

MEMOIRE

En vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophonie
présenté par :

Hannah Bièche & Manon Paindavoine

soutenu publiquement en juin 2015 :

Mémoire auditive de l'adulte sourd
**Protocole de rééducation de la mémoire auditive de
travail, phonologique et non-verbale de l'adulte ayant
une surdité post-linguale, implanté cochléaire ou en
phase pré-implantatoire**

MEMOIRE dirigé par :
Olivier DEKEIRSCHIETER, Orthophoniste en cabinet libéral, Bailleul

Remerciements

Nous remercions notre maître de mémoire, Monsieur Dekeirscheter, pour son soutien, sa disponibilité et ses encouragements tout au long de ce mémoire.

Merci à Mme Reinquin, notre pré-lectrice, pour sa relecture attentive.

Nous remercions l'ensemble des orthophonistes et des patients qui se sont impliqués dans l'expérimentation de notre matériel. Les réponses aux questionnaires nous ont ainsi apporté de précieux conseils.

Enfin, nous remercions nos amis et nos familles qui nous ont prêté leurs voix pour les enregistrements et qui nous ont soutenues tout au long de cette année.

Résumé :

Avoir de bonnes capacités de mémoire auditive de travail, phonologique et non-verbale à long terme est indispensable pour optimiser la réhabilitation de la discrimination auditive suite à la pose d'un implant cochléaire chez les adultes ayant une surdité post-linguale.

Le stockage des sons non-verbaux en mémoire à long terme de ces patients, à cause d'une privation auditive prolongée, est altéré par un manque de renforcement souvent peu travaillé en rééducation car généralement considéré comme secondaire. Par conséquent, leur reconnaissance est de plus en plus difficile. De plus, la discrimination analytique des phonèmes de la parole devient laborieuse du fait de la dégradation de la mémoire phonologique.

Au vu du manque de matériel travaillant spécifiquement ces compétences, nous avons créé « Mémoire auditive de l'adulte sourd » qui est un protocole de rééducation destiné aux adultes ayant une surdité post-linguale. Le but de ce matériel est d'entraîner spécifiquement la mémoire auditive phonologique, la mémoire auditive de travail et la reconnaissance des sons non-verbaux tels que les sons environnementaux, la prosodie, la mémoire des voix et la discrimination musicale. Ces exercices sont regroupés domaine par domaine et niveau par niveau dans un livret auquel y sont adjoints un CD audio et des annexes comportant des aides facilitatrices.

Dans le but d'élaborer notre matériel, nous avons commencé par effectuer des recherches théoriques sur l'implant cochléaire, les différents systèmes de mémoire et sur la rééducation de l'adulte devenu sourd. Puis, nous avons élaboré une phase de pré-tests afin d'apprécier de façon qualitative les difficultés de nos patients dans chaque domaine et d'orienter ainsi la création de notre matériel.

Après l'avoir testé, nous avons invité les orthophonistes et les patients à donner leur avis sur la forme et le fond de notre matériel à travers un questionnaire. Grâce aux suggestions et aux critiques recueillies, nous avons pu améliorer notre protocole afin de garantir une utilisation la plus optimale possible dans la pratique orthophonique.

Mots-clés :

Surdité post-linguale - Mémoire auditive - Implant cochléaire - Adulte - R ducation - Matériel

Abstract :

Having a good auditory working memory, as well phonological and long-term non-verbal memories, is one of the keys to optimize the rehabilitation of auditory discrimination which follows the fitting of a cochlear implant to an adult with post-lingual deafness.

The storage of the non-verbal sounds in the long-term memory of these deaf patients is, because of prolonged auditory deprivation, impaired by a lack of practice. Therefore, their recognition ability is becoming weaker and weaker. In addition, the analytical discrimination of the phonemes of speech becomes harder due to the degradation of phonological memory, which is the result of the lack of auditory stimulation.

Being given the lack of existing equipment training those skills, we built « hearing of deaf adult Memory », a rehabilitation program for adults with post-lingual deafness. The purpose of this material is to train the auditory phonological memory, the auditory working memory and the recognition of non-verbal sounds such as environmental sounds, prosody, the memory of the voice, and music discrimination. These exercises have been grouped, subject by subject and level by level in a booklet which came with an audio CD and annexes including facilitators aid.

In order to develop our equipment, we began by doing theoretical research on cochlear implants and on the different memory processes and on the rehabilitation of deafened adult. Then we developed a pre-test phase, which would give us a qualitative indicator of the challenges our patients were facing in each area, so that we could orientate the creation of our equipment in an appropriate way.

After using our material, we invited speech therapists and patients, through answering an inquiry, to give their feedbacks on the form and substance of our equipment.

Thanks to the suggestions and criticisms we received, we were able to improve our protocol and to ensure the most optimal use in a speech therapy.

Keywords :

Post-lingual deafness - hearing Memory - Cochlear Implant - Adult - Rehabilitation - Hardware

Table des matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	3
1.L'implant cochléaire.....	4
1.1.Qu'est-ce que l'implant cochléaire.....	4
1.1.1.Description générale.....	4
1.1.2.Fonctionnement (d'après le guide du CISIC).....	4
1.1.3.Nouvelles recherches (d'après le rapport sur l'implant cochléaire de la HAS).....	4
1.2.Les indications d'implant chez l'adulte.....	5
1.2.1.Indication d'implantation (d'après le guide du CISIC, et le rapport de la HAS).....	5
1.2.2.Pose de l'indication.....	6
1.2.3.Cas d'implantation bilatérale (d'après le rapport de la HAS).....	7
1.3.La rééducation orthophonique (d'après A. DUMONT « implant cochléaire, surdité et langage »).....	8
1.3.1.Premiers temps de la rééducation.....	8
1.3.2.Approfondissement.....	9
2.Mémoire auditive verbale et non-verbale.....	10
2.1.Fonctionnement de la mémoire.....	10
2.1.1.Les mémoires de courtes durées.....	11
2.1.1.1.La mémoire de travail (Baddeley, 1986).....	11
2.1.1.2.La mémoire à court terme.....	13
2.1.2.Les mémoires à long terme.....	13
2.1.2.1.Les différents types de mémoire à long terme.....	13
2.1.2.1.1.La mémoire déclarative.....	13
2.1.2.1.2.La mémoire procédurale.....	14
2.1.2.2.La structure de la mémoire à long terme.....	14
2.1.2.3.La récupération en mémoire à long terme.....	15
2.2.La mémoire phonologique.....	15
2.2.1.Les composants de la mémoire phonologique.....	15
2.2.2.Influences des éléments stockés en mémoire à long terme sur la mémoire phonologique.....	16
2.2.3.Modélisation de la mémoire phonologique.....	17
2.3.La mémoire auditive non-verbale.....	17
2.3.1.La prosodie.....	17
2.3.2.La musique.....	19
2.3.3.Les sons environnementaux.....	19
3.La modification de la mémoire auditive phonologique et non-verbale durant la privation auditive précédant l'implantation.....	20
3.1.La réorganisation cérébrale durant la surdité post-linguale : mémoire phonologique.....	21
3.1.1.Détail des structures neurologiques impliquées dans la mémoire phonologique chez le normo-entendant.....	21
3.1.2.Les modifications d'activation subies par ces structures durant la privation sensorielle et conséquences sur la mémoire auditive.....	22
3.2.La réorganisation cérébrale durant la privation sensorielle : mémoire des sons environnementaux.....	24
3.2.1.Détail des structures neurologiques impliquées dans la privation sensorielle chez le normo-entendant.....	24
3.2.2.Les modifications d'activation subies par ces structures lors de la	

privation auditive et leurs conséquences sur la mémoire.....	25
3.3.Orientation de la rééducation.....	26
3.3.1.Liens entre perception et mémorisation.....	26
3.3.2.L'importance du travail pré-implantaire.....	28
3.3.3.Les bénéfices de l'entraînement de la mémoire auditive sur la réhabilitation des patients porteurs de l'implant cochléaire.....	29
Sujets, matériel et méthode.....	31
1.Hypothèse théorique et but.....	32
1.1.Hypothèse générale.....	32
1.2.Objectifs.....	33
2.La population.....	34
2.1.Critères d'inclusion.....	34
2.2.Critères d'exclusion.....	34
3.Testing de la population.....	35
3.1.Objectifs de la phase de testing.....	35
3.2.Présentation des tests choisis.....	35
3.2.1.Présentation de la phase de testing dans sa globalité.....	35
3.2.2.Les tests évaluant la mémoire à court terme.....	36
3.2.2.1.Entretien préalable aux épreuves.....	36
3.2.2.1.1. <i>Questionnaire d'anamnèse</i>	36
3.2.2.1.2. <i>Dépistage des démences neurodégénératives</i>	37
3.2.2.Évaluation de la séquentialité.....	37
3.2.2.3.Évaluation de la boucle audio-phonologique.....	38
3.2.2.4.Évaluation de l'administrateur central.....	38
3.2.3.Tests évaluant la mémoire auditive non-verbale à long terme.....	39
3.2.3.1.Test de la musicalité.....	39
3.2.3.2.Test de la prosodie.....	39
3.2.3.3.Test des sons environnementaux.....	40
3.3.Présentation des patients.....	40
3.3.1.Profil des patients.....	40
3.3.2.Histoire de la surdité.....	40
3.3.3.La prise en charge orthophonique.....	41
3.4.Analyse des résultats.....	41
3.4.1.Le dépistage de démences neurodégénératives.....	41
3.4.2.Le stock phonologique.....	42
3.4.3.La séquentialité.....	43
3.4.4.L'inhibition.....	44
3.4.5.La musicalité.....	45
3.4.6.Reconnaissance des sons environnementaux.....	45
3.4.7.Prosodie émotionnelle.....	46
3.5.Conclusions.....	46
4.Présentation du matériel.....	48
4.1.Le contenu du matériel.....	48
4.1.1.La mémoire à court terme.....	49
4.1.1.1.La boucle audio-phonologique.....	49
4.1.1.1.1. <i>Le stock phonologique</i>	49
4.1.1.1.2. <i>Le chunking</i>	50
4.1.1.2.La mémoire de travail.....	51
4.1.1.2.1. <i>La flexibilité mentale</i>	52
4.1.1.2.2. <i>L'inhibition</i>	53
4.1.1.2.3. <i>La mise à jour</i>	54
4.1.1.3.La séquentialité.....	55

