plus important que celui des lettres, on teste 15 sons vocaliques et 20 sons consonantiques émis aléatoirement. Cette

⁷⁷ Document réalisé par les membres du GEORRIC (2002), ressource internet.

identification est complètement analytique, le système auditif du patient doit extraire les caractères acoustiques de chaque phonème.

- des répétition de mots issus des listes cochléaires de Lafon ou de Fournier. Ce sont des listes ouvertes de mots monosyllabiques phonétiquement équilibrées, c'est à dire qu'elles comprennent tous les phonèmes utilisés dans la langue parlée en respectant leur occurrence. La difficulté de ces listes doit être constante, comprenant des mots faciles (fréquemment perçus par les patients) et difficiles dans les mêmes proportions⁷⁸. Le travail d'analyse auditive nécessaire à la répétition est à rapprocher de celui effectué pour les phonèmes, du fait de la présence d'une seule syllabe, la suppléance mentale ne peut guère y participer. Ces listes sont les seules épreuves actuelles ayant fait l'objet d'une standardisation et d'une validation, elles sont cotées à la fois par le nombre de mots et par le nombre de phonèmes correctement répétés et sont utilisées aussi en audiométrie vocale.
- des répétitions de logatomes de Dupret. Ces listes permettent de supprimer totalement la suppléance mentale.
- des répétitions de phrases courantes que le patient est susceptible d'entendre et de verbaliser fréquemment.

La compréhension implique le recrutement des fonctions cognitives se rapportant au traitement du langage, soit l'analyse lexico-syntaxico-sémantique exposée précédemment. Elle correspond à l'intelligibilité auditive. Elle intègre des données linguistiques mais aussi rythmiques, mélodiques et prosodiques. Elle oblige à la fois une démarche analytique et une démarche globale et recrute la suppléance mentale. A ce stade, les processus cérébraux mis en œuvre témoignent de la fonction sémiotique du langage, de la capacité du cerveau à traiter chaque phrase comme une entité unique avec un sens à construire au fur et à mesure de son énonciation malgré le rythme parfois soutenu avec lequel elle est émise.

Elle est observée dans :

- des répétitions de phrases de Fournier ou de Combescure, ces phrases sont équilibrées phonétiquement. Elles n'ont aucun lien sémantique entre elles, le patient ne peut s'appuyer que sur les différents éléments qui les composent pour en trouver le sens.
- des répétitions de phrases dans le bruit. Ce sont les mêmes phrases émises avec un fond sonore. Le rapport d'intensité entre le signal et le bruit est calibré à 5 ou 10dB. Ce test très difficile, intègre l'utilisation d'une capacité supplémentaire, qui est la sélectivité des informations auditives pertinentes et l'organisation des données acoustiques en flux, par le patient.

⁷⁸ PORTMANN M., PORTMANN C., (1988), *Précis d'audiométrie clinique*.

- la lecture indirecte minutée, ou speech tracking. Un texte de 200 mots est lu une première fois en entier par le testeur puis il est répété "unité de sens" par "unité de sens" et le patient doit répéter mot à mot ce qu'il entend sans lecture labiale, on chronomètre le temps de parole du patient pour calculer combien de mots il perçoit par minutes. La norme se situe aux environs de 120 mots par minute. Elle permet de voir la rapidité de traitement de la parole.
- des conversations téléphoniques. Elles peuvent être convenues, c'est à dire que le patient connaît à l'avance les questions qui vont lui être posées, ou libres. Il est possible aussi de faire répéter des phrases ou de mots. Cette épreuve est la plus difficile car elle allie la perception de la parole émise sur un rythme normal, sans possibilités de lecture labiale, à une information sonore dégradée par le téléphone.

En parallèle avec ces épreuves testant uniquement le patient et son adaptation à l'implant, il est nécessaire, si l'on veut rester le plus écologique possible, de tester le patient dans les conditions d'audition qu'il pratique habituellement, c'est à dire avec une prothèse auditive ou la lecture labiale. Certaines épreuves sont donc reprises en associant ces aides auditives, elles permettent une comparaison et une quantification du bénéfice apporté par ces aides.

APPROCHE PRATIQUE

I. Méthodologie

L'équipe d'implantologie de Nancy procède à la pose d'implants cochléaires depuis 2001. En fin d'année 2009, le C.H.R.U. a obtenu l'agrément pour être centre officiel d'implantologie française. Le nombre d'adultes implantés à ce jour est d'une soixantaine de patients, leurs âges, au moment de l'implantation sont répartis de façon équitable entre 20 et 70 ans. Seules deux personnes ont été implantées à un âge supérieur à 70 ans.

L'équipe d'orthophonistes de l'hôpital a souhaité revisiter ses méthodes d'évaluation des patients, car elles leur apparaissaient incomplètes et parfois mal adaptées au niveau de la forme, particulièrement pour les personnes sourdes de naissance. Celles-ci rencontrent des difficultés face au niveau linguistique des épreuves auxquelles elles sont soumises. Nous nous sommes proposée, par ce travail, de porter un regard extérieur et inexpérimenté sur la question afin de tenter d'y apporter des solutions.

Notre première démarche a consisté en plusieurs points traités en parallèle :

- La considération du bilan nancéen et son analyse pour en déterminer les points forts et les lacunes, pour en vérifier la conformité au regard des progrès technologiques et des multiples aspects de la communication.
- Une enquête auprès de différents centres d'implantation français afin d'établir un état des lieux des méthodes d'évaluation, de comprendre la finalité de chaque épreuve et d'en extraire un tronc commun.
- Des observations de passation de bilans qui nous ont permis de nous imprégner de leur réalité et de constater certains problèmes.
- Une comparaison avec les données que nous avons rassemblées dans notre partie théorique.

Le résultat de cette approche nous a amené à reconsidérer la problématique du C.H.R.U. de Nancy. Le niveau linguistique des épreuves entrave d'autres patients que les personnes sourdes de naissance et certains items sont peu ou pas testés comme les variations supra-segmentales et l'abord des phrases en milieu bruyant. Nous avons alors modifié notre problématique de départ en nous orientant vers une actualisation du protocole nancéen avec comme objectifs de créer des listes de phrases accessibles au plus grand nombre de patients possible, d'intégrer ces phrases à des fonds sonores paramétrés et de proposer des épreuves supra-segmentales.

Nous avons ensuite testé ces prototypes d'épreuves auprès de quelques patients afin d'en vérifier la faisabilité et la pertinence et d'en tirer les conclusions qui s'imposent.

II. Le bilan de Nancy

La méthodologie de bilan actuellement appliquée par l'équipe d'orthophonistes de Nancy correspond au protocole d'évaluation francophone de la communication des sourds implantés élaboré par VORMÈS E. et col., de l'hôpital Avicenne à Bobigny en 1990⁷⁹. Il a été créé pour un public d'adultes implantés porteurs d'une surdité pré- ou post-verbale, dans un but d'unification des procédures d'évaluation afin de pouvoir globaliser les résultats et de pronostiquer les bénéfices d'une implantation.

Il propose une standardisation des épreuves en laissant le choix du support verbal, voix du testeur ou enregistrement audio et vidéo des items. Il est prévu pour être passé en une heure, et, par le nombre de ses séquences différentes possibles, évite tout effet d'apprentissage de la part du patient.

Il est composé de trois stades qui correspondent à trois niveaux de surdité et qui proposent une difficulté croissante.

- **Le stade III** qui équivaut à une surdité sévère est coté sur 10 points et analyse l'entrée du patient dans le monde sonore. Il teste :
 1. La fonction d'alerte par cinq bruits émis pendant l'entretien avec le patient. On observe alors la perception ou la non-perception de ces bruits. Les éléments de cette fonction sont récupérés soit lors de l'entretien soit par l'observation directe des réactions des patients.
 2. La discrimination bruit/voix, par des items présentant les mêmes caractéristiques de rythme.
 3. La discrimination voix homme/voix femme sur 10 présentations enregistrées.
 4. La reconnaissance de bruits quotidiens enregistrés.
 5. L'amélioration du contrôle vocal si possible de façon objective. Actuellement, il ne se fait que de façon subjective par l'appréciation du testeur.
 6. Le temps quotidien d'utilisation de l'implant.
 7. L'amélioration de la lecture labiale, par répétition de deux listes phonétiques de Lafon et d'une liste ouverte de phrases de Combescure en lecture labiale seule. Le score obtenu est comparé à celui obtenu avant l'implantation.

⁷⁹ Le protocole complet est consultable dans les annexes.

- **Le stade II**, assimilable à une surdité moyenne sévère possède un maximum de points de 90. Il considère le traitement auditif des informations verbales et comporte :
 1. La reconnaissance d'intonations interrogatives ou affirmatives sur dix phrases courtes. (trois mots maximum).
 1. L'identification de mots thématiques en liste fermée et semi-fermée, sans lecture labiale. Elle est évaluée sur une présentation de dix items.
 2. L'appréciation de différence ou de similitude entre deux mots uni-syllabiques. Cette épreuve est le plus souvent abandonnée par l'équipe à cause de son côté long et fastidieux. Il est remplacé par une épreuve de reconnaissance de voyelles et de consonnes, plus rapide passation à conduire et qui permet de confirmer la validité des réglages audiométriques dans des conditions plus naturelles que ces derniers. Les voyelles sont présentées isolément et les consonnes sont accompagnées de la voyelle [a].
 3. La répétition de listes de phrases ouvertes de Combescure avec lecture labiale.
- **Le stade I** correspond à une évaluation de la communication dans des circonstances plus proches de la réalité. Noté sur 900 points, il comprend :
 1. La répétition de mots en liste ouverte sans lecture labiale, cette liste est constituée de dix mots de longueur et de difficulté lexicale variée.
 2. La reconnaissance de phrases de Combescure dans le calme et sans lecture labiale.
 3. La répétition de deux listes phonétiques de Lafon avec une double cotation portant sur le nombre de mots et de phonèmes correctement restitués.
 4. Une conversation téléphonique convenue.
 5. Une conversation téléphonique libre. Ces deux derniers items sont souvent réunis en un seul.

Ce protocole est accompagné, au préalable, d'un entretien, basé sur une trame écrite : Le Questionnaire sur la Communication Sociale qui permet au testeur d'évaluer les capacités conversationnelles dans des conditions audiolinguistiques habituelles pour le patient, c'est à dire, avec son implant, la lecture labiale et éventuellement une prothèse contro-latérale. L'orthophoniste observe, la dynamique des échanges, si la personne prend spontanément la parole ou pas, si elle arrive à suivre la discussion et si elle s'adapte aux changements de thèmes. Il recueille aussi les éléments qui ne sont pas observables directement concernant les activités mobilisant l'audition (radio, télévision, films, musique, utilisation du téléphone...).

L'équipe de Nancy procède à des évaluations systématiques à l'issue d'une période de 6 mois, 12 mois, 18 mois et 24 mois après l'activation de l'implant. L'évaluation de 3 mois se fait à la demande du patient. Le bilan dure une heure et les épreuves sont essentiellement proposées par la voix du testeur, excepté pour les épreuves de reconnaissance de bruits quotidiens et de discrimination voix d'homme, voix de femme, qui sont enregistrées. La population implantée est principalement constituée de personnes devenues sourdes mais comporte une proportion non négligeable de patients sourds de naissance (25% environ).

Les principales interrogations posées par l'équipe nancéenne concernent :

- Le niveau de langage de certains patients. Les personnes sourdes de naissance se trouvent confrontées à des problèmes de compréhension lexicale et syntaxique décrits précédemment qui diminuent d'autant leurs résultats.
- La saturation de certains tests par les implantés performants et l'absence d'épreuves supplémentaires à leur proposer. Certains patients parviennent rapidement à réaliser les épreuves sans erreur.
- L'épreuve de discrimination voix d'homme / voix de femme, dans laquelle les voix ne sont pas suffisamment différenciables de par la gravité de certaines voix féminines.

Il nous a semblé important, en parallèle à l'observation du protocole pratiqué à Nancy, d'élargir notre recherche aux autres centres d'implantologie, dans le but de vérifier la conformité de ce bilan, de découvrir une éventuelle standardisation des épreuves et de nous ouvrir à d'autres outils d'évaluation.

III. L'enquête

Nous avons tout d'abord établi une liste de ces centres afin de les contacter tous pour avoir une vue la plus complète possible. Il existe actuellement en France 26 centres procédant aux implantations cochléaires.

Pour avoir un maximum de réponses, nous avons préféré joindre les orthophonistes par téléphone en sélectionnant exclusivement les professionnels chargés de l'évaluation de patients adultes.

Ces contacts nous ont permis de présenter notre démarche, d'obtenir le consentement de la personne contactée et se sont conclus par :

- soit un entretien immédiat sur la base du questionnaire établi.
- soit un rendez-vous téléphonique ultérieur.
- soit l'envoi d'un mail avec promesse de réponse.

Sur les 26 centres répertoriés sur le site du CISIC (Centre d'Information sur la Surdité et l'Implant Cochléaire)⁸⁰ nous avons réussi à en contacter 19 et nous avons obtenu 15 réponses correspondant à 57% de la totalité des centres.

D'autre part, nous nous sommes aussi appuyée sur des mémoires orthophoniques traitant du sujet⁸¹, des sites web⁸² et des articles scientifiques présentant les protocoles dévaluation de certaines  quipes⁸³.

Le choix de la communication téléphonique a comporté plusieurs avantages (réponses assurées, parfois à la faveur d'un désistement de patient, dialogues libres et spontanés avec les personnes sond es), mais aussi quelques inconvénients (rapidité de certains entretiens ne permettant pas toujours le recueil de toutes les données et laissant parfois un certain "flou" dans la description exacte de passation de certaines épreuves, prises de notes en parallèle de la conversation). Les durées des communications se sont échelonnées entre dix minutes et une heure.

La trame écrite des points à aborder était de type naïf semi-dirigé, afin de permettre aux orthophonistes de s'exprimer librement sur le sujet et d'appréhender l'orientation philosophique globale de chaque centre.

80 www.cisic.fr.

81 PARENT A. (2002), GROLEAU E. (2006), LEMAITRE A. (2001), FLORIN C. et GUYONVARHO C. (2002).

82 www.g orric.fr, www.surdi13.org.

83 DUMONT A. (1994), VORMES E. et al. (1990)

Il comportait les aspects suivants :

1. Le rythme et le nombre des évaluations.
2. La durée d'un bilan.
3. La présence ou non d'un suivi orthophonique des patients en parallèle aux évaluations.
4. La description détaillée du protocole utilisé en signalant les épreuves répétées à chaque fois.
5. Les supports techniques employés. (voix uniquement, enregistrements audio, vidéos)
6. La pratique ou non d'un enregistrement des productions vocales des patients avant et après l'implantation.
7. Les problèmes éventuels de niveau de langage employé dans certaines épreuves et les adaptations instaurées par l'équipe pour y remédier.
8. La saturation possible des tests par les patients performants et l'introduction d'épreuves supplémentaires pour ceux-ci.
9. Le ressenti de l'équipe par rapport au bilan utilisé en considérant sa pertinence, ses manques et son degré de corrélation avec la réalité auditive du patient.
10. La possibilité de nous transmettre un exemplaire papier de l'évaluation.

IV. Résultats de l'enquête

Ce qui nous a tout d'abord étonné dans cette enquête, c'est l'hétérogénéité de la fonction assumée par les orthophonistes des différents centres. Tous les professionnels assurent les bilans mais certains s'occupent aussi des réglages audiométriques des implants, par des tests d'audiométrie tonale et vocale dans la période péri-opératoire et lors du suivi à long terme. Ce n'est pas le nombre d'implants posés à l'année qui influence cette caractéristique car on la retrouve dans les centres de grande importance tout autant que dans ceux où la pose d'implants est moins développée.