4.1.2.La mémoire auditive non verbale.....	57
4.1.2.1.La prosodie modale et émotionnelle	57
4.1.2.2.La mémoire des voix.....	59
4.1.2.3.La discrimination des notes de musique.....	60
4.1.2.4.La mémoire des sons environnementaux.....	61
4.1.3.Reconnaissance et mémoire de travail.....	63
4.1.3.1.Mémoire de travail et mémoire des voix.....	63
4.1.3.2.Mémoire de travail et prosodie.....	65
4.1.3.3.Mémoire de travail et sons environnementaux.....	65
4.2.La forme du matériel	66
5.Questionnaires	67
5.1.Intérêt du questionnaire.....	67
5.2.Description du questionnaire.....	67
5.2.1.Questionnaire aux patients (annexe 15).....	67
5.2.2.Questionnaire aux orthophonistes (annexe 16).....	68
6.Conclusion.....	69
Résultats.....	70
1.Questionnaire aux patients.....	71
2.Questionnaire aux orthophonistes.....	72
2.1 La forme du matériel.....	73
2.2 Le contenu du matériel.....	73
Discussion.....	76
1.Critique méthodologique.....	77
2.Critique du matériel.....	81
2.1.Les modifications apportées suite aux passations.....	81
2.2.Les modifications apportées suite aux questionnaires.....	83
3.Intérêt et limites de notre étude.....	84
3.1.Modifications à apporter.....	84
3.2.Élargissements possibles.....	85
3.3.Intérêt du matériel.....	85
Conclusion.....	86
Bibliographie.....	88
Liste des annexes.....	95
Annexe n°1 : Schémas de la partie théorique.....	96
Annexe n°2 : Anamnèse de M.De.....	96
Annexe n°3 : Le MMS de M.De.....	96
Annexe n°4 : Reconnaissance de mots et de non-mots unisyllabiques de M.De ..	96
Annexe n°5 : Reconnaissance musicale de M.De.....	96
Annexe n°6 : Test Stroop-Victoria de M.De.....	96
Annexe n°7 : Reconnaissance de sons environnementaux de M.De.....	96
Annexe n°8 : Rappel sériel de mots et de non-mots de M.De.....	96
Annexe n°9 : Reconnaissance de la prosodie émotionnelle de M.De.....	96
Annexe n°10 : Tableau d'anamnèse.....	96
Annexe n°11 : Schémas de la partie « présentation des patients ».....	96
Annexe n°12 : Tableau des résultats.....	96
Annexe n°13 : Schémas de la partie « analyse des résultats ».....	96
Annexe n°14 : Exemples d'exercices dans les domaines de la mémoire à court terme.....	96
Annexe n°15 : Questionnaire destiné aux patients.....	96
Annexe n°16 : Questionnaire destiné aux orthophonistes.....	96
Annexe n°17 : Diagrammes des résultats des questionnaires aux orthophonistes	

.....	97
<u>Annexe n°18 : Erratum, Formulaire de consentement de participation à une étude clinique.....</u>	<u>97</u>

Introduction

Le surdité est une pathologie qui touche un grand nombre de personnes chaque année (483600 personnes ont une surdité sévère ou profonde en France, site de l'UNAPEDA) et en particulier les adultes. Ce handicap peut être vécu comme une réelle souffrance et amener à un isolement social.

De récentes recherches se sont penchées sur les conséquences d'une privation auditive prolongée sur la mémoire auditive non-verbale à long terme et sur la mémoire auditive phonologique et de travail. Leurs capacités diminueraient et ne permettraient pas une réhabilitation correcte de la compréhension de la parole pour l'adulte devenu sourd implanté cochléaire.

Toutefois, il n'existe aucun matériel capable de réduire ces divers domaines cognitifs. C'est pourquoi, nous avons décidé de créer « Mémoire auditive de l'adulte sourd » qui est un protocole de r ducation qui synthétise des exercices entraînant ces différentes compétences.

Ce matériel est destiné aux adultes devenus sourds implantés cochléaire ou en procédure d'implantation.

Dans une première partie, nous allons faire un rappel des connaissances liées à l'implant cochléaire. Puis, nous allons essayer de synthétiser les nombreuses données théoriques existantes à propos de la mémoire. Enfin, nous étudierons la manière dont sont remaniés les circuits cérébraux en cas de privation auditive et l'intérêt d'éviter ces remaniements grâce à la r ducation.

Dans la deuxième partie de notre mémoire, nous exposerons notre cheminement méthodologique en détaillant notre phase de sub-tests destinée à orienter la création de notre matériel. Puis, nous présenterons notre protocole de r ducation et enfin nous détaillerons les questionnaires qui nous ont permis de recueillir l'avis des orthophonistes et des patients vis-à-vis de notre matériel.

Comme nous le verrons dans la discussion, nous avons pu améliorer notre matériel et s'interroger sur son efficacité r m diative grâce aux questionnaires.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. L'implant cochléaire

1.1. Qu'est-ce que l'implant cochléaire

1.1.1. Description générale

D'après la description de Annie Dumont dans son ouvrage « Implant cochléaire, surdité et langage », le concept de base d'un implant cochléaire est de reproduire une sensation auditive en stimulant directement les terminaisons des fibres du nerf auditif par des électrodes implantées chirurgicalement. Ces électrodes transmettent un codage du monde sonore au nerf auditif puis aux noyaux cochléaires et enfin aux zones corticales. L'implant cochléaire a pour but de « remplacer » l'organe de Corti défaillant dans les surdités de perception. Il est indiqué pour les personnes pour lesquelles les aides auditives classiques, qui se contentent d'amplifier le son à l'entrée de l'oreille, ne suffisent plus pour communiquer.

1.1.2. Fonctionnement (d'après le guide du CISIC)

Un système d'implant cochléaire se compose de deux parties distinctes :

- **Une partie interne** : l'implant, installé lors d'une intervention chirurgicale. Cet élément est constitué d'un récepteur électronique placé sous la peau derrière le pavillon de l'oreille, relié à un faisceau d'électrodes introduit dans l'oreille interne vers les terminaisons du nerf auditif situées au niveau de la cochlée.

- **Une partie externe amovible** : Elle est composée d'un processeur vocal qui capte les sons et les transforme en signal électrique transmis à travers la peau au récepteur de l'implant.

1.1.3. Nouvelles recherches (d'après le rapport sur l'implant cochléaire de la HAS)

Les perspectives de développement de la technique en matière d'implant cochléaire sont les suivantes :

=> les techniques visant à protéger la cochlée lors de l'implantation : administration locale de cortisone, de neurotrophiques, et emploi de techniques de soft surgery

=> le développement de l'audioprothèse mixte acoustico-électrique : dans les surdités partielles où la perte sur les fréquences aiguës est sévère, alors que l'audition peut être bien préservée sur les fréquences graves, on peut combiner un

implant cochléaire limité à la base de la cochlée avec une prothèse acoustique classique pour les fréquences graves.

Les premiers résultats indiquent que la mise en place soigneuse d'un implant court ne détériore pas le fonctionnement cochléaire, et apporte un gain considérable d'intelligibilité associé à une certaine perception de la musique nettement supérieure à l'audioprothèse acoustique seule ou à l'implant cochléaire classique.

1.2. Les indications d'implant chez l'adulte

1.2.1. Indication d'implantation (d'après le guide du CISIC, et le rapport de la HAS)

De manière générale, on indiquait l'implant jusque récemment pour les cas de surdités profondes mais aussi sévères bilatérales.

Aujourd'hui, on étend de plus en plus cette technique aux surdités moindres, c'est-à-dire sévères qu'elles soient acquises ou innées, pour lesquelles elle peut apporter un gain considérable en matière de compréhension de la parole. L'implantation cochléaire est indiquée lorsque la discrimination est inférieure ou égale à 50% avec appareillage classique sans lecture labiale lors de la réalisation de tests d'audiométrie vocale avec la liste cochléaire de Fournier (ou un équivalent). Les tests doivent être effectués à 60 dB en champ libre.

Les enfants comme les adultes peuvent bénéficier de cette innovation, le plus précocement possible. Plus la durée de surdité est grande et plus le cerveau perd l'habitude d'entendre : les circuits nerveux se modifient et la rééducation devient plus difficile. Certaines personnes ayant encore un peu d'audition résiduelle (grâce au nouvel implant électro-acoustique) peuvent bénéficier d'un implant particulier combinant à la fois les stimulations électriques et acoustiques sur la même oreille, favorisant ainsi la préservation de l'audition.

Outre ce critère audiométrique, il existe également quelques contre-indications :

- présence d'une maladie malformative touchant l'oreille interne et qui peut empêcher l'introduction des électrodes (par exemple, maladie ayant provoqué l'ossification de la cochlée),
- insuffisance ou absence du nerf auditif lui-même,
- Surdité mixte: périphérique **et** centrale.

Un test de stimulation électrique pré-opératoire permettant de vérifier l'état fonctionnel du nerf auditif peut être effectué si la surdité est totale

Enfin, un élément déterminant dans la décision sera la motivation. Un bon indice de mesure est la qualité de la lecture labiale. Qu'elle ait été acquise spontanément, par un sujet doté d'aptitudes particulières à compenser sa déficience auditive, ou qu'elle soit le fruit d'un travail intensif et prolongé auprès d'une orthophoniste, la lecture labiale n'existe et ne se maintient que si le sujet utilise la communication orale régulièrement. Le niveau de lecture labiale est très utile à connaître en particulier si la surdité profonde est ancienne.

Il n'y a pas de limite d'âge supérieure à l'implantation chez le sujet adulte, tant que le niveau cognitif du patient lui permet une rééducation profitable.

Les étiologies principales que l'on peut rencontrer chez les patients candidats à l'implant cochléaire sont les suivantes : une affection du labyrinthe, des troubles tensionnels du labyrinthe ou maladie de Ménière, des décompressions brutales, des traumatismes sonores, crâniens ou chirurgicaux, des étiologies toxiques, des infections telles que la méningite, des tumeurs telles que le neurinome de l'acoustique, ou encore une presbyacousie.

Elles impliquent toujours une surdité de perception.

1.2.2. Pose de l'indication

.L'indication d'implantation est posée par une équipe multidisciplinaire (ORL, audiophonologiste, orthophoniste, audioprothésiste, radiologue, anesthésiste, psychologue, etc.) qui va réaliser un bilan préimplantatoire.

Ce dernier comprend chez l'adulte :

- une audiométrie tonale et vocale au calme et dans le bruit ;
- une impédancemétrie ;
- une recherche des potentiels évoqués auditifs avec recherche de seuil ;
- des otoémissions acoustiques ;
- une évaluation du gain prothétique, en audiométrie tonale et en audiométrie vocale avec des listes de mots monosyllabiques et non dissyllabiques, adaptées en langue française (mots/phrases) en liste ouverte sans lecture labiale.

Un bilan psychologique doit être effectué afin d'apprécier la motivation du patient. En outre, les patients âgés doivent bénéficier d'une évaluation

psychocognitive. Le bilan radiologique préimplantatoire comprend un bilan cérébral complet (scanner osseux des rochers, IRM cérébrale et des rochers visualisant les voies auditives périphériques et centrales).

1.2.3. Cas d'implantation bilatérale (d'après le rapport de la HAS)

Les avantages de l'implantation bilatérale sont :

- dans la mesure où l'on décide d'implanter les deux oreilles, le choix judicieux, souvent épineux, de l'oreille à implanter ne se présente plus,
- la stimulation corticale bilatérale,
- la restauration d'une audition binaurale.

Cette restauration d'une audition binaurale permet l'accès à la stéréophonie avec la restauration des capacités de localisation spatiale, l'amélioration de la sélectivité fréquentielle, et amélioration de la discrimination de la parole dans le bruit.

Les inconvénients sont le surcoût lié à l'implantation de la deuxième oreille et la difficulté voire l'impossibilité de recourir ultérieurement à d'autres techniques. Pour prendre la décision, il faut une nouvelle évaluation, comme avant la première implantation. Ainsi avant toute chose, si une personne a déjà été implantée d'un côté et s'interroge sur l'intérêt et la possibilité d'un second implant, il faut lui proposer de consulter le centre d'implantation pour réaliser un nouveau bilan. Celui-ci va comporter habituellement des tests auditifs dans le calme et dans le bruit, des examens de l'équilibre, une évaluation de la communication et selon les cas une imagerie, ou d'autres tests.

Dans la mesure où il est possible que l'implantation cochléaire modifie le fonctionnement du système de l'équilibre et entraîne des troubles tels que des vertiges et/ou une instabilité, si une implantation cochléaire bilatérale est décidée, ce risque doit être évalué. Habituellement les troubles de l'équilibre régressent avec le traitement par médicaments ou par rééducation vestibulaire.

Ainsi, les indications de l'implantation bilatérale envisagée chez la personne adulte atteinte d'une surdité post-linguale sont les suivantes :

- les patients pour lesquels l'efficacité est limitée avec l'implant en monolatéral, et qui en ressentent les conséquences au niveau de leur vie socioprofessionnelle ou de leur autonomie .

- les patients postméningitiques pour lesquels l'implantation doit être réalisée dès que possible pour éviter que l'ossification cochléaire ne compromette à court terme l'insertion des électrodes.

1.3. La rééducation orthophonique (d'après A. DUMONT « implant cochléaire, surdité et langage »)

La rééducation qui suit l'implantation constitue « un travail spécifique d'entraînement au décodage des informations acoustiques rendu possible par l'activation des électrodes ». Il apparaît donc fondamental de proposer aux patients un entraînement régulier afin de permettre l'intégration de ces nouveaux sons dans le quotidien. Selon A. DUMONT, « on observe généralement de grandes améliorations dans les six premiers mois, puis fréquemment une saturation vers le huitième mois et à nouveau de grands progrès lors de la seconde année. Il est important d'adapter le rythme des séances à la dynamique évolutive de chaque personne et aux objectifs fixés au départ ». Il est nécessaire d'analyser la perception auditive à travers des outils spécifiques qui permettent d'approcher comment le sujet implanté reçoit et traite les informations auditives sonores : bruits, paroles, musiques pour pouvoir ensuite travailler à perfectionner cette réception.

Dans les premiers temps, après l'activation des électrodes, l'arrivée des premières informations auditives va surprendre la personne sourde. Elle va devoir s'y habituer et apprendre avant tout à mettre du sens sur les sons. Ce premier objectif est fondamental si on souhaite aider le sujet à intégrer, à mémoriser ces sons. Ainsi, le travail auquel nous nous attachons, favoriser la mémorisation des informations auditives chez la personne implantée, ne pourra s'effectuer que dans un second temps, et non au cours des premiers temps de la rééducation.

1.3.1. Premiers temps de la rééducation

Chez la personne adulte atteinte d'une surdité acquise depuis plusieurs années, retrouver le monde sonore peut être difficile. Les personnes ressentent souvent une grande fatigue, et l'impression d'entendre trop fort. Ainsi, les premières séances de rééducation se concentrent sur l'accompagnement de la personne dans cette familiarisation nouvelle avec le monde sonore.

Simultanément à cette période de guidance, l'orthophoniste commence à travailler autour **de la détection des sons** : On pratique un entraînement permettant au sujet de repérer la présence ou l'absence de son. L'objectif est de développer la

fonction d'alerte qui constitue un rôle fondamental dans l'audition mais aussi de savoir ce que le patient entend ou n'entend pas, et de mettre en évidence des zones fréquentielles déficitaires (pour une éventuelle indication de réglage). Le travail doit s'articuler autour de la détection des sons environnementaux, des phonèmes et des mots.

Suite à ce travail, ce sont les capacités de **discrimination des sons** qui seront entraînées chez la personne implantée : On entraînera ainsi la personne à comparer deux items afin de déterminer s'ils sont semblables ou différents sans que la compréhension du contenu ne soit nécessaire. Pour se faire, l'orthophoniste peut travailler à partir de tâches de discrimination dans des paires minimales (mots qui se ressemblent par leurs traits acoustiques mais qui ne sont pas identiques). Là encore, on travaillera sur les sons environnementaux, les phonèmes et les mots. Ce travail doit suivre une progression : L'orthophoniste commence par faire discriminer au patient des sons éloignés fréquemment, avant d'affiner les capacités de discrimination.

L'orthophoniste et son patient vont dans un troisième temps travailler **la reconnaissance** de bruits, phonèmes, mots et phrases parmi un choix en liste fermée (le patient dispose sous les yeux du nom des bruits, des phonèmes, des mots et des phrases par écrit et doit désigner ceux qu'il entend).

Enfin, on travaille dans une dernière étape fondamentale, on travaillera autour de **l'identification** de ces bruits, phonèmes, mots et phrases.

Il travaillera, selon ses capacités, soit en liste semi-ouverte (scène imagée, thème général...) soit en liste ouverte (il ne dispose d'aucun indice visuel ou sémantique pour récupérer l'information auditive).

On pourra également travailler autour de l'identification de texte.

1.3.2. Approfondissement

L'éducation auditive ne se limite pas à un travail analytique et contextuel portant sur les phonèmes, les mots, les phrases et les textes.

Après que le patient soit parvenu à apprivoiser son implant et que sa compréhension (en lien avec ses capacités d'identification) progresse correctement, un travail plus approfondi va pouvoir être mis en place.

Il consiste généralement en différents points :

- distinguer l'intonation des phrases, améliorer la perception de la prosodie.

- appréhender les changements d'interlocuteurs (reconnaissance des voix)
- utilisation du téléphone
- gérer les situations de « cocktail party » c'est-à-dire, dans les environnements bruyants, lorsque le bruit de fond parasite l'information. Le patient doit apprendre à faire abstraction de ce bruit de fond afin de comprendre le message qui lui est adressé.

Nous avons décidé de nous intéresser au perfectionnement des capacités de mémorisation auditive.

Nous justifierons scientifiquement l'utilité de ce perfectionnement spécifique dans notre troisième partie, mais nous pouvons déjà, de façon « perceptive », appréhender son utilité dans des domaines comme la gestion du téléphone (mémorisation des voix et des intonations), la reconnaissance de la musique, de la prosodie (mémoire non-verbale) ou tout simplement la mémorisation d'un mot long (mémoire phonologique).

2. Mémoire auditive verbale et non-verbale

Dans ce chapitre, nous allons essayer de synthétiser les nombreuses connaissances actuelles qui existent sur la mémoire. Le premier chapitre sera dédié à la description de la mémoire. Quelles sont les différents types de mémoire, comment fonctionnent-ils et comment entrent-ils en interaction ?

Les deux derniers chapitres concernent les types de mémoire qui nous intéressent dans le cadre de notre travail. Les composants de la mémoire phonologique ainsi que sa modélisation seront détaillés. Puis, nous verrons les différents éléments de la mémoire auditive non-verbale, de la prosodie aux sons environnementaux en passant par la musique.

2.1. Fonctionnement de la mémoire

La mémoire peut être de façon générale conceptualisée comme un système d'encodage, de stockage et de récupération des données.

L'encodage (Tulving, 1983) est le processus qui transforme une information en une trace mnésique. C'est une représentation mentale du monde extérieur. Cela nous permet de coder les données pour qu'elles soient manipulées et traitées par nos systèmes mnésiques.

Le stockage nous sert à retenir à plus ou moins long terme des informations dans le temps. Ce stockage suppose une réactualisation des connaissances au fil du temps par un enrichissement de nos représentations mentales.

La récupération est le processus qui nous permet d'accéder de façon consciente ou non aux informations stockées. Elle peut être instantanée.

2.1.1. Les mémoires de courtes durées

2.1.1.1. La mémoire de travail (Baddeley, 1986)

La mémoire de travail est une interface qui met en relation la perception, la mémoire à long terme et l'action. C'est un système à capacité limitée qui permet le maintien et le stockage d'informations pour soutenir les processus de la pensée.

Elle nous permet de maintenir différentes informations en les rendant accessibles afin d'accomplir diverses tâches cognitives. Ainsi, on l'utilise pour des activités telles que le langage, la raisonnement ou encore la lecture. Par exemple, grâce à votre mémoire de travail, en lisant cette phrase vous vous souvenez du début tout en continuant à la lire ce qui vous permet d'en comprendre le sens.

Elle a été modélisée en trois sous-systèmes par Alan Baddeley (cf. annexe 1, figure 1).

On retrouve tout d'abord **la boucle audio-phonologique**. Elle est utilisée pour le traitement des informations verbales. Une fois que les données sont perçues, elles sont analysées et envoyées dans **le stock phonologique** qui les conserve sous forme de codes phonologiques. L'existence de ce stock est soutenue par l'effet de similarité phonologique (l'empan est plus faible pour des items proches phonologiquement) qui a été mis en évidence par Conrad & Hull et Baddeley (Conrad et Hull, 1964, Baddeley, 1966). C'est à partir du stock phonologique que les informations verbales passent en mémoire à long terme. Il existe deux autres effets auxquels est sensible le stock phonologique : l'effet de récence (Glanzer et Cunitz, 1966) : qui est le fait que les éléments présentés en dernier sont les mieux retenus parmi une liste de données et l'effet de primauté (Atkinson et Shiffrin, 1968) : qui est le fait que les éléments présentés en premier sont plus facilement restitués que ceux placés en milieu de séquence.

Le processus de récapitulation articulatoire (ou langage subvocal) permet de réactualiser les informations auditives en les transférant à nouveau dans le stock phonologique et il permet également d'y introduire les informations verbales

présentées visuellement. Ce processus est sensible à l'effet de longueur (Baddeley et al, 1975). L'empan verbal diminue avec l'allongement des mots puisque la répétition subvocale des mots longs est plus longue que celle des mots courts. La durée de maintien de l'information est courte (une seconde et demi à deux secondes).

On a ensuite **le calepin visuo-spatial** qui est l'équivalent visuo-spatial de la boucle audio-phonologique. Il s'appuierait également sur **un stock cette fois-ci visuel passif** et **un processus de récapitulation spatiale** (Baddeley, 1986). C'est grâce à ce sous-système que l'on peut créer, faire resurgir ou manipuler des images mentales. Il a deux aspects (Logie, 1986), un visuel et un spatio-moteur servant à coder des séquences de mouvements dans l'espace.

L'administrateur central est un système amodal permettant de coordonner les différentes actions d'autres sous-systèmes spécialisés appelés systèmes esclaves. Il nous permet de coordonner plusieurs tâches et de sélectionner les stratégies les plus efficaces. C'est un système qui permet un contrôle attentionnel (Norman et Shallice, 1986). Lorsque les actions que l'on a à effectuer sont habituelles, les réponses proposées sont automatiques et appelées *schémas*. Si plusieurs actions sont contradictoires ou surviennent au même moment, **le gestionnaire de priorités de déroulement** va choisir l'action la plus importante à effectuer de façon semi-automatique. Quand une situation est inhabituelle, dangereuse ou a besoin d'être stoppée, **le SAS (Système Superviseur Attentionnel)** intervient par un contrôle attentionnel et délibéré. L'administrateur central nous aide aussi à faire le lien entre les sous-systèmes et la mémoire à long terme en réactivant les informations qui y sont stockées et en nous permettant d'adapter nos stratégies de récupération pour accéder à ces informations. Selon Miyake (Miyake, 2000), il existe plusieurs fonctions exécutives dont trois qui sont également les fonctions principales de l'administrateur central : *l'inhibition* qui est la capacité à supprimer l'expression ou la préparation de l'information qui ne desserviraient pas l'objectif voulu, *la flexibilité mentale* qui est la mise en œuvre de deux tâches cognitives dont une qui requiert une tâche de mémorisation et *la mise à jour* qui est utilisée pour modifier le contenu maintenu en mémoire à court terme sur la base d'informations entrantes plus récentes.