La rééducation des patients n'est pas systématiquement pratiquée par le centre d'implantation, soit par manque de disponibilité des orthophonistes, soit par l'éloignement géographique des patients. Dans un cas, une orthophoniste rééduquant les personnes implantées essaye dans la mesure de ses possibilités, de faire passer les bilans des personnes qu'elle suit, par sa collègue, afin de ne pas influencer les résultats par l'accoutumance que les patients peuvent développer à sa voix.

La population concernée par ces bilans est majoritairement constituée d'adultes devenus sourds, certains centres estimant que les personnes sourdes depuis la naissance, même si elles oralisent couramment, ne peuvent obtenir de bons résultats avec un implant. Ce point de vue rejoint les recommandations de la Haute Autorité de Santé qui n'incluent pas de façon systématique, ces personnes dans les candidats potentiellement implantables.⁸⁴

La localisation géographique de chaque centre exerce une influence certaine sur le niveau linguistique de la population concernée. Les endroits à fort taux d'immigration ou à situation socio-économique difficile, incluent des patients avec un niveau de langue française potentiellement inférieur au reste de la population. C'est un phénomène qui engendre des problèmes de compréhension des items présentés lors des épreuves.

Les versions papier des protocoles n'ont pu être obtenues que dans deux centres car elles restent considérées comme la propriété intellectuelle des services et ne peuvent, à ce titre, être divulguées.

a) Rythme des bilans

Il s'appuie sur le protocole élaboré par un Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC) concernant l'impact coût-utilité de l'implant cochléaire, qui s'est appliqué sur plusieurs années. Certains patients bénéficient encore de ce suivi. Ce protocole impliquait des évaluations à T1,

84 Voir en annexes le document de la Haute Autorité de Santé.

T3, T6, T9, T12, T18, T24, T30, T36, c'est à dire à 1, 3, 6,... mois après l'activation de l'implant.

Le rythme général de ce protocole est respecté mais avec quelques variantes, certains centres ne font pas de bilans avant T3, les échéances T6 et T12 sont présentes partout mais T9 est abandonné en majorité. T18 et T24 ne sont présents que dans un centre sur deux. Par la suite le patient est généralement évalué une fois par an pendant cinq ans minimum. Passé cette date, soit l'orthophoniste ne convoque plus le patient mais reste à sa disposition en cas de besoin, soit il continue à suivre annuellement la personne implantée.

Signalons la particularité du centre de Palavas-les-Flots qui reçoit ses patients par périodes de trois jours, tous les mois les premiers six mois, tous les trimestres jusqu'à T24, puis une à deux fois par an, les années suivantes.

b) La durée du bilan

Elle est variable mais reste concentrée autour d'une heure sans interruption, le temps le plus court est 45 minutes, le plus long 1h30, entretien compris. Seul un centre scinde son bilan en deux temps, séparés par des réglages audiométriques.

c) L'entretien

D'une façon quasi-unanime, c'est une partie très importante si ce n'est la plus importante du bilan. C'est lui qui va refléter le plus fidèlement l'utilisation et les bénéfices que le patient obtient avec son implant. Dans un dialogue spontané ou provoqué avec la personne, l'orthophoniste va constater, déduire et consigner les éléments caractéristiques de son adaptation prothétique. La majeure partie des centres contactés se base sur une conversation spontanée avec une trame écrite réunissant les sujets à aborder tels que la télévision, les bruits environnementaux perçus, la reconnaissance des voix, l'utilisation de la lecture labiale... mais il se concentre aussi sur le ressenti du patient, sa satisfaction et ses désillusions, ainsi que les problèmes qui ont pu survenir lors de l'utilisation de l'implant.

Cet entretien permet au patient de s'adapter à la voix du testeur et d'aborder la situation de test de manière moins anxiogène pour lui, surtout s'il a l'impression de ne pas avoir progressé depuis son dernier bilan. Un centre divise l'entretien en deux parties situées avant et après les épreuves, permettant ainsi de détendre le patient une fois les épreuves passées. Un autre centre s'appuie sur la CAP scale, échelle de Catégorisation des Perceptions Auditives établie pour les enfants de deux à cinq ans, et sur le questionnaire de Nijmegen, qui reprend de façon très détaillée et très complète un inventaire des possibilités auditives du patient et des réactions qu'elles entraînent, lors du bilan à T6. Les thèmes abordés dans ce questionnaire comprennent :

- La perception des bruits qu'ils soient forts ou faibles (téléphone, claquement de porte, chute de clés).
- Les possibilités orales du patient (chuchotements, cris, adaptation de l'intensité).
- La compétence à discriminer les voix et la musique.
- Les aptitudes conversationnelles à deux ou à plusieurs, dans le calme ou dans le bruit, avec des familiers ou des inconnus, le suivi des thèmes évoqués, l'aide de gestes, de la lecture labiale.
- Le ressenti du patient, sa fatigue, sa confiance en lui, la perception de son handicap dans différentes situations quotidiennes, les contrariétés éventuelles, les problèmes rencontrés.
- L'impact de sa surdité dans les activités (emploi, sport, loisirs, achats, voyages).

Un centre insiste sur le bénéfice de la présence d'un proche apportant plus d'objectivité sur la vie quotidienne de la personne implantée par rapport à ses progrès ou ses pertes et ce, malgré l'implication affective inhérente à sa proximité relationnelle avec la personne implantée. La perception objective du patient reste la donnée la plus importante, mais un regard extérieur permet parfois de relativiser les objectifs visés.

d) Les épreuves utilisées

Dans tous les centres, on retrouve des épreuves analytiques et des épreuves de compréhension globale dont l'ordre varie. Certains alternent les types d'épreuves afin de ménager des plages de concentration moindre, d'autres établissent une progression de difficultés. Les items analytiques testent plus particulièrement les performances liées à la technologie de l'implant et les items globaux évaluent l'intelligibilité auditive ainsi que la suppléance mentale.

Si nous reprenons la progression énoncée par ERBER⁸⁵, on s'aperçoit que la **détection** n'est plus testée par les orthophonistes car cette fonction est systématiquement apportée par l'implant du fait des progrès technologiques. En cas de doute, les renseignements sont accessibles par l'observation du patient et son questionnement.

La **discrimination** n'est pas systématiquement présente. Nous ne retrouvons qu'un centre pour tester les différences d'intonation, et quatre centres pour évaluer les oppositions de phonèmes.

L'identification :

La reconnaissance de bruits quotidiens n'est effectuée que dans un centre, une orthophoniste signale que les bruits procurés par un enregistrement

85 Développée précédemment dans la partie théorique p.51

audio ne lui paraissent pas assez naturels pour être reconnus, deux autres centres innovent en proposant l'identification d'instruments de musique pour l'un, et la localisation spatiale de bruits blancs et de sons pour l'autre.

La reconnaissance des phonèmes vocaliques et consonantiques est testée dans dix centres mais les modalités de passation changent d'un centre à l'autre sur plusieurs caractéristiques :

- le nombre tout d'abord, les 17 phonèmes consonantiques sont toujours présentés contrairement aux trois semi-consonnes. Certains centres ne différencient pas les phonèmes vocaliques ouverts et fermés, comme le [ɔ] de [pɔm] et le [o] de [do], le [ø] de [f ø] et le [œ] de [pœR], le nombre total de ces phonèmes passe alors de 16 à 10.
- les phonèmes sont présentés isolément ou intégrés dans une syllabe ou encore dans un mot. Dans les syllabes, les consonnes sont accompagnées soit de la voyelle [a] qui est centrale dans le triangle vocalique et facilement reconnaissable, soit des voyelles [i] et [u] pour comparer les performances avec une voyelle aiguë et grave. Parfois, la lettre [a] entoure la consonne à tester, [a p a], [a f a], etc... Lorsqu'il est associé à un mot, le phonème occupe la position initiale.
- Le nombre de présentations de chaque phonème est au minimum d'une fois mais peut aller jusqu'à cinq.

Les résultats du patient à cette épreuve peuvent être comparés à ceux des épreuves globales pour vérifier si les phonèmes non reconnus dans ce test analytique, sont devinés dans des épreuves impliquant la suppléance mentale.

L'identification de mots s'effectue de plusieurs façons :

- Majoritairement, on retrouve les listes cochléaires de Lafon et de Fournier qui sont des listes standardisées dont la cotation, par nombre de mots et nombre de phonèmes correctement répétés, permet un chiffrage des capacités et une comparaison dans le temps.
- L'usage des listes de mots dissyllabiques de Fournier est instauré dans six centres dont un qui les présente de manière très paramétrée à une intensité de 65dB, émis par des voix d'hommes et de femmes, dans le calme et dans le bruit.
- Un centre teste les logatomes de Dupret sur les patients performants.
- Sont aussi proposées des listes thématiques de façon ouverte ou fermée dans six centres.

La reconnaissance de phrases courantes existe dans quatre centres, elles sont issues de différents tests comme le T.E.P.P.P. (test d'évaluation des

perceptions et productions de la parole)⁸⁶ qui a été, à l'origine, créé pour les enfants de 2 à 10 ans par l'équipe de Montpellier.

La **compréhension** qui mobilise au maximum la suppléance mentale est testée lors de la répétition de phrases phonétiquement équilibrées de Fournier ou de Combescure dans six centres. L'un d'eux s'appuie sur une répétition de texte ce qui induit un contexte favorisant la compréhension, et un autre, pose des questions sur un texte lu au préalable par l'orthophoniste.

Cinq centres utilisent la LIM (Lecture Indirecte Minutée⁸⁷) sur leurs patients.

Les tests au téléphone ne sont pas généralisés, six centres seulement les proposent, avec des disparités de présentation qui comprennent des répétitions de mots, de phrases et des conversations dirigées ou libres. Un centre signale avoir des difficultés à chiffrer la conversation libre.

Les épreuves concernant les mots et les phrases se pratiquent dans différentes situations auditives avec successivement : l'implant seul systématiquement, la lecture labiale isolée pour quatre centres, l'implant associé à la lecture labiale dans sept cas, l'implant et la prothèse contralatérale pour six centres, et l'implant, la lecture labiale et la prothèse contralatérale dans deux centres.

Les mots et les phrases peuvent être testés dans le calme, ce qui se fait dans tous les centres et dans le bruit (pour huit centres), avec un rapport signal/bruit paramétré à 5 et 10 dB. Pour certains orthophonistes, le test dans le bruit n'apporte pas beaucoup de différences lorsqu'il est comparé aux tests dans le silence, pour d'autres, les bruits sont trop artificiels et apportent trop de perturbations par leur côté non naturel. Une orthophoniste considère que les épreuves dans le bruit doivent être réalisées par les régleurs lors des bilans audiométriques afin d'être paramétrées de façon exacte.

Ces épreuves sont influencées par le niveau de langage des patients. Le moment d'apparition de la surdité (pré- ou post-verbal), la présence de bilinguisme, le niveau scolaire ainsi que le niveau socio-culturel conditionnent le degré de développement langagier et la mobilisation de la suppléance mentale. On observe cette influence dans les épreuves utilisant les listes de Lafon, les phrases de Fournier et de Combescure dont les termes sont parfois un peu désuets et éloignés du langage actuel, ainsi que dans l'épreuve de lecture indirecte minutée où les tournures syntaxiques correspondent à un langage écrit qui n'est pas toujours accessible aux patients.

e) Les supports du bilan

Huit centres utilisent exclusivement la voix du testeur lors des évaluations. Les autres se servent de supports enregistrés diffusant soit uniquement un bruit de fond, dans ce cas, cela implique l'utilisation d'un sonomètre par le

86 Description détaillée sur le site : [lesao.com/T-E-P-P-P-test-d-evaluation-des.html]

87 Décrite p.54 de ce mémoire.

testeur pour contrôler le rapport signal/bruit lors des épreuves, soit d'un enregistrement complet dans lequel les paramètres sont entièrement contrôlés. Un centre aborde cette épreuve dans les conditions les plus écologiques possible, en diffusant le bruit de fond sur un angle de 180° par l'intermédiaire de 5 haut-parleurs et en diffusant le signal par un haut-parleur placé face au testé. Cette présentation permet de séparer les sources des flux acoustiques comme cela se produit en situation réelle d'écoute.

f) Enregistrement des patients

Seuls, deux centres pratiquent un enregistrement de la voix des patients en pré-implantation afin de la comparer à la production post-implantatoire, ils utilisent les logiciels Vocalab ou Audacity et s'attachent à déterminer l'intensité des émissions, la hauteur de la fréquence fondamentale et le temps moyen d'émission de mots. Un centre avec une orientation plus musicale enregistre la voix chantée de ses patients et la cote avec l'échelle de Mme Chevrier-Muller, échelle permettant une évaluation objective de la voix. Les autres centres considèrent que la régulation de l'expression vocale se fait spontanément à partir du moment où le patient retrouve la boucle audio-phonatoire grâce à l'implant.

g) Les problèmes rencontrés

Certains patients particulièrement performants arrivent à saturer les tests de compréhension globale grâce à une suppléance mentale importante. Dans ces cas de figure, quelques centres proposent des épreuves musicales mobilisant d'autres zones corticales que celles recrutées pour la perception de la parole et apportant un complément d'informations qui peut influencer de façon positive les perceptions verbales. Mais la plupart se contentent d'une surveillance régulière des capacités en réitérant les épreuves analytiques et globales afin de détecter les régressions éventuelles.

En ce qui concerne les personnes ayant un faible niveau linguistique, la majeure partie des centres résolvent le problème en utilisant des tests pour enfants ayant un vocabulaire et une syntaxe plus accessibles.

Plusieurs centres regrettent l'absence d'un protocole commun.

La plupart considèrent que le bilan reflète assez bien les capacités auditives des patients mais signalent une discordance entre audition et compréhension, l'une n'engendrant pas forcément l'autre.

V. Autres sources d'informations

En parallèle à ce recueil de données, nous avons cherché à comprendre la réalité auditive des sujets implantés grâce à un stage effectué auprès d'une orthophoniste libérale pratiquant la rééducation de ces patients ainsi qu'en assistant, au maximum de nos disponibilités, à des évaluations pratiquées dans les locaux de l'hôpital.

Ces différentes observations nous ont révélé les stratégies d'adaptation des patients. Certains investissent au maximum les données auditives procurées par l'implant allant jusqu'à abandonner leur appareil auditif externe contre-latéral. Ils développent leur perception analytique en suivant une rééducation orthophonique assidue, profitent de toutes les possibilités offertes pour améliorer leur intégration dans le monde sonore comme les boucles électromagnétiques, s'entraînent régulièrement et recherchent des possibilités d'amélioration de leur confort auditif.

D'autres s'appuient fortement sur leur capacité en lecture labiale et sur les informations complémentaires apportées par leur prothèse contre-latérale. Ils ont une approche plus globale des informations et font jouer leur suppléance mentale en prenant en compte le contexte d'énonciation.

Ces deux orientations semblent entraîner des conséquences lors des tests. L'approche globale ne permet pas au locuteur de répéter les phrases ou les mots lorsque le sens n'en est pas compris. La démarche analytique paraît amoindrir la suppléance mentale, le patient ayant du mal à modifier ce qu'il pense avoir perçu pour l'intégrer à la phrase émise afin qu'elle prenne sens.

Dans tous les cas, le moment du bilan reste une période stressante qui concrétise le travail des personnes et qui infirme ou affirme leurs impressions concernant leur capacité auditive.

Nous avons pu constater, au cours de nos observations, que les tournures syntaxiques et le lexique employés dans les phrases de Combescure pouvaient empêcher ou du moins entraver leur compréhension par le patient soit par manque de pragmatisme : « *Je te dis que mon vin s'abime à la cave.* », un patient fera remarquer que le vin se bonifie plutôt qu'il ne s'abime à la cave; soit par utilisation de termes désuets : « *Une raison est exigée par les ravisseurs.* », « *Il se garantira du froid avec ce bon capuchon.* », « *Le chevrier a corné pour rassembler ses troupeaux.* »

VI. Analyse

a) Des éléments de l'enquête

L'extrême diversité des protocoles utilisés démontre que chaque équipe a su développer une faculté certaine de recherche et d'adaptation aux patients afin de répondre aux besoins et aux aspirations des personnes implantées.