Le buffer épisodique est introduit par **le modèle à composantes multiples** (Baddeley, 2000) (cf. figure 1). Ce serait un système utilisant un code

multidimensionnel qui nous permettrait de manipuler des informations issues de la mémoire épisodique (la mémoire des événements) pour les mettre en lien avec la mémoire de travail. Il nous permet d'augmenter notre empan mnésique en faisant des liens entre les éléments à retenir (c'est **le chunking** ou tronçonnage) grâce aux connaissances stockées en mémoire à long terme. Il consolide les connaissances en mémoire à long terme en enrichissant nos représentations. On peut grâce à lui faire des liens entre les informations visuelles et auditives mais aussi appréhender d'autres informations présentées dans une modalité autre que visuelle, auditive ou kinesthésique. Le stockage dans le buffer épisodique est d'une durée courte mais supérieure à celle des autres systèmes esclaves. Il est contrôlé par l'administrateur central.

La mémoire de travail est primordiale car elle nous aide à maintenir notre présent psychologique puisqu'elle donne un contexte aux nouveaux éléments et elle relie les épisodes de notre vie entre eux pour en faire une histoire continue.

2.1.1.2. La mémoire à court terme

Schneider et Pressley (1997) estiment que la mémoire à court terme sert à stocker et reproduire les informations. Elle est testée par un empan endroit de mots ou de chiffres, c'est-à-dire que l'on répète une série de mots ou de chiffres après qu'on nous les ait dictés. On peut augmenter ses capacités grâce à la répétition subvocale ou encore au tronçonnage.

Cependant selon Shiffrin (Shiffrin, 2003) « La mémoire à court terme n'est pas un espace particulier de stockage des souvenirs, mais plutôt un mécanisme intégré qui concentre les ressources cognitives sur un petit ensemble de représentations mentales ». On peut ainsi dire que la mémoire à court terme est plus un processus qu'un lieu de stockage. En effet, elle est intégrée à la mémoire de travail. On la retrouve au niveau du stock phonologique pour la boucle audio-phonologique et du stock visuel pour le calepin visuo-spatial.

2.1.2. Les mémoires à long terme

2.1.2.1. Les différents types de mémoire à long terme

2.1.2.1.1. La mémoire déclarative

La mémoire déclarative doit son nom au fait que les données sont stockées verbalement et que l'émergence de ces dernières s'effectue aussi verbalement. Elle

est parfois appelée mémoire explicite puisqu'on l'utilise de façon consciente. On retrouve deux types de mémoire déclarative.

La mémoire épisodique est la mémoire des événements vécus. Le stockage des connaissances y est contextuel. On y associe un cadre temporel ou spatial (Piolino, 2003; Tulving, 2002). Elle construit notre mémoire autobiographique.

La mémoire sémantique est nourrie par des expériences et des faits souvent rencontrés et qui n'ont donc plus besoin d'être contextualisés pour être rappelés. Les concepts ou les informations sont des représentations symboliques des connaissances du monde qui nous entoure (Caramazza, 2000; Samson, 2003).

2.1.2.1.2. La mémoire procédurale

La mémoire procédurale est une mémoire dite implicite car les connaissances qu'elle détient sont utilisées de façon inconsciente. Elle est utilisée pour l'apprentissage, le stockage et la récupération de procédures perceptuelles, sensorimotrices et cognitives (Eichenbaum & Cohen, 2001; Squire & Knowlton, 2000). Par exemple, un conducteur expérimenté l'utilise pour passer les vitesses, il le fait sans détailler chaque étape de l'action, de façon automatique.

2.1.2.2. La structure de la mémoire à long terme

Les connaissances en mémoire à long terme ne sont pas organisées aléatoirement. Il existe plusieurs systèmes d'organisations des données.

La catégorisation est une fonction primordiale de tout être pensant indispensable à l'organisation de son environnement. Chaque élément du vécu d'une personne va, à mesure d'être rencontré, être mis dans une catégorie. La représentation mentale d'une catégorie est appelée **un concept**. Il existe des concepts pour différents éléments du quotidien : les objets et les activités, les propriétés, les idées abstraites et les relations (par exemple : X est plus grand que Y, madame est plus âgée que monsieur).

Ces concepts sont organisés sous forme de **hiérarchie**. Par exemple le concept animal est qualifié de « global » puisqu'il définit plusieurs sous-catégories comme les poissons, les mammifères, etc... **Le niveau de base** (Rosch, 1973, 1978) est celui utilisé quand nous rencontrons un élément pour la première fois et que nous lui attribuons différentes propriétés. Plus nos connaissances sur le monde s'étoffent plus ce niveau de base descend dans la hiérarchie de nos concepts. Néanmoins, ce mode d'organisation est remis en question car deux concepts peuvent être très

proches et activés presque en même temps sans être liés par une voie hiérarchique directe comme « rouge » et « pompier ». On envisage donc l'organisation de ces concepts plutôt comme des nœuds qui sont liés hiérarchiquement mais aussi « latéralement ».

Les nœuds d'un concept sont représentés par un élément partageant le plus de traits physiques et sémantiques avec les autres éléments de sa catégorie, on appelle cela **la prototypie**. Par exemple, quand on pense à la catégorie « oiseau », la représentation mentale activée est le plus souvent celle d'un rouge-gorge que celle d'une autruche (les oiseaux étant plus représentés par le fait qu'ils soient petits et qu'ils volent, ce qui n'est pas le cas de l'autruche). Un lien a également été mis en évidence entre typicalité et désirabilité. Plus un objet d'une catégorie est désirable plus il sera représentatif de sa catégorie (Burnett et al., 2005).

2.1.2.3. La récupération en mémoire à long terme

Pour se remémorer des informations gardées en mémoire à long terme, on utilise **des indices de récupération** qui selon leur nombre et leur pertinence vont plus ou moins nous aider à retrouver ce que l'on cherchait à se remémorer.

Les informations en mémoire à long terme peuvent être récupérées par **le rappel libre**. On donne par exemple des informations à retenir et on en demande la restitution sans aucun indice. On a aussi **le rappel indicé** où la récupération se fait à partir d'indices sur les informations à rappeler. Puis, on a **la reconnaissance** qui consiste à avoir les informations sous les yeux parmi plusieurs autres et à déterminer lesquelles étaient à retenir (Tiberghien, 1983).

2.2. La mémoire phonologique

2.2.1. Les composants de la mémoire phonologique

La mémoire phonologique est composée de la boucle phonologique, des connaissances lexicales et sublexicales stockées en mémoire à long terme et de la composante sérielle de la mémoire à court terme appelée également mémoire de l'ordre.

La boucle phonologique, appelée également mémoire phonologique à court terme (Poncellet et al., 2003), comme vu dans le chapitre précédent est un sous-système de la mémoire de travail dévolu aux informations verbales auditives. Nous nous souvenons de ces deux mécanismes : le stock phonologique et la répétition subvocale.

On retrouve **dans notre mémoire à long terme, les éléments phonologiques** codés par la boucle audio-phonologique qui sont des représentations phonologiques qui, nous le verrons par la suite, ont des influences sur le fonctionnement de la boucle audio-phonologique.

Burgess et Hitch (1999) sont les premiers à avoir mis en évidence la distinction entre **le mécanisme de stockage phonologique** et celui de **stockage d'informations contextuelles**. Ces deux mécanismes font partie intégrante de la boucle audio-phonologique. Celle-ci serait composée de trois types d'informations : les items lexicaux, les phonèmes et le signal contextuel (ou temporel). Selon Gupta (2003), l'apprentissage de nouveaux mots chez l'adulte est dépendante de **la composante sérielle de la mémoire phonologique à court terme**. Les informations stockées sur l'item, quant à elles, entreront en jeu au niveau de la qualité des représentations mentales. Majerus, Poncelet, Greffe et Van der Linden (2006) ont postulé l'existence de deux types de mémoire lors de la rencontre d'un nouvel item, celle relative aux informations portant sur l'item et celle relative aux informations sur l'ordre sériel (elles influenceraient différemment l'acquisition du lexique chez les enfants de 4 à 6 ans). La mémoire de l'ordre est donc une composante majeure de la mémoire phonologique.

2.2.2. Influences des éléments stockés en mémoire à long terme sur la mémoire phonologique

Plusieurs effets ont été observés sur le rappel en mémoire à court terme phonologique. **L'effet de fréquence phonotactique** est le fait que les mots contenant des diphtonges les plus couramment rencontrés dans la langue maternelle sont mieux restitués que ceux construits avec des diphtonges peu probables. Cet effet a été souligné chez les enfants par Gathercole, Frankish, Pickering & Peaker en 1999. L'invariance développementale de cet effet phonotactique a été démontré par Majerus & Van der Linden (2003) et Majerus (2002) puisqu'il existe dès l'âge de 4 ans jusque l'âge adulte. Les connaissances sublexicales stockées en mémoire à long terme entrent en jeu au niveau de la mémoire phonologique à court terme.

L'effet de lexicalité est le fait que les mots soient mieux rappelés que les non-mots (Gathercole, Pickering, Hall & Peaker 2001). **L'effet de fréquence** se manifeste par le fait que les mots fréquents soient mieux rappelés que les mots qui ont une fréquence moindre (Gregg, 1976). On connaît aussi **l'effet de familiarité**, c'est-à-dire que le rappel des mots familiers est plus élevé que celui des mots non

familiers (Thorn, Gathercole, Frankish, 2002). Ces trois différents effets qui facilitent le rappel en mémoire à court terme nous montrent l'influence des connaissances lexicales stockées en mémoire à long terme.

2.2.3. Modélisation de la mémoire phonologique

Cette modélisation de la mémoire phonologique a été créée par Christelle Nithart dans le cadre d'une thèse de neuropsychologie du développement (Nithart, 2008). Ce modèle a été élaboré à partir des études de Burgess et Hitch (Burgess et Hitch, 1999) et Gupta (Gupta, 1997, 2003) sur la mémoire de l'ordre (représenté en pointillés et en tirets). Il est aussi élaboré à partir du modèle de Baddeley (Baddeley, 2000) de la mémoire de travail (en pointillés) (cf. annexe 1, fig. 2).

Grâce à ce schéma, on peut observer l'importance des connaissances en mémoire à long terme sur le fonctionnement de la mémoire de travail dans son ensemble comme nous l'avons vu dans la partie I. On voit également son importance sur les deux autres composantes de la mémoire phonologique : la boucle phonologique et la mémoire de l'ordre.

2.3. La mémoire auditive non-verbale

2.3.1. La prosodie

La prosodie se décline en trois niveaux : le niveau phonétique, le niveau phonologique et le niveau fonctionnel. **Le niveau phonétique** est celui composé des paramètres acoustiques et perceptifs de la prosodie. On y retrouve **la fréquence fondamentale** (mesurée en hertz), **la durée** (en secondes) et **l'intensité** (en décibels).

Le niveau phonologique se constitue de l'intonation, de l'accentuation et du rythme. Selon Di Cristo (Di Cristo, 2004), trois niveaux structuraux sont utilisés pour mettre en ordre la prosodie lexicale, c'est-à-dire celle correspondant aux unités du lexique (phonèmes, morphèmes et mots), et la prosodie post-lexicale (la phrase, l'énoncé et le discours). On a la structuration métrique correspondant à **l'accentuation**, la structuration tonale pour **l'intonation** et la structuration temporelle pour **le rythme**. Ce niveau phonologique nous aide à nous représenter de façon abstraite (grâce aux tons, aux traits et aux groupes intonatifs) les unités lexicales et post-lexicales discrètes.

Au niveau fonctionnel, la prosodie a une **fonction linguistique** : elle permet le découpage du continuum sonore en unités syntaxico-sémantiques (*fonction*

segmentatrice). Au niveau discursif, elle indique la fin du tour de parole (*fonction démarcative*). Elle a une *fonction modale* puisqu'elle nous informe du type de phrase rencontré (déclarative, interrogative...). Elle sert également à démarquer une partie d'un discours ou d'un énoncé (*fonction d'emphase*).

Elle possède une **fonction para-linguistique** (Lacheret-Dujour et Beaugendre, 1999) qui nous renseigne sur l'état émotionnel du locuteur et sur le contexte d'énonciation.

Enfin, elle a une **fonction extra-linguistique** qui nous aide à déterminer les caractéristiques d'un individu telles que son âge, son sexe ou encore sa catégorie socio-professionnelle.

Perkell a soulevé la question de la conservation de l'intelligibilité de la parole en cas de surdité post-linguale en se demandant pourquoi la parole de l'adulte devenu sourd restait intelligible malgré les années de privation auditive. Il a donc mené une étude et conclu que les personnes devenues sourdes développaient un modèle interne robuste acquis avant leur perte d'audition (Perkell et al., 1997) et a élaboré **la théorie du contrôle moteur** de la parole par buts auditifs (Perkell (2010) cité par Giroux (2012), Perkell et al. (2000), Perkell et al., (1997)).

Selon Perkell, grâce à la rétroaction auditive (**le feedback auditif**), visuelle et somatosensorielle, l'enfant développerait son langage en effectuant des associations entre le geste articulatoire et le but perceptif (le phonème). Ses associations, une fois devenues stables (robustes) auraient seulement besoin du feedback auditif pour ajuster la parole selon le contexte. Les gestes moteurs sélectionnés, sans le recours du feedback auditif, pour un certain phonème sont appelés **feedforward commands** et seraient stockés en mémoire à long terme.

Le feedback auditif est aussi utilisé pour la prosodie. Il aide à réguler les variations articulatoires de la parole et de la même manière, il soutient les variations acoustiques (fréquence, intensité et rythme) de la prosodie (Perkell et al., 1997). Dogil et Möbius (2001) ont définitivement intégré la prosodie au modèle de Perkell, en avançant le fait que l'on pouvait considérer de la même manière les mouvements qui construisaient l'aspect segmental de la parole (les phonèmes, les morphèmes, les mots) et ceux qui en construisaient l'aspect supra-segmental (la prosodie).

On peut donc en conclure que les gestes articulatoires servant à la modulation de la prosodie dans la réalisation de la parole sont stockés en mémoire à long terme.

2.3.2. La musique

La musique est selon le dictionnaire Larousse : « La science des sons considérée sous le rapport de la mélodie et du rythme ». La musique a donc trois composants principaux : la mélodie, l'harmonie et le rythme. Puisque c'est un son, elle est caractérisée par sa fréquence, son intensité, sa durée et son timbre. Dans un extrait de musique d'autres caractéristiques peuvent être repérables : la densité (elle peut être compacte ou aérée, c'est la quantité d'éléments contenus dans un extrait), la matière (c'est l'aspect du son qui peut être rugueux, lisse, scintillant, épais, lourd...), le contraste (c'est la juxtaposition d'intensités, de timbres, de hauteurs... différents), le mouvement mélodique (c'est la direction que prend la mélodie), le tempo (ou rythme : c'est la vitesse d'exécution des éléments) et la phrase musicale (comme le discours, la phrase musicale se compose de pauses, de respirations, d'un début, d'une fin).

Il ne faut pas oublier la dimension émotionnelle et culturelle de la musique. La musique est capable de susciter la tristesse, la joie ou encore la motivation. Elle ne laisse personne indifférent. Elle est présente dès la Préhistoire dans les premières sociétés humaines.

Beaucoup d'études ont été effectuées pour déterminer les liens entre la musique et la mémoire. C'est en mémoire épisodique que la musique est stockée. Grâce à l'hippocampe, la musique est rappelée, reconnue ainsi que les informations contextuelles qui y sont associées. La musique aurait un impact sur la mémorisation. Selon Wallace (Wallace et al., 1994) la simple exposition à la musique peut aider à la mémoire verbale. Le contexte musical aiderait à apprendre, mémoriser et à rappeler des données. De plus, l'écoute d'un certain tempo lors de la mémorisation d'informations facilitera leur rappel si l'on écoute le même tempo (même d'une musique différente) pendant la tâche de récupération (Balch & Lewis, 1996).

La musique prend donc une part importante dans les processus de mémorisation.

2.3.3. Les sons environnementaux

Les sons environnementaux sont présents quotidiennement. Ils sont produits volontairement ou non. Ils ont un rôle de messenger car ils attestent par exemple du bon fonctionnement des appareils qui nous entourent mais aussi des dangers potentiels qui pourraient survenir.

Les sons environnementaux sont décrits selon trois types d'écoute (Schaeffer, 1966) : l'écoute causale (elle vise à rechercher l'origine du son), l'écoute sémantique (on recherche un sens donné au son, une information qu'il peut contenir) et l'écoute réduite (on écoute les sons et on les analyse indépendamment de leur cause ou de leur signification en s'appuyant sur leurs caractéristiques intrinsèques). La configuration des paramètres acoustiques des sons va déterminer leur esthétisme, leur fonction ou encore leur reconnaissance.

McAdams (1994) postule que la reconnaissance des sources sonores est due aux processus d'analyse, de calcul et d'extraction d'un certain nombre d'attributs auditifs liés aux paramètres physiques des signaux et aux paramètres intrinsèques des sources acoustiques. Les attributs auditifs des différents sons qui nous entourent sont stockés en mémoire à long terme.

3. La modification de la mémoire auditive phonologique et non-verbale durant la privation auditive précédant l'implantation

Nous allons décomposer notre étude en deux grandes parties, l'une traitant de la mémoire phonologique puis la seconde traitant de la mémoire des sons environnementaux, bien que nous verrons que les dégradations de ces deux mémoires au cours du temps seraient intrinsèquement liées, d'où l'intérêt et le choix de l'étude de ces deux mémoires dans notre travail.

Pour chacun de ces deux grands axes, nous nous intéresserons aux structures neurologiques impliquées dans le fonctionnement de ces deux mémoires chez le normo-entendant afin de mieux appréhender, dans un second temps, les différentes réadaptations que met en place le cerveau de la personne sourde afin de pallier son déficit et leurs conséquences sur la mémoire auditive, et en particulier phonologique. Cette étude un peu plus approfondie de la mémoire auditive phonologique et des sons environnementaux chez la personne sourde nous permettra de remonter de la théorie vers la clinique en dégagant des pistes principales de rééducation sur lesquelles nous nous appuierons pour élaborer notre matériel.

3.1. La réorganisation cérébrale durant la surdité post-linguale : mémoire phonologique

3.1.1. Détail des structures neurologiques impliquées dans la mémoire phonologique chez le normo-entendant

Nous avons décidé de nous intéresser à la délimitation des aires de Brodmann, afin de spécifier les régions du cerveau impliquées, chez le sujet normo-entendant, dans le processus de la mémoire phonologique (cf annexe 1, fig. 3).

Tout d'abord, avant d'identifier et d'encoder le son, il faut parvenir à traiter le signal sonore :

Les aires 41 et 42 de Brodmann forment les cortex auditifs primaire et associatif et permettent l'analyse des informations auditives.

L'aire 44 de Brodmann, nommée Pars Opercularis, et l'aire 45 nommé Pars Triangularis, sont deux zones du lobe frontal et forment l'aire de Broca ou gyrus frontal inférieur. Elles pourraient, selon certaines études, être associées au traitement phonologique sur le versant de la perception et compréhension (bien que la zone de Broca soit, la plupart du temps, associée au versant de la production de la parole) (Springer et Deutsch, 1981)

L'aire 22 (gyrus temporal supérieur) de Brodmann serait impliquée, dans le cerveau gauche, dans le traitement phonologique, alors que dans le cerveau droit elle aiderait au traitement de la prosodie et des sons environnementaux.

L'aire de Brodmann 21 (gyrus temporal moyen) serait également connue pour jouer un rôle important dans le traitement phonologique (avec une forte latéralisation à gauche) (Zatorre et al, Poeppel et al).

Ainsi les informations phonologiques sont principalement traitées dans le cortex temporal gauche et sont ensuite transférées dans le cortex pré-frontal afin d'être stockées temporairement par la mémoire de travail.

Cette mémoire de travail met en jeu plusieurs zones du cerveau, majoritairement situées au sein du cortex pré-frontal. (aire de Brodmann 9 et 10).

D'une manière générale, l'hémisphère gauche est majoritairement impliqué dans le traitement et la mémorisation du matériel verbal, et donc du matériel phonologique.

3.1.2. Les modifications d'activation subies par ces structures durant la privation sensorielle et conséquences sur la mémoire auditive

Nous savons que l'absence de stimulations électriques délivrées par les cellules ciliées internes de la personne sourde (durant le temps de privation sensorielle) entraîne une dégénérescence des neurones bipolaires qui assurent la liaison entre les cellules ciliées internes et le nerf auditif. La qualité de l'information du nerf auditif s'en trouve donc naturellement diminuée.

L'appauvrissement de l'information auditive étant corrélée à la durée de surdité (d'après D. Lazard), nous pouvons en déduire que l'activation des zones du cerveau dédiée à l'audition (et en particulier à la mémoire auditive) va également s'en trouver atteinte avec d'autant plus d'importance que la durée de surdité de la personne aura été importante.

D'après D. Lazard, des études ont montré que dans des cerveaux ayant mûri physiologiquement sur le plan auditif (surdité post-linguale), « la perte de la stimulation auditive entraînerait une dégradation de la mémoire phonologique et de ses voies d'utilisation soit par absence totale de stimuli soit par entretien de sons déformés ». Les discordances qui existent entre les influx auditifs réels et mémorisés augmenteraient avec le délai de privation auditive. Le cerveau, par des phénomènes de plasticité cérébrale, va tenter de s'adapter en compensant cette dégradation du réseau phonologique par le recrutement et l'activation de nouvelles zones cérébrales.

D'après D. Lazard, on constate ainsi le recrutement du gyrus temporal postéro-supérieur droit en plus de son homologue le gyrus temporal postéro-supérieur gauche connu comme une zone de traitement phonologique chez la personne normo-entendante. Mais cette activation constitue en fait une adaptation délétère : en effet, le gyrus temporal postéro-supérieur droit est normalement dédié au traitement des sons paralinguistiques (prosodie et sons environnementaux), qui constitue des tâches spécialisées. Il est décrit que l'emploi d'une zone cérébrale déjà bien différenciée et spécialisée dans une autre tâche est souvent limitée par le manque de possibilité plastique. De plus, comme le lobe droit est plus spécialisé dans l'analyse spectrale (prosodie) et le lobe gauche dans l'analyse temporelle (parole), le lobe droit ne serait pas capable d'analyser le signal de parole, trop rapide.

Ainsi l'activation du gyrus temporo postéro-supérieur droit constituerait une adaptation délétère à la décroissance des performances phonologiques au cours du

temps chez les sujets sourds, et ce d'autant plus que l'activation de cette zone augmente avec la durée de privation auditive.

On constate également que la mémoire des sons environnementaux est très vite influencée par la dégradation de l'information auditive alors que la mémoire phonologique est maintenue jusque l'apparition de la surdité sévère (*On appellera ici surdité sévère le moment où la personne ne comprend plus, sans lecture labiale, 50% de ce qu'elle entend*).