Dans chaque centre, on retrouve un suivi attentif et rigoureux des acquisitions des patients au niveau individuel avec une démarche qui s'appuie sur les données recueillies en pré-implantation, permettant une considération longitudinale. L'état actuel des variations d'évaluation ne permet pas une analyse transversale des résultats.

Lorsque l'hôpital possède une équipe de plusieurs orthophonistes ceux-ci travaillent en concertation, leur expérience profitant parfois aux professionnels de centres géographiquement proches.

L'entretien, par le recueil d'informations pragmatiques et l'attention qu'il porte au ressenti du patient, est le point central de l'évaluation étayée par des épreuves objectives particulières à chaque centre. Même si les modalités de recueil des informations diffèrent, dialogue semi-dirigé ou questionnaire, les thèmes abordés sont semblables : satisfaction par rapport à l'implant, confort auditif, reconnaissance de bruits quotidiens et familiers, reconnaissance de voix familières, nécessité ou non de recourir à la lecture labiale pour comprendre la parole, l'écoute de la radio, de la télévision, du téléphone, les réactions face à la musique, etc... Le degré de progression des capacités auditives des personnes implantées est respecté et les items utilisés se placent dans le champ de compétences du patient, le but étant d'éviter de le mettre en échec.

On peut observer une divergence d'opinion sur la pertinence de certains éléments à tester ainsi que sur les méthodes à appliquer pour les tester. Une épreuve qui semble incontournable et primordiale pour un centre, ne l'est pas forcément pour un autre qui la trouve secondaire ou ne faisant pas partie de ses attributions. Par exemple, les phrases dans le bruit doivent être testées systématiquement pour un centre alors qu'un autre considère qu'elles apportent peu de données supplémentaires sur l'audition du patient et qu'un autre encore, ne les conçoit que dans le cadre d'une audiométrie vocale.

Malgré cela, il est possible de définir un socle commun correspondant au but de l'évaluation qui est de mesurer le degré d'intégration de la personne implantée dans le champ de la communication verbale avec son versant perceptif et son versant compréhension. Il comporte :

- Un entretien, dont la forme et le but ont été développés précédemment.
- Un versant analytique de la perception auditive, dans lequel les possibilités de suppléance mentale sont minimales et qui oblige le patient à se centrer exclusivement sur ce qu'il perçoit. Il comprend les épreuves :
 - de comparaison de mots unisyllabiques.
 - de reconnaissance de phonèmes (vocaliques et consonantiques).
 - de répétition de mots unisyllabiques (liste de Lafon ou de Fournier) ou de logatomes. Nous avons choisi de mettre les listes de Lafon et de Fournier dans cette catégorie car nous considérons que la signification de chaque item n'influence que très peu la répétition étant donnée la brièveté des éléments, et que les résultats à cette épreuve dépendent principalement de l'analyse acoustique du patient. De plus certains patients ne possédant pas le vocabulaire employé dans ces listes, la situation s'apparente pour eux à une répétition de logatomes.

Malgré le fait que ce versant soit déjà largement mesuré par les régleurs des services d'audiométrie, il y a parfois des discordances entre les résultats obtenus en audiométrie vocale et ceux révélés par les épreuves passées dans le bureau de l'orthophoniste. Il teste réellement l'apport de l'implant et sert à détecter les progrès et les pertes de perception des items sans l'intervention de la suppléance mentale ni de la lecture labiale. Il apporte une concrétisation des bénéfices obtenus par un entraînement et une stimulation régulière.

- Un versant global, qui aborde la compréhension de ce qui est énoncé en incluant le co-texte et le contexte, activant la suppléance mentale et représentant l'adaptation réalisée par le patient, pour passer des informations qu'il reçoit aux capacités qu'il mobilise. On l'observe dans les épreuves :
 - de compréhension de listes thématiques.
 - de répétition de phrases dans le calme et dans le bruit.
 - de compréhension de mots en liste ouverte.
 - de répétition ou de compréhension de textes.
 - de conversation téléphonique.

Certes, cette appréhension de la communication par les phrases possède un inévitable aspect artificiel par le vocabulaire et les tournures syntaxiques employés qui sont inhérents à la structure

scripturale des items, ainsi que par l'aspect phonétiquement équilibré qui ne considère les phonèmes que de façon isolée, négligeant les phénomènes de co-articulation existants dans le langage parlé. Mais il témoigne néanmoins des possibilités du patient en prenant en compte toutes les données verbales disponibles participant à la compréhension. De toutes les épreuves, ce sont celles qui se rapprochent le plus de la réalité conversationnelle du patient.

Cette classification s'éloigne quelque peu de la classification de ERBER, développée p.52, mais elle permet, au niveau des épreuves de déterminer si l'on teste les possibilités de l'implant, ou les capacités du patient. Il est possible toutefois de relier ces deux classements si l'on considère que la détection et la discrimination recrutent le versant analytique et que la compréhension mobilise l'approche globale. L'identification fait intervenir l'une ou l'autre de ces fonctions selon le degré de participation de la suppléance mentale.

Quelques épreuves présentées dans plusieurs centres ont retenu notre attention :

- La lecture indirecte minutée (LIM) , nous paraît correspondre à une certaine réalité auditive dans la mesure où le texte possède un niveau linguistique en rapport avec les capacités des patients. Pourtant nous avons des doutes sur l'utilité du minutage qui nous apparaît être plus une recherche de performance, qu'une évaluation de compréhension. Les auteurs s'accordent à dire que la personne implantée reste une personne sourde. Son handicap et la technologie de l'implant ne lui permettent pas d'obtenir la même rapidité de traitement auditif que celui d'un normo-entendant. Nous préférons ne retenir de cette épreuve que l'idée de répétition d'un texte, apportant un contexte qui en facilite l'intégration.
- Les questions portant sur un texte lu au préalable se rapportent bien à l'évaluation de la compréhension mais ici aussi nous émettons un doute en arguant qu'elle mobilise en parallèle fortement la mémoire chez une personne qui utilise déjà une grande partie de son énergie dans la perception.
- La reconnaissance d'instruments de musique permet d'élargir le champ des évaluations à des éléments non verbaux. Elle peut être proposée à chaque patient, afin de tester l'apport de l'implant dans un domaine autre que l'aspect verbal des informations auditives.
- Les tests avec un bruit de fond se rapprochent des situations écologiques recherchées dans les tests même si leur présentation reste encore éloignée de la réalité du fait de leur modalité enregistrée. Le bruit et le signal proviennent de la même source sonore, ce qui n'est jamais le cas dans la vie et cela augmente la difficulté pour le patient, mais les réaliser de façon plus réelle, impliquerait un matériel et une organisation lourde.

En contre partie, les éléments supra-segmentaux nous sont apparus peu développés par les différents centres. Il nous apparaît pourtant nécessaire qu'ils soient maintenus et développés. Dans une situation courante de communication, le rythme d'élocution, les accentuations portées sur certains éléments, la mélodie employée pour ne citer que ceux qui ne dépendent que de l'audition, participent de façon importante à la compréhension d'un message. Ils permettent d'appréhender au delà des mots émis l'intention du locuteur, son humeur, les sous-entendus de son message, la contradiction entre les mots employés et la signification réelle des paroles. Ils délimitent également les syntagmes permettant entre autre, de différencier des phrases homophones.

De plus, ces épreuves (discriminations de bruit/voix, d'intonation, la reconnaissance de bruits quotidiens), même si elles sont généralement réussies représentent une valeur rassurante pour le patient. Elles permettent de le conforter quant à la normalisation de ce qu'il perçoit, elles le familiarisent avec la situation d'évaluation et le sécurisent dans ses capacités à réussir. Elles le sensibilisent aussi au fait que ces éléments supra-segmentaux interviennent également dans le processus de compréhension et ce, d'autant plus que certaines études montrent que s'exercer à la reconnaissance des bruits de l'environnement stimule la finesse de perception des sons de la parole. Cela renforce le concept qui énonce que entendre percevoir et comprendre sont des entités différentes ne s'impliquant pas l'une par rapport à l'autre.

Du point de vue de la forme des épreuves, comme nous l'avons signalé dans la partie théorique concernant le bilan, l'idéal serait une compilation audio de tous les items afin d'en unifier la présentation. Mais cette orientation augmente significativement la difficulté de perception par le patient car elle crée un intermédiaire modifiant l'aspect de l'influx acoustique proposé. Ce dernier perd alors sa propriété analogique et le son parvenant aux centres corticaux du patient subit jusqu'à deux fois une transformation numérique (selon le type de processeur), ce qui nuit fortement à sa perception. En outre, cette présentation hautement impersonnelle supprime le contact direct inhérent à toute situation de conversation. Certains patients recherchent ce contact humanisé qui permet de sublimer la fonction phatique des interactions verbales, ils en ont besoin pour s'impliquer totalement dans la relation. Ils s'y appuient pour maintenir leur confiance en leur capacités relationnelles.

b) Du bilan de Nancy

Ces constatations issues de l'enquête et de nos observations sur le terrain, nous ont permis de regarder d'un œil neuf le bilan de Nancy.

Le protocole tel qu'il se présente actuellement nous paraît correspondre globalement aux éléments développés dans l'analyse mais gagnerait à être complété sur certains points.

Au regard des pratiques des autres centres, le versant analytique verbal nous semble être testé de façon complète, ne nécessitant pas l'ajout d'épreuves supplémentaires.

Nous estimons que l'analyse supra-segmentale gagnerait à être plus développée afin de compléter et stimuler l'analyse verbale selon l'objectif que nous avons précisé dans les pages précédentes.

Quant à la compréhension globale, nous avons remarqué l'absence d'épreuves dans le bruit et de présentation de phrases en contexte alors qu'il s'agit des situations les plus écologiques.

Pour résumer les résultats de cette analyse, nous en arrivons à considérer que l'évaluation doit comporter un nombre d'items limités mais facilement reproductibles et ciblés sur des fonctions précises tout en étant applicables à tous les patients. Nous avons émis l'hypothèse que pour être complet, un bilan devait prendre en considération cinq points essentiels pour évaluer les possibilités de communication des personnes implantées et que nous relierions ci-dessous avec les notions développées dans notre partie théorique afin de visualiser ce qu'ils testent réellement :

- Le ressenti du patient, que l'on appréhende par l'entretien abordant les aspects sociaux et psychologiques.
- L'analyse des éléments supra-segmentaux audibles qui révèlent les capacités à percevoir les variations de la fréquence fondamentale, du rythme, des césures de la chaîne sonore. Ils sont à tester sur des épreuves verbales et non verbales comme la discrimination de bruit/voix, de voix homme/femme, la perception d'intonation et la reconnaissance de bruits et d'instruments de musique.
- L'abord analytique des informations procurées par l'implant qui permet l'extraction et la reconnaissance des invariants de la chaîne parlée en les reliant à des connaissances mémorisées. Cet aspect apparaît dans les épreuves de répétition de phonèmes et plus ou moins dans les listes de mots monosyllabiques de Lafon et vient compléter les données audiométriques.
- La compréhension des données verbales qui implique la participation de la suppléance mentale, de la mémoire et de l'attention, à des degrés croissants selon qu'il s'agit de mots en liste ouverte, de

phrases, de textes à répéter ou de conversations libres. Elle se teste dans le calme, mais aussi dans le bruit et dans des situations d'information réduite comme le téléphone pour apprécier la capacité de démasquage et d'organisation des informations en flux, permettant l'élaboration de scènes auditives et l'extraction de la parole "utile".

- L'importance des compléments d'information apportés par la lecture labiale et la prothèse contro-latérale qui en augmentant le nombre de données sensorielles facilite la compréhension. On les teste associés à l'implant lors de l'entretien, mais la lecture labiale doit être considérée de façon isolée pour en observer ses fluctuations.

Dans sa forme, cette évaluation se situe dans un équilibre précaire entre la réalité de communication, les impératifs liés au fonctionnement de l'implant, les conséquences de la surdité subsistant malgré la prothèse, les possibilités du patient et la situation de test. Elle doit intégrer des aspects contradictoires comme :

- un rythme d'élocution naturel et la nécessité de ralentir le débit verbal pour que le patient puisse avoir le temps de traiter les informations acoustiques.
- un choix de voix différentes susceptibles d'être rencontrées dans la vie courante et la voix unique du testeur à laquelle le patient peut s'habituer ce qui améliore de manière artificielle son score.
- l'énonciation de vive voix par l'orthophoniste et l'enregistrement qui altère les informations fournies.
- la composition lexicale et syntaxique des items qui satisfont un besoin d'uniformisation et les connaissances effectives du patient.
- les possibilités offertes par l'implant et les capacités utilisées par le testé.

Ces perspectives nous ont conduit à imaginer quelques épreuves visant à compléter le bilan actuel de façon à ce que chaque épreuve cible un ou plusieurs aspects de la communication de la façon la plus précise possible.

VII. Propositions d'épreuves

Ces épreuves de par les items dont elles sont composées ont nécessité un support audio et ont abouti à l'élaboration d'un CD. Devant l'impossibilité de disposer d'un studio d'enregistrement et pour des raisons de disponibilité des personnes prêtant leurs voix, les enregistrements se sont déroulés à notre domicile. Pour ce faire, nous avons utilisé un micro d'enregistrement stéréo ECM.MS907 de marque SONY. Les prises de son ont été effectuées en qualité WAV.

Nous avons dû découvrir et nous familiariser avec trois logiciels de traitement de sons, Audacity, Praat et Sound Forge.

Audacity est un logiciel gratuit, en français, qui nous a permis de façon simple de mixer les différentes pistes d'enregistrement, en mélangeant plusieurs voix sur une même piste ou en ajoutant un bruit de fond aux listes de phrases.

Praat est spécialisé dans le traitement acoustique, il nous a permis de visualiser les spectres des items, d'en définir leur intensité, leur fréquence fondamentale, ainsi que les valeurs des différents formants.

Sound Forge, comme le logiciel Praat, est en anglais, il s'adresse aux professionnels du son. Grâce à lui, nous avons pu uniformiser l'intensité des enregistrements en les amplifiant ou en les réduisant, ce qui a rendu possible l'établissement d'un rapport signal/bruit contrôlé.

Les épreuves que nous présentons ci-après, abordent, la compréhension globale pour les trois premières avec des listes de phrases créées pour l'occasion, ces mêmes phrases sont proposées avec un bruit de fond, et sont suivies de propositions de textes à répéter. Les six épreuves suivantes ont pour but l'évaluation d'indices non verbaux soit, les bruits, les caractéristiques de la voix et l'abord de la musique⁸⁸.

88 Les supports écrits des épreuves sont présentés dans les annexes.

a) Élaboration de listes de phrases

Nous avons considéré que les patients avec un faible niveau linguistique qui posaient problème aux orthophonistes de Nancy pouvaient bénéficier d'épreuves existantes, créées pour les enfants, comme cela se pratique dans de nombreux centres d'implantologie. Cette solution, nous le comprenons bien, n'est pas satisfaisante, les connaissances lexicales et les pratiques verbales étant bien différentes dans ces deux groupes. Mais elle est la seule actuellement accessible en attendant la mise en place de solutions adaptées qui nécessitent un partenariat avec des sociologues et des linguistes. Pour les autres personnes possédant un niveau lexical et syntaxique correct mais pouvant être gênées par certains termes ou certaines tournures de phrases, nous avons tenté de créer des listes actualisées du point de vue des thèmes abordés et du lexique utilisé. Nous nous sommes appuyée sur une épreuve franco-québécoise de lecture labiale.⁸⁹

A l'image de ce test, nous avons voulu établir des phrases dont la longueur ne mobilisait pas la mémoire de façon trop importante, avec un vocabulaire accessible à tous et se rapprochant le plus possible du langage parlé courant, incluant des phrases interrogatives et négatives sans lien entre elles. En vue de pouvoir s'intégrer dans le bilan existant, nous avons rajouté quelques impératifs supplémentaires, à savoir, que les phrases doivent être regroupées par 10 comme dans les listes de Combescure afin de pouvoir entrer dans le système de cotation utilisé et que ces groupes doivent comporter un nombre à peu près similaire de phonèmes pour équilibrer leur difficulté. Les listes présentées possèdent entre 197 et 203 phonèmes. Elles doivent en outre comprendre tous les phonèmes du français semi-voyelles comprises. Seul le phonème [ɥ] n'apparaît pas dans les listes à cause du peu de mots courants le comportant. Nous avons tenu compte des liaisons faites à l'oral entre les mots pour comptabiliser les phonèmes. Nous avons gardé les différences entre voyelles ouvertes et voyelles fermées sauf pour le phonème [ɛ̃] qui, pour des raisons de prononciation régionale, n'est pas différencié à l'oral. Nous n'avons pas tenu compte des différences entre le [a] de sac et le [ɑ] de pâte. L'équilibre phonétique, recherché en première intention s'est révélé impossible à réaliser sans perdre la simplicité lexicale et la notion de langage parlé.

Ces listes ont été créées en plusieurs tentatives. Sur les conseils de linguistes, nous avons effectué des recherches afin de consulter des corpus de dialogues correspondant à du langage parlé mais ils ne nous ont pas paru exploitables, aussi nous avons conservé les propositions d'origine tout en les adaptant au mieux, au regard de notre courte expérience.

89 LALANDE N.M. et al., (1989), *Développement d'une épreuve franco-québécoise de lecture labiale*, article.

Nous avons abouti aux listes suivantes :

Liste 1 (200 phonèmes)

- Je n'comprend pas c'que vous dites.
- Les trains ne sont jamais à l'heure.
- Il m'a juste fait un signe de loin.
- Les chats se sont battus toute la nuit.
- Sa voiture neuve est déjà rayée.
- Les ennuis ont commencé quand il est arrivé.
- Vous aimez le poisson ?
- Vous avez mal à la gorge ?
- Il prend son temps pour faire les courses.
- Les grands magasins sont ouverts le dimanche.

Liste 2 (197 phonèmes)

- Ils ont eu un accident avec son père.
- J'ai attendu tout le matin pour rien.
- Est-c'que celui qui crie le plus fort a raison ?
- Il doit venir me chercher mais j'y crois pas trop.
- Je n'ai pas de monnaie, je fais un chèque.
- Tu veux encore du gigot ?
- Il n'est pas malade du cœur.
- Il faut déboucher l'évier.
- Elle veut qu'on lui fasse un chignon.
- Je n'ai pas pu faire les courses.

Liste 3 (199 phonèmes)

- Le chômage n'arrête pas d'augmenter.
- Vous ne partirez qu'au signal.
- Tu as déneigé le trottoir ?
- J'ai peur que le rôti soit trop cuit.

- Les maçons ont travaillé hier.
- Le ciel est dégagé, il va faire beau.
- Nos voisins du d'ssous sont partis en vacances.
- Le bord de mer est agréable.
- Peux-tu m'dire s'il fait froid dehors ?
- Mon pantalon gris est troué.

Liste 4 (197 *phonèmes*)

- Il fait déjà nuit? Quelle heure est-il ?
- Il n'y a pas d' place pour se garer.
- Les pompiers ont éteint le feu.
- Tu aimes les champignons des bois ?
- Il est moins le quart, le bus est déjà passé.
- La paye arrive tous les 25 du mois.
- La douche fuit, il y a de l'eau partout.
- Les escaliers nous épuisent.
- Ces grands rideaux ne sont pas beaux.
- Elle est trop vieille pour travailler.

Liste 5 (201 *phonèmes*)

- Ne t'approche pas du feu, ça brûle.
- Toutes les c'risés ont été mangées par les oiseaux.
- Est-c'que quelqu'un connaît le chemin ?
- Cela fait une semaine qu'il pleut sans arrêt.
- Dès que l'eau bout, mets-y les nouilles.
- Je vous accompagne à la gare ?
- Regarde si la porte est bien fermée.
- Il a remboursé toutes ses dettes.
- Les fruits sont meilleurs en été.
- Ces lapins ne sont pas très gros.

Liste 6 (197 *phonèmes*)

- Il est fâché de n'avoir pas pu venir.
- T'aimes les alcools forts ou pas ?
- Elle a fait des beignets tout l'après-midi.
- Lequel parmi vous n'a jamais eu d'accident ?
- Les gorilles du zoo sont bien vieux.
- Ils ont eu leur permis de conduire.
- L'odeur de l'ail me rend malade.
- Nous ne sommes pas partis à temps.
- Les freins ont lâchés dans la pente.
- Cet homme n'est jamais prêt.

Liste 7 (199 *phonèmes*)

- Je cherche mon peigne, tu l'as vu ?
- Il n'a pas gelé cette nuit.
- J'ai épluché toutes les pommes de terre.
- Le gardien n'a rien vu de spécial.
- Il faut bien faire son boulot.
- Les deux me plaisent, j'peux pas choisir.
- Ils ont dû changer les rails pour le TGV.
- Ma sœur est tout le temps au cinéma.
- Ses cris d'sauvage ont dû réveiller toute la ville.
- Est-c'que quelqu'un a les clés ?

Liste 8 (199 *phonèmes*)

- Vous avez du feu s'il vous plaît ?
- Hier, il a enfin gagné au tiercé.
- La grille du four est brûlante.
- Au mois de mars, on bêche son jardin.
- Il ne connaît pas son numéro par cœur.

- Vous avez appelé le docteur ?
- L'équipe a perdu trois fois de suite.
- Ils n'ont pas trouvé de pain frais.
- J'ai perdu tous les boutons d'ma veste.
- La télévision est en panne.

Liste 9 (203 phonèmes)

- Je prends une pizza aux fruits de mer.
- D'ici, on aperçoit la montagne.
- Il bricole un peu le dimanche ?
- Il fait froid pour aller aux champignons.
- Tous les jours, c'est un problème pour se garer.
- Tu dois partir tôt, les trains sont en grève.
- La paille protège les rosiers.
- Il n'y a pas trop de bruit.
- Faut-il acheter du beurre ?
- Ton fils n'est pas plus grand que le mien.

Liste 10 (197 phonèmes)

- Le poulet est cuit, on peut manger ?
- Il n'a pas vu la voiture arriver.
- C'est la place de la foire.
- Le goal n'a pas arrêté le ballon.
- Rebouche la bouteille avant qu'elle tombe.
- Ces vignes là, ne donnent plus rien.
- Lave-toi les mains, elles sont sales.
- Tu les trouves mignons toi, ces chatons ?
- Ils lui ont volé tous ses papiers dans le train.
- Il a un peu peur d'y aller tout seul.

Ces listes ont été enregistrées, mais peuvent être présentées par la voix du testeur avec ou sans lecture labiale comme cela est pratiqué actuellement

avec les listes de Combescure. Nous avons fait le choix de faire lire les listes par des personnes différentes pour appréhender l'impact de la voix du locuteur sur la compréhension du message.

b) Épreuve de répétition de phrases dans le bruit

Nous avons repris les phrases créées précédemment et nous les avons placées dans un bruit de fond avec un rapport signal/bruit de 10dB et de 5dB. Les bruits de fond proviennent d'une banque de sons gratuite trouvée sur internet⁹⁰, ils correspondent à des bruits de rue italienne et belge, de marché belge, de restaurant et de bar français. Ils ont été mixés aléatoirement avec les phrases.

Cette épreuve a pour but de rapprocher la situation d'évaluation du patient, des conditions habituelles d'audition, mais n'est à proposer que lorsque le patient obtient de bons scores pour les phrases dans le calme.

c) La répétition de textes

Dans le but de proposer aux patients un texte à répéter qui ne soit pas trop littéraire afin que les tournures syntaxiques soient accessibles au plus grand nombre de patients, nous avons prélevé trois textes de longueur croissante sur un site internet dédié à l'apprentissage du Français Langue Étrangère ⁹¹. Les textes sont d'abord lus dans leur totalité à un rythme légèrement ralenti, puis repris par unités de sens, sans que les séquences soient trop longues afin de ménager les efforts de mémorisation des patients.

Le but de cette épreuve est d'observer la capacité des patients à comprendre un texte au point de pouvoir le répéter. La présence du contexte facilite la compréhension et mobilise la suppléance mentale.

Nous avons décidé, pour rester dans l'orientation générale de ce qui se pratique dans les autres centres, de prendre des textes écrits plutôt que des dialogues afin d'en faciliter la présentation. Il n'y a qu'une seule voix à percevoir. Ces textes abordent des sujets suffisamment neutres pour être accessibles à tous.

Le premier texte comporte 63 mots :

A la montagne.

La montagne pour beaucoup de gens représente le plaisir et le repos. Pourtant, les personnes qui y vivent et y travaillent toute l'année trouvent la vie plutôt difficile. Le climat est rude, la neige recouvre tout pendant de longs mois. Petit à petit, les jeunes quittent la montagne pour la plaine et la ville. Les villages se vident et tombent en ruines.

90 www.soundbank

91 www.francaisfacile.com/cours-audios.php

Le deuxième texte possède 99 mots :

Un bébé curieux.

Marine est un bébé aux joues roses et bien pleines, ses sourcils recourbés donnent à ses grands yeux un air perpétuellement étonné. Elle joue dans le salon, sous les regards attendris de ses grands-parents, murmurant quelques paroles compréhensibles d'elle seule. Elle se met à quatre pattes et file en direction d'un objet étrange tombé sous la table basse. De ses petites mains potelées, elle le ramasse et sourit. Elle s'assied, observe la chose attentivement, goûte, fait la grimace, crie et le jette. Elle repart alors vers d'autres horizons de cet endroit si riche en découvertes.

Le troisième texte est constitué de 261 mots :

Histoire de loups.

Voilà une étrange histoire de loups vécue par un voyageur dans la région des Cévennes. Un paysan fut appelé pour ses affaires à Montpellier. Il s'y rendait à pied. Il était encore à plusieurs kilomètres du village de Saint-Martin de Londres où il devait faire étape, quand la nuit tomba.

Pour arriver plus vite, il décida de couper à travers un bois de chênes mais il s'égara. Soudain, il aperçut la lueur d'un grand feu. Il se dirigea vers la lumière et un spectacle hallucinant le cloua sur place. Dans une clairière, des loups étaient rassemblés, assis en rond autour d'un feu.

A l'approche du paysan, les bêtes se dressèrent et commencèrent à gronder. Mais soudain, un sifflement retentit et les loups reprirent leurs places calmement. Le voyageur tourna les yeux vers le lieu d'où était venu le sifflement et découvrit un homme qui lui dit: « N'aie pas peur, ils ne te toucheront pas, repose-toi, puis je te prêterai deux d'entre eux pour te protéger dans la traversée de la forêt. »

Un peu plus tard, le paysan repartit vers Saint-Martin de Londres encadré par deux loups superbes. A la sortie du bois, il aperçut un mas. Là, il donna à manger aux loups qui retournèrent ensuite dans la forêt.

En bavardant avec les gens du mas, le voyageur apprit qui était l'homme mystérieux qui faisait obéir les bêtes. C'était Jean, le meneur de loups. Dans la région, on l'accusait d'avoir fait un pacte avec le diable.

d) Discrimination de bruit/voix

Nous avons revisité l'épreuve de discrimination bruit/voix afin de proposer des bruits dont on connaissait la fréquence dans un souci de contrôle des items, et dont le rythme se rapprochait de celui de la langue parlée. La voix de femme offre un fondamental compris entre 256 et 335 Hz, respectivement dans l'ordre de passage, 256, 274, 265, 292, 269 et 335 Hz. Les bruits

viennent d'une banque de sons issue d'internet⁹², ils ont des fréquences de 190, 343, 119 et 358 Hz, nous les avons légèrement transformés afin qu'ils aient un rythme proche de la voix.

La présentation actuelle de cette épreuve se fait avec la voix du testeur et des coups frappés sur différents supports (table, main,...), les bruits produits sont de fréquence grave, contrastant beaucoup avec la voix. En respectant un écart de fréquence réduit, nous pensons mieux pouvoir observer l'influence du rythme et de la fréquence sur les réponses du patient.

e) Discrimination de voix d'homme ou de femme

Une autre cible de notre travail a été de modifier l'épreuve de discrimination de voix masculine et féminine suite à une doléance de l'équipe de Nancy qui trouvait que les voix n'étaient pas facilement différenciables pour les patients. Nous avons gardé les cinq phrases existantes et nous leur en avons adjoint cinq autres. Les voix ont été sélectionnées d'après la valeur de leur fondamental, afin de présenter une différence bien marquée de façon à réduire au maximum le risque de confusions. Le fondamental des voix d'hommes est inférieur à 150 Hz, celui des voix de femmes est supérieur à 250 Hz.

Les dix phrases présentées sont :

- Il se fait tard (*voix d'homme, F0= 96 Hz*)
- Quelle belle journée (*voix d'homme, F0= 126 Hz*)
- Pourquoi pas (*voix de femme, F0= 303 Hz*)
- Où ça (*voix de femme, F0= 298 Hz*)
- Ah (*voix d'homme, F0= 131 Hz*)
- Attention (*voix de femme, F0= 358 Hz*)
- Il fait froid (*voix d'homme, F0= 94 Hz*)
- Tu viens (*voix de femme, F0= 277 Hz*)
- J'ai faim (*voix de femme, F0= 301 Hz*)
- Oui ou non (*voix d'homme, F0= 150 Hz*)

f) Reconnaissance d'intonation

Nous avons remarqué que les 10 phrases de cette épreuve étaient présentées deux fois, une sous la forme interrogative et l'autre de façon affirmative, ce qui pouvait induire une déduction faussant les résultats obtenus. Nous avons donc imaginé ne les proposer qu'une fois accompagnées d'un support écrit présentant les phrases dans leur ordre d'émission, afin de soulager l'effort de compréhension et de permettre au patient de se concentrer sur les variations mélodiques.

92 www.soundbank.

La consigne était la suivante : « *Voici une liste de phrases qui vont être dites dans l'ordre. Vous devrez me dire après chacune si c'est une interrogation (une question) ou une affirmation.* »

g) Reconnaissance d'émotions

Pour cette épreuve, la même phrase : « *Est-ce que tu peux me dire ce que tu fais ici.* » est verbalisée en exprimant diverses émotions, la surprise, l'agacement, la tristesse, la colère, la joie et la peur. Nous nous sommes inspirée d'exercices utilisés en technique théâtrale. Le patient, comme pour la reconnaissance d'intonation, a connaissance de ce qui est dit, l'objectif de ce test est de constater si la personne utilise sa perception des rythmes, des pauses et des accentuations pour se prononcer.

h) Reconnaissance d'instruments de musique

Les instruments de musique ont été choisis sur des caractéristiques de rythme et de timbre facilement reconnaissables par une personne normo-entendante. Sont présentés successivement: un accordéon, un violon alto, une flûte, une mandoline, un piano, une trompette, une guitare, un saxophone, des percussions et une cornemuse. Ils ont été présentés avec un support écrit en liste fermée dont l'ordre est aléatoire, dans des extraits de 15 secondes minimum. L'écoute était précédée d'explications sur les instruments peu ou pas connus du patient.

i) Reconnaissance de type de mélodies

Les styles musicaux comprennent du jazz, du slam, de la musique classique, une ballade, de la musique folk, du reggae, de la musique tzigane, du disco, de la musique militaire et un tango. Ici encore, nous avons tenté de prendre des styles très différents pour que la reconnaissance dépende du timbre des instruments, du rythme et des variations mélodiques des extraits. Cette épreuve permet d'aborder les capacités à traiter les sons provenant de différentes sources sonores sans que des items verbaux n'entrent en jeu. Comme pour les instruments, nous avons vérifié que les patients connaissaient les musiques présentées et nous leur avons fourni les explications nécessaires le cas échéant.