Une hypothèse est avancée dans la thèse de Diane Lazard selon laquelle le traitement phonologique serait plus important pour l'être humain qui cherche à rester dans la communication orale que la mémoire des sons environnementaux moins pertinente pour l'interaction orale. Le traitement central des sons environnementaux serait alors dégradée afin libérer des ressources cognitives et de permettre le recrutement du gyrus temporo-postérieur droit, dont nous avons parlé précédemment, au service du traitement phonologique.

Or, toujours selon D. Lazard, si les capacités mnésiques des sons environnementaux sont encore actives (c'est à dire si on travaille à les maintenir), cette réadaptation délétère ne se produirait pas et l'activation du gyrus temporo supérieur droit serait alors positivement corrélée avec de bonnes performances post-implantatoires.

D'autre part, la dégradation de la voie phonologique est d'autant plus préoccupante qu'elle met l'individu en difficulté dans sa compréhension globale en cas de réhabilitation auditive par un IC, en l'installant dans des habitudes néfastes. En effet, le sourd post-lingual, s'il s'aide de la communication écrite, va prendre l'habitude de ne plus utiliser sa voie phonologique (d'analyse et de décomposition des phonèmes) mais d'utiliser plus fréquemment une seconde voie, d'analyse plus rapide, qui s'appuie plutôt sur une reconnaissance globale de la forme et du contenu en confrontant cette information à des données stockées dans la mémoire à long terme. En cas de réhabilitation auditive, cette confrontation des sons (déjà déformés par l'implant cochléaire) à des sons déformés par la mémoire à long terme, par absence d'entretien, n'est pas efficace et ne permet pas une bonne compréhension du message. Ces sujets ont une analyse globale, trop holistique, des influx auditifs et n'arrivent pas à réaliser la bonne décomposition phonologique qui leur donnera accès au sens.

Il semble ainsi important d'entraîner l'individu à continuer à utiliser sa voie phonologique afin d'éviter ce genre d'adaptation délétère.

3.2. La réorganisation cérébrale durant la privation sensorielle : mémoire des sons environnementaux

3.2.1. Détail des structures neurologiques impliquées dans la privation sensorielle chez le normo-entendant

La mémoire des sons environnementaux s'inscrit au sein de la mémoire auditive épisodique. A ce titre, nous retiendrons que sont impliquées majoritairement dans ce processus les structures neurologiques suivantes (en commençant par le traitement de l'information sonore sans laquelle aucune mémorisation n'est possible) : le cortex auditif primaire bilatéral, puis associatif droit, le gyrus temporal supérieur droit, l'hippocampe, l'amygdale et le cortex enthorinal.

Comme chaque son, et pareillement aux informations phonologiques, le son environnemental est d'abord traité au sein des aires de Brodmann 41 et 42, qui correspondent au cortex auditif primaire et associatif situé au sein du lobe temporal.

Le gyrus temporal supérieur (aire 22 de Brodmann) est impliqué, dans le cerveau droit, dans le traitement de la prosodie et des sons environnementaux. Les aires de Brodmann 34 et 28 s'associent pour former le cortex enthorinal, lequel joue un rôle important dans la mémorisation. En effet, le cortex enthorinal reçoit des informations des cortex associatifs (par exemple, le cortex associatif auditif : aire 42) afin de les transmettre au cortex para-hippocampique qui les transmettra ensuite à l'hippocampe. L'hippocampe est une structure du cerveau qui appartient au système limbique et qui est fortement impliquée dans la mémorisation, en particulier épisodique. L'amygdale est un noyau situé en avant de l'hippocampe, et qui permet une modulation émotionnelle de la mémoire : Elle intervient dans les systèmes de mémorisation là où l'émotion intervient. Ainsi, lorsqu'un encodage d'information est marqué d'émotion, cette structure neurologique joue un rôle important dans la mémoire épisodique (majoritairement contrôlée par le système hippocampique) en renforçant la rétention mnésique.

Les informations dont cette rétention mnésique sera renforcée par l'amygdale pourront être de nature auditive, mais aussi visuelle, tactile, olfactive ou gustative.

Nous pouvons préciser qu'en tant que mémoire non verbale, la mémoire des

sons environnementaux est très fortement latéralisée à droite, contrairement à la mémoire phonologique. Ainsi, c'est le « correspondant » droit des différentes structures neurologiques que nous venons de citer qui sera concerné dans le traitement et la mémorisation des sons environnementaux.

3.2.2. Les modifications d'activation subies par ces structures lors de la privation auditive et leurs conséquences sur la mémoire

Comme nous l'avons vu précédemment, le gyrus temporal supérieur droit, qui chez le normo-entendant est impliqué dans le traitement des sons paralinguistiques (prosodie et sons environnementaux), délaisse son rôle initial chez la personne sourde post linguale pour être « réaffecté » aux tâches phonologiques. Ainsi, la mémoire des sons environnementaux se dégrade plus rapidement que la mémoire phonologique, dès le début de la surdité légère à moyenne.

Si on effectue une imagerie fonctionnelle auditive (D. Lazard), on constate que l'activité de l'amygdale droite chez les sujets sourds décroît également en fonction de la durée de la privation auditive. Or nous avons rappelé précédemment que l'amygdale jouait un rôle important dans la rétention des traces mnésiques lorsque celle-ci est empreinte d'émotion. Il semble que, chez le sujet sourd post-lingual, il se produise un changement de fonctionnalité de l'amygdale qui se désintéresse des sons environnementaux (que la personne n'entend plus bien) pour fonctionner plus lors de l'évocation mentale des couleurs, c'est à dire qu'elle mettrait les informations visuelles au premier plan suite à un changement dans l'affect associé aux sons environnementaux. Bien souvent, nous le verrons dans la partie suivante, la privation auditive remodèle la perception de l'environnement en fonction de la composante visuelle.

Cependant, il apparaît également, selon D. Lazard, que « les sujets sourds développent un réseau alternatif à la décroissance de l'activation des régions dédiées aux sons environnementaux. Un réseau sous cortical utilisant le thalamus droit prend le relais en miroir de la modification d'activité de l'amygdale droite et du gyrus temporal postéro-supérieur droit. L'existence de ce relais naît peut-être du fait que le thalamus représente un centre mnésique multi-sensoriel ». En des termes plus simples, les sujets sourds tentent de pallier leur déficit de traitement des sons environnementaux dus aux différentes réadaptations du cerveau en utilisant des réseaux sous corticaux comme le réseau thalamique qui leur permet de « comparer » le son entendu à d'anciens éléments connus (puisque le thalamus

représente un centre mnésique multi-sensoriel) lors d'un apprentissage passé plutôt que de le traiter. Cela constitue une stratégie compensatoire pour pallier la réorganisation des aires de plus haut niveau, comme le gyrus temporal supérieur droit par exemple.

On voit ainsi apparaître clairement la nécessité d'un entretien de la mémoire auditive sous toutes ses formes, avant et après implantation, afin d'empêcher que la décroissance de certaines fonctions entraîne des réorganisations potentiellement péjoratives et de maintenir ainsi une organisation corticale auditive et langagière fonctionnelle.

3.3. Orientation de la rééducation

3.3.1. Liens entre perception et mémorisation

La perception est "l'activité au moyen de laquelle l'organisme prend connaissance de son environnement sur la base des informations prélevées par les sens" (Houdé et al., 1998). Elle se déroule en trois étapes (Dortier, 2007) : l'étape sensorielle qui se déroule grâce à nos récepteurs sensoriels spécialisés (comme les cellules ciliées internes de la cochlée), l'étape perceptive où l'on met en forme les données pour leur conférer une cohérence (une mélodie est toujours reconnue comme telle même lorsqu'elle est transposée vers l'aigu ou le grave) et l'étape cognitive. C'est celle où l'on donne une signification aux données, où l'on tente de les interpréter. Les deux dernières étapes sont possibles grâce à la mémoire de travail où l'on stocke temporairement les données et où on les met en relation avec d'autres systèmes de mémoire par l'entremise de l'administrateur central.

Le traitement d'une information souvent rencontrée et qui devient maîtrisée s'automatise et s'effectue alors directement par la zone cérébrale concernée sollicitant de moins en moins la zone dédiée à la mémoire de travail (Varma & Schwartz, 2008). Cordier et Gaonac'h (2004) appuient cette théorie en expliquant que « plus le matériel est traité en profondeur, plus ce traitement comporte d'associations, de relations de signification entre les items à apprendre et les connaissances stockées antérieurement à la tâche, et meilleur sera le recouvrement ultérieur de l'item ». Rencontrer plusieurs fois un item précis serait bénéfique pour sa mémorisation à long terme (par le renforcement des liens entre sa perception et les connaissances qu'on en a) et la mémoire de travail puisque plus l'item est connu est moins il a besoin de transiter en mémoire de travail pour être traité.

Il existe deux grandes approches qui ont tenté d'établir les liens entre perception et mémorisation. L'approche computationnelle postule que l'esprit est un système de traitement de l'information et qu'il fonctionne par l'application de règles (Fodor, 1975). Selon cette approche, les systèmes de traitement des données perceptives seraient isolés, séquentiels et hiérarchisés. Le modèle de la modularité des traitements de Fodor (Fodor, 1986) suppose que l'information est traitée à plusieurs niveaux (périphérique et centrale) par des modules indépendants les uns des autres. La communication inter-module est permise par le codage. Le code doit être lisible par les systèmes centraux tels que la mémoire. Les perceptions seraient donc les mêmes pour n'importe quel individu mais leurs représentations seraient propres à chacun. Deux processus entrent en jeu entre mémoire et perception. Des processus ascendants ou « bottom-up » qui traitent les informations en fonction de l'environnement, par des dispositifs perceptifs pour ensuite les mémoriser. Les deuxièmes types de processus sont les descendants ou « top-down » qui analysent les données extérieures (données perceptives de bas niveau) en fonction des connaissances antérieures stockées en mémoire à long terme (représentations conceptuelles de haut niveau).

L'approche constructiviste a été développée en partie par Piaget dès les années vingt en réaction au Behaviourisme. Cette approche replace l'individu au centre de la perception. Selon Kay et Kempton (1984) il n'existerait pas une perception universelle. En effet, la langue maternelle influencerait nos représentations (Les inuits ont plusieurs mots pour la neige alors que les français n'en ont qu'un démontrant ainsi la pluralité de leur représentation de la neige ; constat effectué par Franck Boas en 1911). La motivation et l'envie d'obtenir quelque chose pourraient également modifier notre perception (Bruner et Goodman, 1947). Des enfants classés selon leur classe sociale (issus de milieux aisés d'une part et de milieux pauvres d'autre part) ont dû représenter des pièces de monnaie. Il s'est avéré que le deuxième groupe les représentait plus grandes que le premier. Vint ensuite la théorie du New Look (Bruner, 1957, 1992) qui met en avant l'influence des connaissances, de la motivation et des émotions de l'individu sur la perception. Le concept d'attente perceptives (lors de la reconnaissance en aveugle d'un objet, l'exploration tactile de cet objet est toujours guidée par nos attentes) est alors développé. Elle dépend de deux grands éléments : le nombre d'indices disponibles

(plus l'objet sera éloigné de notre postulat de base, plus le nombre d'indices nécessaires à sa reconnaissance devra être grand) et la volonté du sujet.