VIII. Applications des épreuves

Nous avons expérimenté ces différentes épreuves auprès de 6 patients :

–Mme F., 51 ans, en activité, implantée depuis 5 ans, avec un implant MedEl, elle présente une surdité d'origine génétique apparue à l'âge de 26 ans. Au moment où nous l'avons vu, son processeur venait d'être changé et elle s'y était parfaitement adaptée. Elle porte en permanence une prothèse contrôlatérale qu'elle a désactivée pour passer les tests.

–Mr P., 74 ans, retraité, implanté une première fois en 2006, ré-implanté sur la même oreille en 2009 avec un implant de marque Neurelec. Il présente des acouphènes depuis 15 ans, et a perdu l'audition progressivement. Lors de notre visite, le processeur de Mr P. était réglé de façon à réduire les apports acoustiques au minimum, dans le but de mettre le nerf auditif au repos, car il souffre de fluctuations de son audition depuis l'activation de son implant. Ses capacités auditives s'en trouvent fortement altérées. Il a, malgré tout, tenu à participer aux tests.

–Mr H., 74 ans, retraité, implanté depuis 1 an, avec un implant MXM, il présente une otospongiose opérée à plusieurs reprises. Nous avons suivi sa rééducation pendant plusieurs mois. Il avoue ne pas s'intéresser à la musique mais montre de bonnes performances en compréhension verbale ainsi qu'en suppléance mentale. Ses résultats à nos épreuves, nous ont surpris par la faiblesse de leurs scores comparés aux résultats qu'il obtient habituellement, nous subodorons que la présentation enregistrée altère fortement sa perception.

–Mme G., 50 ans, sans emploi actuellement, implantée depuis 3 mois, avec un implant Nucleus, ayant présenté une surdité brusque après exposition au froid dans un contexte d'otites récurrentes. Motivée et volontaire, elle s'exerce tous les jours pour améliorer ses performances, elle semble très soutenue et stimulée par son entourage.

–Mme R., 42 ans, en activité partielle, implantée depuis 6 mois, avec un implant Nucleus, victime d'une méningite à l'âge de 7 ans et ayant perdu la totalité de son audition à l'adolescence. Avec deux enfants et un mari, elle est stimulée auditivement mais reconnaît s'appuyer beaucoup sur la lecture labiale, n'arrivant pas à se séparer de ce moyen de compensation développé avant son implantation.

–Mme T., 53 ans, en activité partielle, implantée depuis 8 mois, avec un implant MXM binaural. Sa surdité d'origine génétique est apparue quand elle avait 32 ans, elle est inquiète car son dernier bilan audiolinguistique n'a montré aucune amélioration de ses capacités auditives, elle reconnaît ne pas pouvoir parler avec des inconnus excepté si leurs voix "passent bien" comme ce fut le cas pour la nôtre. Elle reconnaît que son conjoint n'est pas très "aidant" et se trouve un peu isolée "auditivement parlant". Cela influe sur son moral.

Notre seul critère d'inclusion pour ces épreuves était le port d'un implant cochléaire. Toutes ces personnes oralisent parfaitement et ont pu dialoguer avec nous en s'appuyant plus ou moins sur la lecture labiale. Elles ont été testées chez elles ou à notre domicile à l'aide d'une mini chaîne HiFi munie de deux haut-parleurs. Notre objectif était de leur soumettre le maximum d'épreuves mais nous sommes restée attentive à ne pas les épuiser par une demande d'attention trop longue, en ménageant des pauses entre les épreuves et en arrêtant lorsqu'elles manifestaient des signes de fatigue. Nous avons aussi évité de les mettre trop en échec. Si, à trois reprises, elles se trompaient, nous abandonnions l'épreuve concernée.

a) Résultats

Le tableau ci-dessous récapitule les réactions obtenues aux différentes épreuves :

	Mme F.	Mr P.	Mr H.	Mme G.	Me R.	Mme T.
Discrimination bruit/voix	10/10	03/10	10/10	10/10	10/10	10/10
Discrimination homme/femme	9/10	7/10	6/10	9/10	7/10	10/10
Reconnaissance d'intonations	9/10	5/10	3/10	8/10	8/10	10/10
Reconnaissance de sentiments	5/6	0/6	1/6	2/6	0/6	3/6
Reconnaissance d'instruments	6/10	4/10	3/10	6/10	8/10	5/10
Reconnaissance styles musicaux	07/10	02/10	04/10	07/10	04/10	04/10
Répétition de phrases	6/10		2/10	9/10	4/10	1/10
Phrases rapport S/B=10dB	6/10			4/10		
Phrases rapport S/B=5dB	10/10					
Textes						
A la montagne			44/63			
Un bébé curieux	91/99					
Les loups	257/261			211/261		

Ce tableau ne cherche pas à établir des comparaisons entre les patients, il visualise la variabilité des résultats obtenus qui reflète la diversité des

adaptations déjà constatée lors de notre enquête. Dans un premier temps, on peut constater que les épreuves supra-segmentales sont réalisables par tous les patients, elles correspondent à des capacités fournies par l'implant. Les épreuves verbales apparaissent plus difficiles, notons que dans le protocole en vigueur elles n'apparaissent qu'à T 12 et que trois patients testés avaient moins d'un an d'implantation. Les résultats observés entre les épreuves verbales et non-verbales ne sont reliés que dans un sens, la compréhension des phrases implique une reconnaissance relativement performante des items supra-segmentaux, mais l'inverse n'est pas prouvé.(cf. Les résultats de Mmes T.et R., et de Mr H.)

La discrimination bruit/voix

Les résultats obtenus à la première épreuve tendent à prouver que l'implant restitue correctement la discrimination bruit/voix, conformément aux dires de certains orthophonistes consultés lors de notre enquête et malgré nos tentatives de complexification de la tâche. Malgré son taux de réussite, cette épreuve, généralement réussie à T 6 d'après une étude de l'équipe de Nancy, mérite d'être conservée afin d'objectiver cette discrimination chez des patients qui, comme Mr P., rencontrent des difficultés.

La discrimination homme/femme

Tous les patients testés ont des scores supérieurs à la moyenne, deux items ont posé plus de problèmes que les autres, il s'agit du mot : « *attention* » (échoué dans cinq cas), qui pourtant possède le fondamental le plus élevé (358Hz), et l'interjection : « *Ah* » (trois échecs), qui est le plus court.

Mr H. semble avoir été influencé par l'intonation montante de certaines verbalisations et les a attribuées à des femmes alors qu'elles étaient émises par des hommes.

La pertinence de cette épreuve n'est pas remise en cause, elle permet des comparaisons avec l'audiométrie tonale. Même s'il est plus difficilement perceptible, l'item qui possède le F0 supérieur à 350 Hz doit être conservé car il permet de situer les possibilités des patients par rapport aux fréquences élevées dans les verbalisations. Nous estimons par contre que l'item d'une syllabe doit être remplacé par une proposition plus longue.

La reconnaissance d'intonations

Les erreurs constatées ont porté en majorité sur : « *ça va* » et « *c'est bien* », nous nous sommes demandé si cela ne provenait pas d'une interprétation pragmatique de la part des patients, « *ça va* » étant utilisé plus couramment sous la forme interrogative et « *c'est bien* » de façon affirmative alors qu'ils sont présentés différemment dans l'épreuve⁹³.

93 Une présentation des supports écrits se trouve dans les annexes.

Mr H., malgré nos explications et le support écrit, semblait monopoliser son attention sur la reconnaissance des phrases plutôt que sur leurs intonations. Il a signalé immédiatement que les items étaient trop brefs pour lui et que la verbalisation était trop rapide. Les résultats de Mr P., suite à une répétition de l'épreuve nous sont apparus comme étant plus le fait du hasard que d'une reconnaissance réelle, car ses réponses ont radicalement changé entre les deux passations. Ce patient, rappelons le, est défavorisé par le réglage de son processeur minimisant grandement les apports acoustiques.

Cette épreuve est à maintenir mais nous pensons qu'il faut y inclure quelques modifications. Les propositions doivent être plus longues pour que le patient puisse avoir le temps de percevoir les montées d'intonation inhérentes à la forme interrogative. Cela ôtera aussi les ambiguïtés induites par la pragmatique d'évocation de certains items.

La reconnaissance de sentiments

Cet exercice s'est révélé difficile par l'attention, les représentations subjectives qu'elle mobilise. Plusieurs personnes ont signalé que la rapidité de diction les gênait mais il nous est apparu difficile de diminuer le rythme sans nuire à l'expression même des sentiments. Les items les mieux reconnus concernaient "la colère" et "la surprise" (identifiées par trois personnes), "la tristesse" et "l'agacement" (par deux). Aucun n'a reconnu "la joie" qui possède le fondamental le plus élevé (368 Hz). Les personnes ayant le mieux réussi sont d'une part Mme F., porteuse d'un implant depuis cinq ans, et d'autre part Mme T., qui présente une implantation binaurale et a beaucoup de difficultés à percevoir la parole.

Nous avons, pour ce test, utilisé la voix d'une personne aguerrie aux techniques théâtrales, mais l'expression pourrait sans doute être encore plus marquée. Nous considérons que cette épreuve complète bien l'épreuve de reconnaissance d'intonation car elle intègre des éléments supra-segmentaux supplémentaires comme le rythme, l'intensité et les modulations de la parole qui ne sont testés à aucun autre moment lors des évaluations. Le nombre de sentiments présentés peut par contre être réduit à trois dont les caractéristiques seront bien différenciées comme la colère, la surprise et la tristesse. Il nous semble nécessaire de garder l'idée d'une même phrase émise de différentes façons car cela soulage l'effort de compréhension et permet au patient de se concentrer sur la forme d'énonciation.

La reconnaissance d'instruments de musique

Malgré nos explications, la mandoline n'a pas été reconnue et par trois fois confondue avec les percussions du fait de son rythme bien scindé. La guitare, le saxophone et la trompette paraissent peu familiers aux patients et sont donc rarement identifiés. La cornemuse a été retrouvée dans cinq cas, mais, apparaissant en dernier dans une liste fermée, le résultat semble induit par la

déduction plus que par l'analyse de son timbre et de ses caractéristiques. Les percussions ont été identifiées rapidement par tous, suivies par la flûte et le piano (cinq personnes), et par l'accordéon (quatre personnes), le violon, bien qu'il soit alto et donc de sonorité plus grave, n'a été évoqué que par trois patients.

Il nous est apparu que logiquement les résultats dépendaient de la culture musicale des patients ainsi qu'à leur sensibilité par rapport à la musique. Le support écrit les a aidés mais une image des instruments aurait facilité leur représentation mentale. Peut être serait-il intéressant de posséder un corpus d'extraits musicaux dans lequel l'orthophoniste puiserait cinq extraits en fonction des connaissances du patient ou de ce qu'il pense pouvoir reconnaître. Ou, autre proposition, de ne présenter qu'un seul instrument par catégorie. Il pourrait y avoir une percussion, un instrument à vent (flûte), un instrument à cordes frappées (piano), un instrument à cordes frottées (violoncelle) et un accordéon pour sa popularité. Cette épreuve est intéressante car elle teste, dans un contexte totalement non verbal, l'apport mélodique, rythmique et formantique de l'implant ainsi que les capacités du patient à utiliser ces données. Elle est à conserver.

Les styles musicaux

Suite à nos explications, le slam a été immédiatement reconnu par tous, suivi par, la musique militaire (cinq patients), le disco, la ballade et le tango (quatre patients). Les autres mélodies n'ont pas ou peu été différenciées. Cet item, plus encore que le précédent fait appel à la culture et à la mémoire des patients. Signalons que les meilleurs scores ont été établis par les deux seules personnes ayant réussi à comprendre les phrases dans le bruit. On peut se poser la question d'une capacité éventuelle, présente chez celles-ci, à traiter de façon simultanée les différents sons qui sont produits, par des instruments variés d'une part et par un bruit de fond et une parole d'autre part.

L'intérêt de cette épreuve est à rapprocher de la précédente avec une difficulté supplémentaire liée au fait qu'il y a dans celle-ci plusieurs sources de musique à intégrer dans l'analyse. Nous considérons qu'à ce titre, elle peut apporter des renseignements sur la manière dont le patient intègre les flux différents. La forme nécessite par contre à être modifiée, il semble plus pertinent de réduire le nombre des items à cinq, de proposer une première écoute de tous les extraits avant que le patient ne fasse son choix et de ne présenter que la musique militaire, le disco, le tango, une ballade et une valse.

Les phrases dans le calme

Les résultats étant extrêmement diversifiés, nous avons émis l'hypothèse qu'en dehors des capacités auditives des personnes, ils pouvaient dépendre de plusieurs variantes :

– la présentation enregistrée. Les patients n'ont pas perçu le souffle lié à des problèmes techniques d'enregistrement, mais l'enregistrement nuit à la perception des phrases, qui, lorsque nous les répétons de vive voix, sont mieux perçues.

– la rapidité d'élocution. Malgré les efforts consentis par les personnes enregistrées pour ralentir leur débit, celui-ci reste encore trop rapide pour quatre des six personnes implantées.

– la qualité acoustique subjective de la voix. Certaines voix sont mieux perçues que d'autres sans que des considérations telles que la hauteur du fondamental ou l'articulation appuyée des mots n'entrent en jeu. Il existe à ce niveau, une donnée totalement personnelle, une voix bien perçue par un patient peut être difficilement compréhensible par un autre.

La plupart des personnes testées n'arrivent à comprendre que quelques mots dans les phrases, le sens général leur fait défaut car les connecteurs linguistiques, de courte durée à l'énonciation, sont inégalement perçus. Mme G. signale que le début des phrases lui échappe souvent, il est nécessaire de lui répéter les stimuli pour qu'elle les comprenne.

Le niveau linguistique et la longueur des phrases n'ont semblé poser de problèmes à personne mais cette donnée ne peut en aucun cas être généralisée étant donné le petit nombre de patients ayant été testés. Par contre, le nombre de voix différentes a perturbé le test, il nous paraît plus pertinent de n'utiliser qu'une seule voix pour toutes les listes et de supprimer la présentation enregistrée de façon à concentrer le travail du patient sur la compréhension des phrases comme il en est pour les listes de mots de Lafon dans le protocole. Une présentation de liste dont chaque phrase est énoncées par une personne différente pourrait être proposée aux patients performants, en deuxième intention, pour vérifier leur adaptation aux différentes voix.

Les phrases dans le bruit

Elles n'ont été soumises qu'à deux personnes ayant obtenu un score supérieur à la moyenne lors des phrases dans le calme. Mme F., implantée depuis cinq ans, a réalisé un score de 6/10 quand le rapport signal/bruit était de 10 dB, et paradoxalement, un score plus important, 10/10, lorsque la différence était de 5 dB. Les listes étant différentes à chaque fois, nous estimons que les résultats dépendent en partie du facteur subjectif de perception des voix dont nous venons de parler.

L'autre personne, Mme G., implantée depuis trois mois, n'a été évaluée que lorsque le rapport S/B était égal à 10 dB, sa performance de 4/10, reste impressionnante au vu de sa durée d'implantation. Cette patiente présente beaucoup de facteurs favorisant de bons résultats, elle est jeune (50 ans), motivée, avec un entourage stimulant, sa surdité est apparue brusquement, elle a été implantée rapidement, et elle s'entraîne journalièrement en étant bien consciente qu'il faut exercer ses facultés perceptives.

Cette épreuve nous paraît indispensable dans le bilan mais, n'ayant été testée que sur deux personnes, nous manquons d'éléments pour en faire une critique constructive.

Les textes

Trois patients seulement ont pu répéter les textes dont la longueur a été choisie en fonction de leurs résultats aux phrases dans le calme. Nous voulions soumettre cette épreuve à tous les patients testés sur les phrases mais Mme R. n'a pas été évaluée sur cet item par manque de disponibilité et Mme T. montrait des signes flagrants de fatigue, nous avons préféré arrêter là notre test. Mme F. a gentiment accepté de tester le texte du bébé curieux en plus du texte des loups.

La présentation enregistrée n'a pas posé de problèmes à Mme F., mais nous avons dû répéter les phrases du texte, de vive voix, pour Mme G. ce qui a amélioré sa compréhension. Les textes nous ont semblé accessibles, dans leur conception, mais le nombre de personnes testées sur ces items est trop insignifiant pour en tirer des conclusions.

Comme pour les phrases dans le calme, il nous semble plus pertinent de présenter ces textes par la voix du testeur, cela permet de moduler la vitesse d'énonciation en fonction du patient et d'avoir une présentation moins artificielle.

b) Analyse

Le but de ces tests, était de vérifier la faisabilité et l'intérêt des épreuves que nous proposons. Ils nous ont permis de faire émerger des constatations et des critiques sur notre travail :

Nous pensons que dans leur fondement, ces épreuves complètent le bilan de Nancy de façon satisfaisante, en lui permettant d'aborder les multiples aspects de la communication orale conformément à son objectif de départ : le versant supra-segmental sur des éléments non-langagiers et langagiers, le versant analytique, le versant globale avec ou sans contexte, dans le calme et dans le bruit, dans du langage spontané autant que dans des épreuves formalisées, dans des situations habituelles d'audition et des conditions plus restreintes (lecture labiale seule, implant seul), en perception de voix directe ou avec un signal altéré (téléphone). Cela constitue un champ d'exploration très large permettant d'appréhender la réalité de communication du patient. A défaut de permettre des comparaisons transversales, il offre une possibilité de suivre chaque patient longitudinalement de manière très complète.

Les épreuves supra-segmentales, indépendantes de la compréhension verbale, apportent un supplément de renseignements sur la perception des variations des sons. Elles sont révélatrices des informations procurées par

l'implant lorsque les items verbaux ne sont pas ou peu compris comme ce fut le cas pour Mme T., qui obtient de bons résultats dans ce domaine sans pour autant identifier les phrases ni les mots.

La forme de présentation demande par contre des modifications, notamment l'aide de personnes spécialisées dans le traitement du son pour apporter la qualité qui fait défaut à nos enregistrements.

Il nous semble que les items nécessitent au maximum l'utilisation de la voix du testeur pour limiter autant que possible les problèmes de double transformation du son initial par le compresseur de l'implant et par le traitement dû à l'enregistrement.

Nous réservons la présentation audio pour les épreuves supra-segmentales et musicales, pour les phrases dans le bruit ainsi que pour les phrases dans le calme lorsque l'on désire tester la capacité d'adaptation à différentes voix. Les silences entre chaque item doivent être plus longs ou l'orthophoniste doit pouvoir disposer d'une télécommande lui permettant de doser les silences en fonction de chaque patient.

Le rythme d'élocution doit avoir une vitesse confortable pour la personne testée mais sans sur-articulation, ce qui reste difficile à définir de façon précise.

L'intensité des épreuves doit être contrôlée, ce que nous n'avons pas considéré dans celles que nous avons proposées. Lorsque le patient ne comprenait pas les phrases que nous lui soumettions, nous avons remarqué que notre premier réflexe était d'augmenter le volume et celui-ci pouvait atteindre des niveaux inhabituels lors d'une conversation normale. Hors, si l'on veut que le bilan teste les possibilités de communication, il nous faut rester dans des limites couramment employées (inférieures à 70 dB). Cela nécessite un appareil audio indiquant le nombre de décibels qu'il délivre afin de pouvoir contrôler ce paramètre et le circonscrire dans les limites conversationnelles, soit entre 30 et 70 dB.

Nos observations nous ont fait remarquer qu'avec un fondamental supérieur à 350 Hz, les voix semblaient moins bien perçues, mais cette considération mérite d'être vérifiée sur une population plus importante. Cet aspect est à rapprocher des affirmations de deux patientes qui ont déclaré leur impossibilité à comprendre les paroles de leurs petits-enfants dont la voix est naturellement haut placée.

CONCLUSION

Ce travail nous a sensibilisé à la complexité de la compréhension de la personne souffrant de surdité sévère et profonde, à l'approche de l'implant cochléaire dans sa structure et son fonctionnement, ainsi qu'à la difficulté à en évaluer ses bénéfices.

Nous comprenons mieux pourquoi l'évaluation de l'adulte implanté n'a pas jusqu'alors trouvé de consensus en comparaison avec les bilans pour enfants implantés qui eux, bénéficient de protocoles bien établis. L'enfant entre dans le monde sonore vierge de toutes sensations acoustiques, il est en construction, en apprentissage. L'adulte, lui, possède une mémoire, des particularités physiologiques, un développement cognitif et langagier établis qui interfèrent en permanence avec les informations apportées par l'implant. Les variations sont telles qu'aucune prédiction ne peut être émise quant aux bénéfices qu'engendrera l'implantation et ce, malgré des technologies acoustiques en constante évolution. Les implants apportent des informations de plus en plus fines et précises mais la technologie, aussi développée soit elle n'est pas l'unique acteur du recouvrement auditif du patient. Les capacités linguistiques de ce dernier, sa motivation, ses facultés d'adaptation sont des variables à prendre en compte avec autant de considération.

Nous pensons que notre travail, s'il n'a pas apporté de solutions finalisées, a visualisé de la façon la plus complète possible les éléments participant aux capacités de communication devant être testés chez une personne implantée. Cette vision nous amène à considérer que le bilan orthophonique doit être complet, facile à mettre en œuvre et adapté aux possibilités des patients. Il doit rester le plus écologique possible, limitant au maximum les items enregistrés, ciblant pour chaque épreuve une capacité précise, avec des degrés croissants de difficultés. Les cotations qui l'accompagne ne sont pas établies dans le but d'un maximum de points à atteindre mais plus dans un objectif de surveillance d'évolution laissant ainsi au patient toute la subjectivité de son adaptation à l'implant et jouant le rôle de vigile qui alerte l'équipe sur les diminutions de capacités, qui de re-dynamise les efforts des patients et qui permet de ré-ajuster le travail de rééducation.

Toutes les épreuves ne sont pas à réitérer à chaque bilan, une progression des difficultés doit être respectée mais il peut être judicieux de re-proposer des items réussis régulièrement pour surveiller l'évolution.

Ce mémoire demande une suite afin de finaliser nos tentatives. Certaines doivent être modifiées au regard de nos constatations, la présentation enregistrée mérite d'être revisitée, il est nécessaire de tester les épreuves sur une population de personne implantée plus conséquente et surtout incluant des sourds de naissance auxquels nous n'avons malheureusement pas pu soumettre ces tests. Il s'agira ensuite de les inclure dans le protocole actuel en définissant à quel moment et à quel rythme elles devront être présentées de façon à maintenir la progression des difficultés. Il nous semble aussi nécessaire de créer des épreuves spécifiques aux adultes possédant un champ linguistique faible que ce soit pour des raisons de langue maternelle différente ou des raisons sociologiques. Une recherche lexicale et syntaxique dans le langage utilisé par ces personnes permettrait de leur soumettre des épreuves moins infantilisantes que celles qui leur sont, par défaut, proposées actuellement.

Le travail de ce mémoire apporte les bases de l'élaboration d'un nouveau bilan. Nous avons tenté de tirer le meilleur parti possible des informations multiples et parfois contradictoires que nous avons récolté afin d'en extraire des éléments organisés. Le temps et la disponibilité nous ont malheureusement fait défaut plus que nous ne l'avions imaginé.

Il reste pour nous une expérience inédite, riche en découvertes, en relations humaines dont nous pensons que les bénéfices auront des répercussions positives sur notre profession future.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES :

- BOTTE M.C., CANEVET G., DEMANY L., SORIN C.,** (1989),
Psychoacoustique et perception auditive, Série audition, INSERM/SFA/CNET.
- BRIN F., COURRIER C., LEDERLÉ E., MASY V.,** (2004),
Dictionnaire d'orthophonie, Isbergues, Ortho édition.
- CARRAT R.,** (2009),
L'oreille numérique, Les Ulis, EDP Sciences.
- DULGUEROV P., REMACLE M.,** (2005),
Précis d'audiophonologie et de déglutition, Tome I, Marseille, SOLAL.
- DUMONT A.,** (1996),
Implant cochléaire, surdité et langage, Paris, Bruxelles, DeBoeck Université.
- DUMONT A.,** (1997),
Implantations cochléaires: Guide pratique d'évaluation et de rééducation, Isbergues, Ortho Édition.
- DUMONT A.** (2008),
Orthophonie et surdité. Communiquer, comprendre, parler., Issy-les- Moulineaux, ELSEVIER MASSON S.A.S.
- DUPONT M., LEJEUNE B.,** (2010),
Rééducation de la boucle audio-phonatoire chez les adultes sourds porteurs d'un implant cochléaire., Issy-les-Moulineaux, ELSEVIER MASSON S.A.S.
- IMBERT M.,** (2006),
Traité du cerveau, Paris, Odile Jacob sciences.
- JUÁREZ A., MONFORT M.** (2003),
Savoir dire : Un savoir faire, Madrid, Entha Ediciones.
- KRAHE J.L.,**dir. (2007),
Surdité et langage Prothèses, LPC et implants cochléaires, Saint-Denis, Presses Universitaires de Vincennes.
- MIYAMOTO R.T.,** Ed, (2004),
Cochlear Implants, Proceeding of the VIII International Cochlear Implant Conférence held in Indianapolis, USA, Amsterdam, Elsevier.
- MUNOT P., NÈVE F. X.,** (2002),
Une introduction à la phonétique, Liège, Éditions du CÉFAL.
- PORTMANN M., PORTMANN C.,** (1988),
Précis d'audiométrie clinique, Paris, MASSON.
- TRANSLER C., LEYBAERT J., GOMBERT J.E.,**dir., (2005),
l'acquisition du langage par l'enfant sourd. Les signes, l'oral et l'écrit., Marseille, SOLAL éditeur.
- VIROLE B.** ed, (1996),
Psychologie de la surdité, Paris Bruxelles, De Boeck Université.

ARTICLES :

- DAUMAN R., CARBONNIÈRE B., SORIANO V., BERGER-LAUTISSIER S., BOUYÉ J., DEBRUGE E., CORIAT G., BÉBÉAR JP.**, (1998),
« Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant », *Encyclopédie Medico-Chirurgicale, Oto-rhino-laryngologie*, 20-185-D-10, 12p.
- DUMONT A.** (1994),
« Rôle des orthophonistes dans l'évaluation et la rééducation des sujets sourds implantés cochléaires », *Glossa, les cahiers de l'UNADRIO*, 39, 14-24.
- GSTOETTNER W., HELBIG S., SETTEVENDEMIE C., BAUMANN U., WAGENBLAST J., ARNOLDNER C.**, (2009),
« A new electrode for residual hearing preservation in cochlear implantation: first clinical results », *Acta Oto-laryngologica* 129, 372-379.
- HOCHMAIR I., NOPP P., JOLLY C., SCHMIDT M., SCHÖBER H., GARNHAM C., ANDERSON I.**, (2006),
« MED-EL Cochlear Implants: State of the Art and a Glimpse Into the Future », *Trends in Amplification*, Volume 10, Number 4, 201-220.
- LALANDE N.M., LAFLEUR G., LACOUTURE Y.S.**, (1989),
« Développement d'une épreuve franco-québécoise de lecture labiale », *Audiology*, 28, 71-81.
- Med-El**, (2003),
Questions actuelles concernant l'implantation cochléaire, n° 1, Publication MedEl.
- VIEU A., SILLON M., MONDAIN M., UZIEL A.**, (2001),
Implants cochléaires. Utilisation et satisfaction chez les adultes, Conférence à Montpellier, Workshop Advanced Bionics Paris.
- VORMES E., FUGAIN C., FRACHET B., MEYER B., CHOUARD C.**, (1990),
« Présentation d'un protocole francophone d'évaluation de l'amélioration de la communication chez les sourds implantés », *Ann Oto Laryng*, 107, 466-468.

RESSOURCES INTERNET :

- AIRDAME**, (2008), article de LORENZI C.
[<http://airdame.asso.free.fr/cmsms/index.php?page=parole-2>], consulté le 12/03/2010.
- BARONE P., DEGUINE O.**, (2007),
Bien voir aide à mieux entendre, [www2.cnrs.fr/presse/communique/1068.html], consulté le 20/12/2009.
- CISIC** (centre d'information sur la surdité et l'implant cochléaire)
[www.cisic.fr], consulté le 20/10/2009.
- Dallas Otolaryngology Associates Cochlear Implant, **DANIEL L.**, (2004),
Cochlear Implants: Optimizing Patient Benefit through Team Management and Family-Based Aural Rehabilitation, [www.speechpathology.com/articles/pf_article_detail.asp?article_id=67], consulté le 22/11/2009.
- DEJEAN F.**, (1997),
Complémentarité implant cochléaire prothèse auditive?, [georic1.free.fr/communicationdejean.pdf], consulté le 25/03/2010.
- Document réalisé par les membres du GEORRIC**, (2002),
Les implants cochléaires, Édité dans la monographie numéro 33 du CCA Groupe.
[www.cochleefrance.fr/documents/georric.pdf], consulté le 20/12/2009.
- GEORRIC**
[www.georric.fr/UserFiles/File/9/pdf17.pdf], consulté le 20/12/2009.
- Haute Autorité de Santé**, (2007),
Le traitement de la surdité par implants cochléaires ou du tronc cérébral, [www.has-sante.fr], consulté le 22/12/2009.
- LAMBERT-CHAN M.**, (2008),
Les stimulus visuels peuvent nuire à la perception de la parole chez les porteurs d'un implant cochléaire, [www.nouvelles.umontreal.ca/archives/2007-2008/content/view/full/956/1/index.html], consulté le 02/12/2009.

Legifrance.gouv.fr, (2009),
JORF n°0055 du 6 mars 2009 page 4264, texte n°58,
[www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020348207], consulté le 02/12/2009.

[lesao.com/T-E-P-P-P-test-d-evaluation-des.html]

MICHEYL C., *Influence du nombre de canaux et de la cadence de stimulation sur les performances de reconnaissance de la parole des patients implantés cochléaires: Le point sur les données scientifiques.*,
[georic1.free.fr/com_micheyl.pdf], consulté le 22/02/2010.

PUJOL R., *Promenade autour de la cochlée*,
[www.iurc.monpt.inserm.fr/cric/audition/plan_site.htm], consulté le 12/02/2010

Surdi 13, (2004), *Conférence du 2 octobre*,
[www.surdi13.org/textes_div/crmxm.htm], consulté le 25/03/2010.

TULLER L., (2005), *Aspects de la morphosyntaxe du français des sourds*, Recherches linguistiques de Vincennes, 29, Langage et surdité, [<http://rlv.revues.org/document1204.html>], consulté le 03/03/2010.

[www.soundbank]

[www.francaisfacile.com/cours-audios.php]

MEMOIRES D'ORTHOPHONIE :

BLAREL B., DESCAMPS O., (2000),
Guide à l'usage des patients implantés et de leur famille, Mémoire d'orthophonie, Université de Lille.

BODENES A.M., (2008),
Intelligibilité auditive dans le bruit des adultes implantés cochléaires, Mémoire d'orthophonie, Université de Paris.