Ces approches sont dites verticales, elles consistent en l'interaction de données de haut niveau et de bas niveau. On tend de plus en plus à percevoir les relations entre perception et mémoire de façon horizontale, c'est-à-dire, que les unités perceptives et mnésiques s'influenceraient réciproquement. Deux arguments sont en faveur d'une approche horizontale. Il a été démontré que l'activation des aires sensorielles lors de la récupération d'informations visuelles ou auditives sont respectivement les mêmes que lors de leur perception (Wheeler, Peterson, et Buckner, 2000). Des « arguments en faveur de la similarité entre les processus mnésiques et perceptifs qui résultent de l'activation de composants de même nature sensorimotrice » ont été apportés par de récentes recherches (Rey, 2014). La perception activerait des composants sensorimoteurs perceptivement présents et la mémorisation des composants sensorimoteurs perceptivement absents et donc réactivés. Ces récentes recherches nous montrent à quel point mémoire et perception sont étroitement liées. Lors de la rééducation, le travail de la mémorisation va donc être primordial et avoir des conséquences directes sur la perception. Pour les sujets adultes sourds post-linguaux, c'est par le renforcement de la mémoire auditive à long terme et de travail que l'on pourra améliorer les capacités perceptives auditives.

3.3.2. L'importance du travail pré-implantaire

Lors de la rééducation d'un adulte devenu sourd implanté, le travail pré-implantaire est indispensable pour une bonne réhabilitation de l'audition.

Cette rééducation est le plus souvent axée sur la lecture labio-faciale et privilégie le canal visuel (Haroutunian, 2007) et la mémoire audio-visuelle. La lecture labiale peut être apprise par trois méthodes différentes. La première est la méthode analytique (Jeanne Garric, 1974). Elle repose sur l'analyse visuelle du mouvement articulatoire de chaque phonème. La deuxième est la méthode globale de Jean Olivaux où la forme globale du mot et son sens sont privilégiés. La troisième est la méthode mixte (Istria, 1997) qui allie les deux autres méthodes. Lors d'une privation auditive, nous avons vu dans le chapitre précédent que le réseau dorsal (phonologique) qui entre en jeu dans les capacités phonologiques est celui à privilégier car son maintien est garant d'une meilleure capacité de décodage avec l'implant. Le réseau ventral quant à lui est celui qui sous-tend une approche plus

globale axée sur le sens de la parole. Pour le maintien du réseau dorsal, il est préférable de privilégier une méthode d'apprentissage de la lecture labiale plutôt analytique qui sollicitera les capacités phonologiques. Cependant l'apprentissage de la lecture labiale bien que bénéfique est insuffisant et la rééducation pré-implantatoire doit aussi englober, en plus de la mémoire audio-visuelle, la mémoire auditive dans son ensemble. Dès le début de la perte auditive, les remaniements cérébraux dus à la plasticité cérébrale (Strelnikov, 2010) se mettent en place. Elle peut amener des réorganisations délétères. La rééducation doit par conséquent intervenir de façon précoce. Ainsi, on pourra utiliser cette plasticité cérébrale encore possible à l'âge adulte de façon bénéfique pour le patient. Il a également été mis en évidence que la prosodie est un élément qui se dégrade rapidement en cas de surdité. En effet selon Dogil et Möbius (Dogil et Möbius, 2001), les paramètres suprasegmentaux de la parole, tels que la prosodie, sont plus précocement atteints que les paramètres segmentaux (comme le phonème). Enfin, la reconnaissance de la musique qui s'effectue grâce à la mémoire auditive est touchée lors de l'apparition de la surdité. La musique comme la parole peut être décomposée en traits segmentaux (la hauteur des notes par exemple) et en traits supra-segmentaux (ce qui caractérise les changements de configuration du son dans le temps : la mélodie, le tempo, le rythme). Ces derniers sont eux aussi dégradés lors de la survenue de la surdité. Ainsi, contrairement aux pratiques classiques qui comme nous l'avons vu dans le chapitre I partie B travaillent la prosodie, la reconnaissance des voix et la musique en fin de rééducation, il paraît important au vu de ces données théoriques de les exercer dès le début de la prise en charge (qu'elle soit pré- ou post-implantatoire). Au vu de ces différents éléments, il apparaît que la rééducation de la mémoire auditive de l'adulte devenu sourd devra : s'appuyer sur la plasticité cérébrale, travailler en parallèle la mémoire auditive non-verbale et phonologique, être la plus précoce possible (dès l'apparition de la surdité pour la mémoire non-verbale et aussitôt que la surdité devient sévère pour la mémoire auditive phonologique).

3.3.3. Les bénéfices de l'entraînement de la mémoire auditive sur la réhabilitation des patients porteurs de l'implant cochléaire

L'entraînement auditif est indispensable dans la rééducation des personnes porteuses d'implant cochléaire. Plus spécifiquement, nous allons voir l'importance d'exercer la mémoire auditive.

Au niveau de la mémoire auditive non-verbale, Diane Lazard (2010) soutient dans sa thèse que « La mémoire auditive phonologique mais aussi des sons de façon plus large doit être entretenue dans le but de contrecarrer la décroissance du réseau dorsal et de la plasticité néfaste droite » (la plasticité néfaste droite est celle du gyrus supra-marginal droit impliqué dans le traitement des sons environnementaux et de la prosodie, cf chapitre III partie 2). L'entretien de la mémoire des sons environnementaux mais aussi de la prosodie doit être effectué dans le cadre de la rééducation de la parole chez l'adulte devenu sourd. La perception de la musique doit aussi être intégrée dans la rééducation de la mémoire auditive non-verbale. Une étude de Franklin (Franklin et al, 2008) a montré les effets de l'entraînement de la perception de la musique sur la mémoire en comparant les résultats de deux groupes de personnes (l'un composé de musiciens et l'autre composé de non-musiciens). Le groupe de musiciens est apparu comme celui ayant les meilleures performances en mémoire de travail (verbale) et en mémoire à long terme. La mémoire de travail doit aussi être sollicitée. Il a été mis en avant que la rééducation des patterns auditifs et audio-visuels ne suffisait pas dans la rééducation des personnes portant des implants cochléaires et qu'il fallait également rééduquer les activités cognitives générales telles que la mémoire de travail (Giraud, 2007).

L'orientation de la rééducation de la mémoire auditive des adultes devenus sourds s'axera sur : **l'administrateur central** (élément de la mémoire de travail indispensable pour mettre en relation les données qui y sont temporairement stockées avec d'autres systèmes de mémoire), **la boucle audio-phonologique** qui est l'élément de la mémoire de travail traitant des informations auditives mais qui est aussi un composant de la mémoire phonologique, **la séquentialité**, en effet la mémoire de l'ordre (cf. le chapitre II, partie B) est une autre composante de la mémoire phonologique, **la mémoire auditive-non verbale** dans son ensemble dont les sons environnementaux, la prosodie et la musique en créant des renforcements auditifs par la sollicitation des données stockées en mémoire à long terme.

Le but sera de maintenir les capacités phonologiques et une organisation cérébrale propice à la réhabilitation du codage de la parole par le biais de l'implant cochléaire.

Sujets, matériel et méthode

1. Hypothèse théorique et but

1.1. Hypothèse générale

Nous avons, à travers nos recherches théoriques, souligné la nécessité d'un entretien de la mémoire auditive sous toutes ses formes avant et après implantation afin d'empêcher la décroissance de certaines fonctions.

Cette décroissance entraîne en effet des réorganisations cérébrales potentiellement négatives.

De façon plus concrète, la mémoire non-verbale et en particulier la mémoire des sons environnementaux et de la prosodie (mémoire paralinguistique) a tendance à décroître précocement dès l'apparition de la privation auditive car le cerveau se réorganise afin de privilégier les facultés phonologiques indispensables à la compréhension mais aussi la production de la parole.

Mais cette réorganisation s'avère délétère et ne sert ni l'efficacité de la mémoire phonologique, ni bien sûr celle de la prosodie et des sons environnementaux.

Un entretien global permet donc de maintenir une organisation corticale et langagière fonctionnelle

(cf. théorie, III.C)2) « Les bénéfices de l'entraînement de la mémoire auditive sur la réhabilitation des patients porteurs de l'implant cochléaire »)

Ainsi, créer un matériel travaillant d'une part la mémoire auditive phonologique afin de limiter cette réorganisation délétère, mais également la mémoire auditive non-verbale pourrait, selon ces données théoriques, servir de façon plus générale à stimuler les performances langagières (en expression mais surtout en compréhension) de la personne implantée.

L'entraînement que nous proposons par le biais de notre matériel pourra-t-il pallier le manque de renforcement de la mémoire auditive, du en partie à la période de surdité sévère à laquelle les patients ont été confrontés ?

Nos résultats ne seront présentés que de manière qualitative d'après le retour que nous en ont fait les huit patients et les cinq orthophonistes avec qui nous avons travaillé.

1.2. Objectifs

Notre objectif principal est de créer un outil de remédiation intéressant et adapté à tous les patients adultes sourds en phase pré ou post-implantatoire.

À travers un entraînement global de la mémoire auditive, il devra permettre une meilleure adaptation à l'implant et une maximisation de ses bénéfices au niveau langagier (en compréhension notamment).

Les huit grands domaines que nous souhaitons travailler sont les suivants :

- boucle audio-phonologique,
- mémoire de travail de façon plus générale grâce à l'entraînement des capacités de flexibilité mentale, d'inhibition et de mise à jour,
- séquentialité,
- mémoire des voix,
- prosodie émotionnelle et modale,
- discrimination de notes de musique,
- reconnaissance de bruits environnementaux,
- mémoire de travail et la reconnaissance de la prosodie, des voix, et des sons environnementaux.

Pour ce faire, nous voulons créer un matériel comportant différents niveaux de complexité afin que chaque patient puisse, quel que soit son niveau et son « âge d'implantation » s'exercer sur chacun de ces domaines.

Nous avons en effet constaté que bien souvent certains domaines tels que la reconnaissance de la prosodie ou des voix sont proposés en fin de rééducation post-implantatoire, et nous voulons, grâce à des exercices très simples, commencer à l'exercer chez le patient même en phase pré-implantatoire.

Nous voulons que tous nos exercices puissent être réalisés avec lecture labiale (sauf si le patient n'en a vraiment plus besoin) et présentation du texte si besoin pour les exercices de mémoire non-verbale afin de limiter le travail de la reconnaissance

pure de la parole et ainsi se concentrer sur l'entraînement d'un domaine de la mémoire auditive.

Nous avons également le souci de créer un matériel adapté à l'adulte, c'est-à-dire qui ne soit pas infantilisant mais agréable à utiliser et écologique.

2. La population

2.1. Critères d'inclusion

Les patients doivent être des personnes **devenues sourdes**. La théorie sur laquelle nous nous appuyons postule que les capacités de mémoire phonologique et de mémoire à long terme non-verbale décroissent après une perte auditive prolongée. Ces capacités doivent donc s'être d'abord développées dans des conditions normales d'audition pour par la suite se dégrader à cause du manque de stimulation auditive.

Le degré de la surdité doit être au moins **sévère**. Selon nos éléments théoriques une surdité sévère qui dure un certain temps sans être rapidement compensée entraîne une réorganisation du fonctionnement de la mémoire auditive phonologique et à long terme.

Les exercices de notre protocole de rééducation sont élaborés dans le but d'améliorer les performances de la mémoire auditive phonologique et de stimuler la mémoire auditive non-verbale pour éviter les réorganisations cérébrales délétères à une bonne réhabilitation de la compréhension après une implantation cochléaire. Nos patients doivent donc être **implantés cochléaires ou en procédure d'implantation** (plus la rééducation est précoce, moins les réorganisations cérébrales seront avancées). Leur surdité est par conséquent **bilatérale**.