FLORIN C., GUYONVARHO C., (2002),
Validation d'un nouvel outil d'évaluation des capacités de communication de l'adulte malentendant : Le bilan de compétence. Étude réalisée auprès de 31 patients implantés cochléaires, Mémoire d'orthophonie, Paris.

GASCHET V., GILARDI O., (2003),
Étude de corrélation entre des fonctions cognitives et l'intelligibilité auditive chez des sujets adultes porteurs d'un implant cochléaire, Mémoire d'orthophonie, Université de Paris.

GROLEAU E., (2006),
Évaluation de la reconnaissance vocale chez les adultes implantés cochléaires, Mémoire d'orthophonie, Université de Marseille.

JANUS M., (2008),
La compréhension de la parole chez le sujet devenu sourd appareillé, Mémoire d'orthophonie, Université de Nancy.

LEMAITRE A., (2001),
Protocole de bilan orthophonique adressé à l'adulte devenu sourd porteur d'un implant cochléaire, Mémoire d'orthophonie, Université de Tours.

LABOULAIS G., (2007),
La compréhension de la parole chez le sujet presbycousique porteur d'une prothèse auditive, Mémoire d'orthophonie, Université de Nancy.

PARENT A., (2002),
Élaboration d'un protocole d'évaluation de la perception du langage oral chez l'adulte sourd implanté, Mémoire d'orthophonie, Université de Bordeaux.

PLEIGNEUR C., (1999),
Analyse spectrale de la dysphonie. Un outil pour l'évaluation plus objective de la voix, Mémoire d'orthophonie, Université de Nancy.

SARRASIN M., ZYSSMAN N., (2008),
Devenir et intérêts de l'appareil de correction auditive controlatéral dans le cadre de l'implantation cochléaire chez l'adulte devenu sourd, Mémoire d'orthophonie, Université de Paris.

ANNEXES

Le traitement de la surdité par implants cochléaires ou du tronc cérébral

Les implants cochléaires et ceux du tronc cérébral sont destinés à traiter des surdités de perception bilatérales. Ce sont des dispositifs de réhabilitation auditive destinés à permettre la restauration ou le développement de la communication orale. Une évaluation de la HAS a précisé les indications de ces techniques et leur place dans la stratégie thérapeutique des surdités pour faciliter la modification de leur financement.

L'ESSENTIEL

Un progrès thérapeutique

- Les implants cochléaires sont indiqués dans les surdités neurosensorielles sévères à profondes bilatérales. Ces indications sont définies par des caractéristiques audiométriques précises. L'implantation est le plus souvent unilatérale.
- La pose d'un implant du tronc cérébral est limitée aux circonstances où le nerf cochléaire n'est plus fonctionnel, ce qui ne permet pas l'implantation cochléaire (exérèse de tumeur locale, anomalie anatomique...).
- La pose d'un implant auditif est systématiquement précédée d'un essai prothétique effectué dans les meilleures conditions. Selon les résultats de cet essai et si la réhabilitation orale est choisie, la pose d'un implant cochléaire ou du tronc cérébral peut être décidée.

⚠ Pour des patients motivés

- La décision de pose d'un implant doit être prise de façon concertée par une équipe multidisciplinaire. Le bilan préimplantation, l'intervention et le suivi (réglages, réhabilitation) doivent être assurés par cette même équipe, travaillant éventuellement en réseau.
- Avant l'intervention, le patient doit être mis en contact avec des personnes déjà implantées. En effet, sa motivation (et celle de son entourage, chez l'enfant) est un élément majeur à prendre en compte dans la décision d'implantation.
- Un strict encadrement de cette activité, qui s'exerce déjà par le biais de son financement, est recommandé. Le plateau technique, la composition de l'équipe posant l'indication et assurant la prise en charge, ainsi que le seuil d'activité minimale ont été définis.

ENTENDRE SANS COCHLÉE OU SANS NERF AUDITIF

- Le principe de l'implant cochléaire est de transformer les signaux analogiques enregistrés par un microphone en signaux numériques qui stimulent directement les fibres du nerf auditif par l'intermédiaire d'électrodes insérées dans la rampe tympanique de la cochlée.
- Un implant du tronc cérébral est indiqué quand la surdité est liée à la non-fonctionnalité du nerf auditif au-delà de la cochlée (surdité rétrocochléaire), ce qui rend inenvisageable l'implantation cochléaire. Ces implants ont bénéficié de la technologie développée pour les implants cochléaires ; la stimulation se fait ici sur le noyau cochléaire et non sur les cellules ciliées.
- Les deux types d'implants sont des dispositifs de réhabilitation auditive.

LES IMPLANTS COCHLÉAIRES

Indications

Les implants cochléaires sont indiqués en cas de surdité neurosensorielle sévère à profonde bilatérale. L'implantation est unilatérale, sauf cas particuliers prédéfinis.

■ Chez l'enfant

Âge de l'implantation

- Chez les sourds prélinguaux, l'implantation doit être la plus précoce possible. Une implantation précoce donne des résultats sur la compréhension et la production du langage meilleurs et plus rapides qu'une implantation tardive.
- Au-delà de 5 ans, en cas de surdité congénitale profonde ou totale non évolutive, il n'y a d'indication (sauf cas particuliers) que si l'enfant a développé une appétence à la communication orale.

Si l'enfant est entré dans une communication orale, il peut bénéficier d'une implantation quel que soit son âge. Les adultes jeunes sourds congénitaux peuvent être implantés.

Indications audiométriques de l'implantation

- Dans le cas d'une surdité profonde, l'implantation cochléaire est indiquée lorsque le gain prothétique ne permet pas le développement du langage.
- Dans le cas d'une surdité sévère, l'implantation cochléaire est indiquée lorsque la discrimination est inférieure ou égale à 50 % lors de la réalisation de tests d'audiométrie vocale adaptés à l'âge de l'enfant. Les tests doivent être pratiqués à 60 dB, en champ libre, avec des prothèses bien adaptées.
- En cas de fluctuations, une implantation cochléaire est indiquée lorsque les critères sus-cités sont atteints plusieurs fois par mois et/ou lorsque les fluctuations retentissent sur le langage de l'enfant.

■ Chez l'adulte

Âge de l'implantation

- Il n'y a pas de limite d'âge supérieure à l'implantation cochléaire chez l'adulte.
- Chez le sujet âgé, l'indication est posée après une évaluation psychocognitive.
- Il n'y a en général pas d'indication de primo-implantation chez l'adulte ayant une surdité prélinguale.

Indications audiométriques de l'implantation

- Discrimination inférieure ou égale à 50 % lors de la réalisation de tests d'audiométrie vocale avec la liste de Fournier (ou équivalent). Les tests doivent être pratiqués à 60 dB, en champ libre, avec des prothèses bien adaptées.

- ▀ En cas de fluctuations, une implantation cochléaire est indiquée si le retentissement sur la communication est majeur.
- Indications d'une implantation bilatérale
 - ▀ Causes de surdité risquant de s'accompagner à court terme d'une ossification cochléaire bilatérale, en particulier méningite bactérienne ou fracture du rocher bilatérale. Il faut intervenir avant que l'ossification soit trop avancée.
 - ▀ Chez l'enfant, syndrome d'Usher (affection héréditaire autosomique récessive associant des atteintes oculaires et auditives).
 - ▀ Perte du bénéfice audioprothétique du côté opposé chez un adulte porteur d'un implant cochléaire unilatéral, provoquant des conséquences socioprofessionnelles ou une perte d'autonomie chez une personne âgée.

Résultats

- Efficacité
 - ▀ Chez l'enfant, une amélioration de l'audition est constatée sur les capacités auditives, les capacités langagières et la communication verbale. La progression sur ces critères est majeure dans les mois qui suivent l'implantation et se poursuit sur le long terme.
 - ▀ Chez l'adulte, une amélioration significative de la compréhension du langage est observée après implantation cochléaire.
- Sécurité
 - ▀ Analysé sur plus de 2 000 patients, le taux de complications est faible (moins de 5 %). La complication la plus sévère recensée est la méningite bactérienne, pour laquelle des mesures prophylactiques ont été mises en place (vaccination anti-méningococcique préopératoire). Les autres complications sont de gravité moindre (problèmes de lambeau, migration des électrodes, parésie du nerf facial...).
- Résultats des réimplantations
 - ▀ Une réimplantation peut être indiquée en cas de dysfonctionnement de l'implant. Elle n'expose pas le patient à plus de complications que la primo-implantation. Les performances obtenues lors de la primo-implantation sont maintenues.

Perspectives

- Stimulation électro-acoustique
 - ▀ L'existence d'une audition résiduelle chez des patients ayant une surdité neuro-sensorielle sévère à profonde permet une stimulation combinée électrique et acoustique sur la même oreille, favorisant la préservation de l'audition. Des études en cours devraient permettre d'objectiver le bénéfice de la stimulation combinée électrique et acoustique sur la même oreille.
- Extension des indications
 - ▀ Des études comparatives bien menées sont encore nécessaires pour évaluer l'apport de l'implant chez les patients ayant une surdité moins sévère, ainsi que l'intérêt d'une implantation bilatérale dans des circonstances autres que celles recommandées.

LES IMPLANTS DU TRONC CÉRÉBRAL

Indications

- Les implants du tronc cérébral sont destinés à un petit nombre de patients, ayant un déficit auditif complet et pour lesquels il n'existe pas d'alternative pour restaurer l'audition. Leurs indications sont limitées aux cas où la cause de la surdité ne permet pas d'implantation cochléaire :
 - fracture bilatérale du rocher ;
 - malformation cochléaire majeure ;
 - neuropathie axonale ;
 - labyrinthite ossifiante bilatérale ;
 - tumeur de la fosse postérieure au voisinage du nerf auditif (schwannome vestibulaire unilatéral avec surdité controlatérale, schwannome vestibulaire bilatéral dans le cadre de la neurofibromatose de type 2).

Résultats

- Quelle que soit l'étiologie (tumorale ou non) de la surdité, les implants du tronc cérébral permettent une restauration limitée de l'audition. Ils restituent la perception des sons environnementaux et améliorent les capacités de communication. La perception est dépendante du nombre d'électrodes activées. Les données relatives à leur efficacité et à leur sécurité sont suffisantes pour recommander leur utilisation par des équipes expérimentées, mais des études à long terme sont encore nécessaires.
- Aucune complication postopératoire spécifique n'a été décrite jusqu'à présent pour les implants du tronc cérébral.

Le contexte de l'évaluation

- Pour être pris en charge, les implants auditifs devront être inscrits sur la Liste des produits et prestations remboursables (LPPR) et les actes correspondants de pose, de réglage et d'ablation inscrits à la Classification commune des actes médicaux (CCAM). Ces inscriptions ont nécessité un avis préalable de la HAS.
- L'évaluation effectuée afin de rendre cet avis a été réalisée à partir d'une analyse de la littérature scientifique (recherche en français et en anglais sur 2000 à 2006, bases *Medline*, *Cochrane Library*, *National Guidelines Clearinghouse* et *HTA Database*). Elle a bénéficié de l'avis d'un groupe de travail composé d'ORL et d'audioprothésistes proposés par les sociétés savantes concernées, qui a contribué à l'analyse de la littérature et des dossiers déposés par les firmes, à la définition des indications et à l'organisation des centres implantateurs.

© Haute Autorité de Santé – FBTMCOCJL 2007 – Imprimé par l'IME

HAS

Ce document a été élaboré à partir des études disponibles et de l'ensemble des avis de la Commission d'évaluation des produits et prestations (CEPP) et de la Commission d'évaluation des actes professionnels (CEAP) de la HAS. Ces avis, comme l'ensemble des publications de la HAS, sont disponibles sur www.has-sante.fr

Décembre 2007

PROTOCOLE D'EVALUATION
FRANCOPHONE
DE LA COMMUNICATION
DES SOURDS IMPLANTES

PRESENTATION D'UN PROTOCOLE D'EVALUATION DE L'AMELIORATION DE LA COMMUNICATION CHEZ LES SOURDS IMPLANTES

La faculté de communiquer des patients est mesurée en phase préopératoire. Sont testées:

- la compréhension spontanée
- les performances en lecture labiale
- les aptitudes aux apprentissages
- la socialisation et l'insertion socioprofessionnelle

L'amélioration -ou la restauration- de la communication est mesurée en phase postopératoire,

.d'une part avec

- les tests électrophysiologiques
- l'indice de satisfaction des patients, réinsertion sociale, modifications psychologiques...

.d'autre part avec :

- un outil général d'évaluation applicable à toutes les techniques .

Il est nécessaire d'harmoniser les procédures d'évaluation (équipes et patients), afin de parvenir à une analyse globale des résultats et éventuellement à la possibilité de donner une valeur pronostique aux tests préopératoires.

UTILISATION DE L'OUTIL GENERAL D'EVALUATION

Principe:

Le test est utilisable par toutes les équipes, pourvu que le matériel sonore et phonétique soit similaire. Les tests peuvent être présentés sur bande magnétique ou vidéo, ce qui élimine la subjectivité du testeur mais renforce le côté artificiel de la situation de test.

C'est pourquoi il est nécessaire d'adjoindre des items testant la fonction d'alerte et la communication directe du patient.

Pratique:

La passation complète du test nécessite 1 heure. Il est important que tous les items soient passés dans un laps de temps restreint. Le test reflètera alors bien la situation de communication du patient à un temps T.

La passation se fait avec des séquences originales non mémorisables, ce qui permet une évaluation périodique sans habitude possible.

Résultats:

L'échelle est graduée de 0, communication restreinte à la lecture labiale à 1000, communication normale, du stade III au stade I.

DESCRIPTION DU PROTOCOLE

EPREUVES POUR LE STADE III

Fonction d'alerte

5 bruits insolites sont provoqués pendant l'entretien. On note l'alerte du patient..... 1

Discrimination bruit/voix

10 bruits et voix de même rythme sont présentés au patient...../1

Discrimination voix homme voix femme

10 voix présentées...../1

Reconnaissance de bruits quotidiens

10 bruits présentés/2

Amélioration du contrôle vocal

Objectivé par tous moyens possibles,
(sonagraphe, fondamentale, etc...)
il est coté en tout ou rien...../2

Temps quotidien d'utilisation en heures 1

Amélioration de la lecture labiale

Présentation de 2 listes phonétiques de Lafon en
lecture labiale seule

Comparaison avec les scores préimplantation

Amélioration jusqu'à 20%/0,5

Amélioration au-delà de 20%/0,5

Présentation de 10 phrases en liste ouverte
avec lecture labiale...../1

TOTAL 10

Le patient dont le score est compris entre 1 et 10
est classé Stade III

Son handicap est comparable à celui d'un sourd sévère .

EPREUVES POUR LE STADE II

Reconnaissance d'intonations

10 phrases affirmatives ou interrogatives
présentées/10

Compréhension en liste fermée sans lecture labiale

liste de 10 mots...../10

Reconnaissance d'opposition voyelles/consonnes

liste de 20 oppositions...../20

Compréhension en liste semi-fermée sans lect.lab.

10 mots dans un champ sémantique donné...../20

Compréhension en liste ouverte avec lect.lab

10 phrases inusuelles...../30

total/90

Le patient dont le score est compris entre 11 et 100
est classé STADE II

Son handicap est comparable à celui d'un sourd moyen-sévère.

EPREUVES POUR LE STADE I

Compréhension en liste ouverte sans lect.lab.

10 mots présentés...../100

10 phrases présentées...../100

2 listes phonétiques de Lafon...../200

Conversation téléphonique convenue...../100

Conversation téléphonique libre...../400

total/900

Le patient dont le score est compris entre 101 et 1000
est classé STADE I

EPREUVES POUR LE STADE III

FONCTION D'ALERTE.....SCORE...../1
Sans présentation préalable

Perçu Non perçu

Porte claquée
Téléphone
Coups frappés
Voix d'appel
Klaxon ou trompe

DISCRIMINATION BRUT / VOIX.....SCORE...../1

Présentation: directe..... enregistrement.....

Entraînement:

1. Un, deux, trois Voix
2. - - - - - Bruit
3. La, la Voix

TEST

1. D'accord	.....	1. **	.....
2. Pourquoi pas	.....	2. ***	.....
3. Oui	.....	3. *	.....
4. C'est vraiment impossible	.....	4. *****	.....
5. Tagada	.....	5. ***	.....
6. Non	.....	6. *	.....
7. Pas question	.....	7. ***	.....
8. Alala	.....	8. ***	.....
9. Pinpinpon	.....	9. ***	.....
10. Et c'est tout	.....	10. ***	.....

Nombre de réponses exactes...../20

DISCRIMINATION VOIX HOMME/VOIX FEMME.....SCORE..... /1

Présentation: directe..... enregistrement.....

Entraînement:

1.1,2,3 femme

2.1,2,3 homme

3.4,5,6homme

TEST

1.Il se fait tard

6.Il se fait tard

2.Quelle belle journée

7.Quelle belle journée

3.Pourquoi pas

8.Pourquoi pas

4.Où ça

9.Où ça

5.Ah!

10. Ah!

Nombres de réponses exactes...../10

RECONNAISSANCE DE BRUITS QUOTIDIENS.....SCORE..... /2

Sans présentation initiale

1.Moteur de véhicule

2.Sirène pompiers

3.Pleurs d'enfant

4.Sonnerie de téléphone

5.Flux d'eau

6.Aboiement

7.Voix parlée

8.Musique

9.Klaxon

10.Marteau piqueur

Nombre de réponses exactes...../10

AMELIORATION DU CONTROLE VOCAL.....SCORE..... /2

Moyen d'objectivation:

Amélioration observée: oui non.....

TEMPS QUOTIDIEN D 'UTILISATION.....SCORE..... /1

AMELIORATION DE LA LECTURE LABIALE.....SCORE..... /2

Présentation: directe..... vidéo.....
Notation: manuelle..... Anapro.....

Numéros des listes phonétiques choisies:

(listes phonétiques de Lafon cf annexe numéro 1)

Amélioration%

Amélioration jusqu'à 20%.....0,5

Amélioration supérieure à 20%.....0,5

Phrases en liste ouverte avec lecture labiale

1. Le facteur va porter le courrier
2. Bien sûr, je connais son nom
3. Un train entre déjà en gare
4. Vous porterez ces caisses dans vos voitures
5. La pie se précipite vers ce qui brille
6. Ce passeport n'avait pas de visa
7. C'est le soir qu'il travaille le mieux
8. Le docteur a ordonné un médicament
9. Tu as beaucoup changé depuis que tu es parti
10. Le jardin entoure un petit lac.

Nombre de réponses exactes...../10

Amélioration.....%

(autres listes cf annexe 2)

Total des épreuves de stade I...../10

Commentaires:

EPREUVES POUR LE STADE II

DISCRIMINATION D'INTONATIONS.....SCORE..... /10

Phrases interrogatives ou informatives

Présentation: directe..... enregistrement.....

Phrases d'entraînement:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Il fait beau | <u>Affirmation</u> |
| 2. C'est par là | <u>Question</u> |
| 3. C'est pour vous | <u>Question</u> |

Phrases de test:

- | | | | |
|------------------------|-------|------------------------|-------|
| 1. Vous êtes fatigué | ..... | 11. Vous êtes fatigué | ..... |
| 2. C'est ici | ..... | 12. C'est ici | ..... |
| 3. Bonjour | ..... | 13. Bonjour | ..... |
| 4. Il est content | ..... | 14. Il est content | ..... |
| 5. Elle est malade | ..... | 15. Elle est malade | ..... |
| 6. Ça va | ..... | 16. Ça va | ..... |
| 7. Tout est prêt | ..... | 17. Tout est prêt | ..... |
| 8. C'est bien | ..... | 18. C'est bien | ..... |
| 9. Elle a peur | ..... | 19. Elle a peur | ..... |
| 10. Il voyage beaucoup | ..... | 20. Il voyage beaucoup | ..... |

Nombre de réponses exactes :/20

COMPREHENSION EN LISTE FERMÉE SANS LECTURE LABIALE

SCORE..... /10

Présentation: directe..... enregistrement.....

FLEURS

1. Tulipe
2. Rose
3. Chrysanthème
4. Muguet
5. Lilas
6. Géranium
7. Marguerite
8. Myosotis
9. Violette
10. Anémone

(autres listes en annexe numéro 3)

Nombre de réponses exactes...../10

OPPOSITION VOYELLES/CONSONNES.....SCORE...../20

Présentation: directe..... enregistrement.....

(cf annexe numéro 4)

COMPREHENSION LISTE SEMI-FERMEE SANS L.L.....SCORE...../20

Présentation: directe..... enregistrement.....

thème choisi:

Nombre de réponses exactes...../10

(Cf listes thématiques en annexe 3)

COMPREHENSION EN LISTE OUVERTE DE PHRASES INUSUELLES
AVEC LECTURE LABIALE SCORE...../30

Présentation: directe..... vidéo.....

- 1 Le renard se hâte vers son gîte
- 2 Là-haut, monte la voix du pâtre qui ramène ses moutons
- 3 On dit que l'essor de ce village est important
- 4 Le microscope qui est sur pied, est le mien
- 5 Des moineaux se sont querellés dans mon champ
- 6 Le mal s'envenime faute de soins
- 7 Une société de musique va bientôt défilier
- 8 Ce moyeu de roue grince continuellement
- 9 La pieuvre saisit sa proie avec ses tentacules
- 10 Une grosse poutre maintient la misérable charpente

(autres listes en annexe 2)

Nombre de réponses exactes...../10

Total des épreuves de stade II...../90

Commentaires

EPREUVES POUR LE STADE I

COMPREHENSION EN LISTE OUVERTE SANS LECTURE LABIALE

MOTS.....SCORE...../100

Présentation: directe..... enregistrement.....

Exemple

1. Aventure
2. Personnel
3. Bonbon
4. Philosophie
5. Arrivée
6. Allo
7. Gargarisme
8. Chaleureux
9. Audition
10. Félicitations

Nombre de réponses exactes...../10

PHRASES.....SCORE...../100

Exemple

1. Des gens se sont levés dans les tribunes
2. Vous éplucherez les légumes du pot-au-feu
3. Ce chasseur projette encore de partir d'ici, ce matin
4. La poire est un fruit à pépins
5. Plus nous le connaissons, plus nous le respectons
6. Nous avons pris froid en jouant au tennis
7. Parfois, mon épicière vend à crédit
8. Cette cage contient mon oiseau
9. Des lièvres jouent à l'orée du bois
10. Je te dis que ma bouteille s'abîme à la cave

Nombre de réponses exactes...../10

(autres listes en annexe 2)

LISTES PHONETIQUES DE LAFON.....SCORE...../200

Présentation: directe..... vidéo.....

Notation: manuelle..... Anapro.....

Numéros des listes phonétiques choisies.....

(listes phonétiques de Lafon en annexe 1)

Nombre de phonèmes exacts/100

CONVERSATION TELEPHONIQUE CONVENUE.....SCORE..... /100

Exemple:

1. Allo, êtes vous M.....?
2. Comment allez vous ?
3. Quel jour sommes nous ?
4. Quelle heure est-il ?
5. A quelle date avons nous rendez-vous ?
6. Quel temps fait-il aujourd'hui chez vous ?
7. Etes vous seul(e) à la maison ?
8. Etes vous satisfait ?
9. M'entendez vous bien ?
10. Au revoir...

Nombre de réponses exactes...../10

CONVERSATION TELEPHONIQUE LIBRE.....SCORE..... /400

Total des épreuves de stade I...../900

TOTAL...../1000

FEUILLE DE PASSATION

NOM :

AGE :

DURÉE D'ACTIVATION :

ORIGINE DE LA SURDITÉ :

DISCRIMINATION BRUIT/VOIX

- d'accord.....(256Hz)
 - ##.....(190Hz)
 - pourquoi pas..... (274Hz)
 - ###..... (343Hz)
 - oui.....(265Hz)
 - pas question.....(292Hz)
 - ###.....(119Hz)
 - tagada.....(269Hz)
 - et c'est tout.....(335Hz)
 - ###.....(358Hz)
- TOTAL/10

DISCRIMINATION VOIX HOMME/FEMME

- Il se fait tard..... (96Hz)
 - Quelle belle journée..... (126Hz)
 - Pourquoi pas..... (303Hz)
 - Où ça..... (298Hz)
 - Ah..... (131Hz)
 - Attention..... (358Hz)
 - Il fait froid..... (94Hz)
 - Tu viens..... (277Hz)
 - J'ai faim..... (301Hz)
 - Oui ou non..... (150Hz)
- TOTAL/10

RECONNAISSANCE D'INTONATION

- Vous êtes fatigué
- C'est ici ?
- Bonjour
- Il est content ?
- Elle est malade
- Ça va
- Tout est prêt ?
- C'est bien ?
- Elle a peur
- Il voyage beaucoup ?

TOTAL/10

RECONNAISSANCE DE SENTIMENTS

Est-ce que tu peux me dire ce que tu fais ici?

- Colère
- Joie
- Surprise
- Tristesse
- Agacement
- Peur

TOTAL/6

RECONNAISSANCE D'INSTRUMENTS DE MUSIQUE

- Accordéon
- Violon alto
- Flûte
- Mandoline
- Piano
- Trompette
- Guitare
- Saxophone
- Percussions
- Cornemuse

TOTAL/10

RECONNAISSANCE DE STYLES MUSICAUX

- Jazz
- Slam
- Musique classique
- Ballade
- Folk
- Reggae
- Musique tsigane
- Disco
- Musique militaire
- Tango

TOTAL/10

PHRASES

Liste n° :

TOTAL/10

PHRASES DANS BRUIT À 50 dB

Liste n° :

TOTAL/10

PHRASES DANS BRUIT À 55 dB

Liste n° :

TOTAL/10

RÉPÉTITION DE TEXTE

- A la montagne
- Un bébé curieux
- Histoire de loups

Nombre de mots:/63

Nombre de mots:/99

Nombre de mots:/261

Réflexions personnelles :

Difficulté lexicales :

Difficultés syntaxiques :

Perception acoustique :

RECONNAISSANCE D'INTONATION

- Vous êtes fatigué
- C'est ici
- Bonjour
- Il est content
- Elle est malade
- Ça va
- Tout est prêt
- C'est bien
- Elle a peur
- Il voyage beaucoup

EXPRESSION DE SENTIMENTS

« Est-ce que tu peux me dire ce que tu fais ici »

SURPRISE

AGACEMENT

TRISTESSE

COLÈRE

JOIE

PEUR

INSTRUMENTS DE MUSIQUE

TROMPETTE

CORNEMUSE

PIANO

MANDOLINE

FLûTE

SAXOPHONE

ACCORDÉON

PERCUSSIONS

VIOLON

GUITARE

STYLES MUSICAUX

JAZZ

MUSIQUE Tsigane

MUSIQUE CLASSIQUE

BALLADE

TANGO

MUSIQUE FOLK

MUSIQUE MILITAIRE

SLAM

REGGAE

DISCO

TEXTES

A la montagne

La montagne, pour beaucoup de gens, représente le plaisir et le repos. Pourtant, les personnes qui y vivent et y travaillent toute l'année, trouvent la vie plutôt difficile. Le climat est rude, la neige recouvre tout pendant de longs mois. Petit à petit, les jeunes quittent la montagne pour la plaine et la ville. Les villages se vident et tombent en ruines.

Un bébé curieux

Marine est un bébé rose aux joues bien pleines, ses sourcils recourbés, donnent à ses grands yeux, un air perpétuellement étonné. Elle joue dans le salon, sous les regards attendris de ses grands-parents, murmurant quelques paroles compréhensibles d'elle seule. Elle se met à quatre pattes et file en direction d'un objet étrange, tombé sous la table basse. De ses petites mains potelées, elle le ramasse et sourit. Elle s'assied, observe la chose attentivement, goûte, fait la grimace, crie et le jette. Elle repart alors vers d'autres horizons de cet endroit si riche en découvertes.

Histoire de loups

Voilà une étrange histoire de loups, vécue par un voyageur dans la région des Cévennes. Un paysan fut appelé pour ses affaires à Montpellier. Il s'y rendait à pied. Il était encore à plusieurs kilomètres du village de Saint-Martin de Londres où il devait faire étape, quand la nuit tomba. Pour arriver plus vite, il décida de couper à travers un bois de chênes, mais il s'égara. Soudain, il aperçut la lueur d'un grand feu. Il se dirigea vers la lumière et un spectacle hallucinant le cloua sur place.

Dans une clairière, des loups étaient rassemblés, assis en rond autour d'un feu.

A l'approche du paysan, les bêtes se dressèrent et commencèrent à gronder. Mais, soudain, un sifflement retentit et les bêtes reprirent leur place calmement. Le voyageur tourna les yeux vers le lieu d'où était venu le sifflement et découvrit un homme qui lui dit: « N'aie pas peur, ils ne te toucheront pas, repose-toi puis je te prêterai deux d'entre eux pour te protéger dans la traversée de la forêt. »

Un peu plus tard, le paysan repartit vers Saint-Martin de Londres, encadré par deux loups superbes. A la sortie du bois, il aperçut un mas. Là, il donna à manger aux loups qui retournèrent ensuite dans la forêt. En bavardant avec les gens du mas, le voyageur apprit qui était l'homme mystérieux qui faisait obéir les bêtes: c'était Jean, le meneur de loups. Dans la région, on l'accusait d'avoir fait un pacte avec le diable.

LES ÉVALUATIONS DES ADULTES SOURDS PORTEURS D'UN IMPLANT COCHLÉAIRE

Résumé :

Ce mémoire porte sur les évaluations orthophoniques des adultes sourds ayant bénéficiés d'une implantation cochléaire.

Les évaluations orthophoniques font partie d'un protocole de suivi des patients. À échéances régulières, les personnes implantées sont soumises à des bilans afin de vérifier leur adaptation prothétique et de quantifier les bénéfices obtenus. Ce travail tente de faire le point sur les différents éléments évalués et propose quelques épreuves en vue d'actualiser le protocole appliqué au C.H.R.U. de Nancy.

Afin de mieux cerner la problématique des bilans, nous proposons dans la première partie une revue de la physiologie de l'audition, un résumé du traitement cérébral de la parole ainsi qu'une description des conséquences induites par une surdité sensorielle. Nous considérons ensuite l'implant cochléaire dans ses indications, sa conception, son fonctionnement et les bénéfices qu'il apporte aux patients. Puis nous abordons le bilan orthophonique proprement dit par le biais de sa finalité et des outils nécessaires à son application.

La deuxième partie décrit notre démarche pour aboutir à nos propositions d'épreuves. Après une description du protocole nancéen et une enquête auprès de plusieurs centres d'implantologie dans l'intention de rassembler le plus grand nombre de renseignements possibles, nous en avons extrait les aspects fondamentaux. Ceux-ci ont servi de base aux épreuves que nous proposons. Nous les avons mises en oeuvre et nous les avons appliquées auprès de quelques patients afin d'en considérer la faisabilité et la pertinence.

Mots clés :

Implant cochléaire.
Surdité.
Évaluation.
Enquête.
Bilan post-implantation cochléaire

Jury :

Président : Monsieur le Professeur R. DUDA, Linguiste
Rapporteur : Madame M.M. DUTEL, Orthophoniste
Assesseur : Madame B. MONTAUT-VERIENT, Médecin audio-phonologiste

Date de soutenance :

Vendredi 11 juin 2010