La forme de notre matériel étant sobre, nous le destinons plutôt à un public **adulte**.

2.2. Critères d'exclusion

Certains critères ne peuvent pas correspondre aux patients que notre matériel cible.

Suivant les arguments développés plus haut, les **surdités légères et moyennes, pré ou péri-linguales** sont de ce fait exclues.

Notre matériel n'est pas adapté pour des patients ayant des déficiences intellectuelles ou des troubles visuels. Nous avons donc choisi d'exclure **les surdités syndromiques**.

Pour écarter les troubles mnésiques qui pourraient être dus à une détérioration cognitive, nous avons décidé d'exclure les patients atteints de **démences neurodégénératives**.

3. Testing de la population

3.1. Objectifs de la phase de testing

Dans notre méthodologie, nous avons décidé d'inclure une phase de pré-test.

Le premier objectif de cette démarche est de pouvoir soumettre les patients à un test de dépistage de démence neurodégénérative puisque la présence de cette dernière est un critère d'exclusion de notre étude.

Le deuxième objectif de cette phase de testing est de nous aider à orienter l'élaboration de notre matériel. Nous avons décidé de tester les compétences sous-jacentes aux domaines de rééducation sélectionnés à partir des bases théoriques. Le but est d'apprécier le degré d'atteinte de ces compétences chez les huit patients sélectionnés pour adapter au mieux les divers degrés de difficulté de notre matériel.

ERRATUM : Nous avons fait signer un formulaire de consentement de participation à une étude clinique aux patients (cf. annexe 18).

Les données qualitatives qui vont être recueillies seront très utiles pour préciser la difficulté des patients domaine par domaine. Grâce à cette phase, nous pourrons lors de la présentation de notre matériel choisir précisément quel niveau de complexité est le mieux adapté à chaque patient.

3.2. Présentation des tests choisis

3.2.1. Présentation de la phase de testing dans sa globalité

Pour présenter les tests que nous avons sélectionnés, nous avons décidé de mettre en annexe le livret de passation d'un de nos patients, M.De (surdité bilatérale,

progressive, profonde, due à un médicament ototoxique, implanté bilatéralement) (cf annexe 2 à 9) qui a les résultats les plus représentatifs de notre étude.

Les tests choisis évaluent les capacités :

- du stock phonologique (annexe 4),
- de reconnaissance musicale (annexe 5),
- d'inhibition (annexe 6),
- de reconnaissance des sons environnementaux (annexe 7),
- de la séquentialité (annexe 8),
- de reconnaissance de la prosodie émotionnelle (annexe 9).

L'alternance entre les épreuves testant la mémoire à court terme (le stock phonologique, l'inhibition et la séquentialité) et les épreuves testant la mémoire à long terme (musicalité, sons environnementaux et prosodie émotionnelle) a été choisie afin d'éviter au maximum un effet de fatigabilité.

Y sont adjoints un questionnaire d'anamnèse (annexe 2) et un test de dépistage des démences neurodégénératives (annexe 3) placés en premier dans le protocole de testing afin de commencer par des questions simples et de mettre les patients à l'aise. La passation totale a duré en moyenne une heure quarante.

3.2.2. Les tests évaluant la mémoire à court terme

3.2.2.1. Entretien préalable aux épreuves

3.2.2.1.1. Questionnaire d'anamnèse

Ce questionnaire (annexe 2) nous a permis de mieux connaître les patients que nous avons rencontrés afin d'avoir des conditions optimales de passation des épreuves. De plus les informations recueillies nous ont permis de mieux cerner l'histoire de leur surdité.

Le questionnaire est divisé en trois catégories :

- Présentation générale,
- Histoire de la surdité,
- Informations complémentaires.

La première catégorie englobe six rubriques (nom, prénom, date de naissance, emploi/niveau d'études, antécédents médicaux et antécédents familiaux) tout comme la deuxième (qui sont : étiologie, type de surdité, degré de surdité, date d'apparition

de la surdité, type d'aides auditives et date d'implantation ou de mise en place de l'aide auditive, détaillé à chaque fois pour l'oreille droite et l'oreille gauche). La troisième catégorie ne comporte que quatre rubriques : la date de début de la prise en charge orthophonique, la maîtrise de la lecture labiale, les difficultés rencontrées dans la vie quotidienne et les éventuels troubles associés.

3.2.2.1.2. Dépistage des démences neurodégénératives

Les démences neurodégénératives pourraient avoir un impact sur les capacités mnésiques des patients. Nous leur avons donc fait passer le MMS (Mini Mental Score) ou test de Folstein (Folstein et coll., 1975) (annexe 3). La version que nous avons utilisée est celle du GRECO (Groupe de Recherche et d'Évaluation des Fonctions cognitives) élaborée en 1998. Cette dernière a l'avantage d'avoir un étalonnage selon l'âge, le sexe et le niveau socioculturel.

Le MMS se compose de trente questions qui testent les fonctions cognitives et les capacités mnésiques du patient. Il est très rapide et évalue l'orientation dans l'espace et le temps, la mémoire à court et moyen terme, la motricité, le langage au niveau expressif et réceptif, oral et écrit, le calcul, l'attention et la transcription.

3.2.2.2. Évaluation de la séquentialité

L'épreuve que nous avons choisie pour tester la séquentialité est l'épreuve de Reconstruction de l'Ordre Sériel de Steve Majerus (2011) (annexe 4).

Comme nous l'avons vu dans la partie théorique, la séquentialité ou mémoire de l'ordre est une composante de la mémoire phonologique (Majerus, Poncelet, Greffe et Van der Linden, 2006).

Cette épreuve consiste à remettre une série de chiffres dans l'ordre après leur présentation orale. Pour ce faire, l'examineur lit six séries de six chiffres allant de 1 à 6 (puis de sept chiffres puis de huit et de neuf) et à la fin de chaque série, il donne au patient six petits cartons sur lesquels est écrit chaque chiffre puis le patient doit le remettre dans le même ordre que celui qui lui a été énoncé.

Le fait que les six chiffres de la série soient 1, 2, 3, 4, 5 et 6 permet d'évaluer uniquement la mémoire de l'ordre sans interférence avec les capacités du stock phonologique puisque les éléments à manipuler sont toujours les mêmes et sont connus à l'avance, il n'y a pas à les retenir. Seule leur place les uns par rapport aux autres importent dans cette épreuve.

3.2.2.3. Évaluation de la boucle audio-phonologique

Le test que nous avons utilisé est le Rappel Sériel Immédiat de Mots et de Non-mots Unisyllabiques de Steve Majerus (2011) (annexe 4).

Dans le cadre de la création de notre matériel visant à rééduquer la mémoire auditive phonologique, il nous est apparu important de tester un autre élément de la mémoire phonologique : la boucle audio-phonologique et plus précisément un de ces sous-composant, le stock phonologique. Ce test consiste à faire répéter quatre séries d'un mot et quatre séries d'un non-mot puis quatre séries de deux mots et quatre séries de deux non-mots et ce jusque des séries de six mots et de six non-mots.

Le fait d'utiliser des séries de mots monosyllabiques mais surtout des séries de non-mots efface tout effet de suppléance mentale car il n'y pas d'aides contextuelles ce qui nous permet de tester réellement les capacités audio-phonologiques.

3.2.2.4. Évaluation de l'administrateur central

Pour tester l'administrateur central, nous avons choisi l'adaptation francophone du test Stroop-Victoria faite par Sophie Bayard, Jérôme Erkes, Christine Moroni et le CPCN-LR (le Collège des Psychologues Cliniciens spécialisés en Neuropsychologie du Languedoc Roussillon), (2009) (annexe 6, les planches sont présentes mais en taille réduite).

La version proposée par le CPCN-LR présente l'avantage d'avoir été étalonnée pour les personnes âgées. Dans cette version le patient doit dans un premier temps nommer la couleur de plusieurs points de couleur. Puis une deuxième planche lui est présentée où il faut nommer la couleur de l'encre dans laquelle sont écrits les mots sémantiquement neutres « mais », « pour », « donc » et « quand ». La troisième planche contient des noms de couleur écrits dans une encre de couleur différente, le patient doit nommer la couleur de l'encre sans lire le nom de la couleur écrite. Pour chaque planche, le patient doit aller le plus vite possible sans commettre de faute.

Ce test a été créé pour tester une des fonctions exécutives : l'inhibition qui est un mécanisme contrôlé par l'administrateur central. La mémoire auditive phonologique repose sur l'utilisation de l'administrateur central, il nous a donc paru utile de le tester grâce à cette épreuve.

3.2.3. Tests évaluant la mémoire auditive non-verbale à long terme

3.2.3.1. Test de la musicalité

Pour tester les compétences musicales de nos patients, nous avons élaboré un test simple destiné à apprécier les capacités de reconnaissance musicale de façon qualitative (annexe 5).

Nous avons sélectionné cinq extraits musicaux : deux chansons connues (La Bohème par Charles Aznavour (1965) et Les Champs Élysées par Joe Dassin (1969)), deux comptines (Frère Jacques et Petit Papa Noël) et La Marseillaise. Nous avons choisi des extraits sans parole pour que la reconnaissance soit non-verbale. Ils sont tous joués au piano pour éviter un biais dans la reconnaissance. En effet certains instruments sont parfois mieux reconnus que d'autres donc nous voulions que ce soit le même pour tous nos extraits.

La reconnaissance de la musique fait partie de la mémoire auditive non-verbale à long terme. Il nous a donc paru important de la tester en vue de la création de notre matériel.

3.2.3.2. Test de la prosodie

Nous avons élaboré un test pour évaluer la reconnaissance de la prosodie émotionnelle (annexe 9).

Nous avons enregistré deux phrases grâce au logiciel « Audacity », chacune dite selon cinq émotions différentes. Les deux phrases sont « Marine et sa mère sont parties à la plage aujourd'hui » et « Le facteur est passé ce matin et il a apporté le courrier. » Nous avons volontairement choisi deux phrases syntaxiquement et sémantiquement neutres, ne véhiculant aucune émotion pour que la reconnaissance de l'émotion de la phrase soit uniquement basée sur la prosodie. Les cinq émotions choisies sont : la joie, la colère, la tristesse, la peur et la neutralité. Pour faciliter la reconnaissance de ces émotions nous avons créé une aide visuelle : une feuille où sont représentées les cinq émotions par cinq émoticônes et où le nom de l'émotion est inscrit en dessous de l'émoticône correspondant (cf. l'annexe 1).

La reconnaissance de la prosodie émotionnelle fait partie de la mémoire auditive non-verbale à long terme. Son évaluation est donc importante pour apprécier de façon qualitative le fonctionnement de la mémoire auditive non-verbale de nos patients.

3.2.3.3. Test des sons environnementaux

Nous avons créé une épreuve permettant d'évaluer de façon qualitative la reconnaissance des sons environnementaux (annexe 7).

Pour élaborer cette épreuve, nous avons utilisé le logiciel OrthoSono qui est une banque de données de sons environnementaux. Les sons ont été choisis selon leur fréquence et leur caractère continu ou discontinu. Il y a dix sons dont trois graves et continus (bourdonnement d'abeille, beuglement de vache, bruit d'un avion qui décolle), un grave et discontinu (abolement de chien), un médium et continu (bruit de la chasse d'eau), deux médiums et discontinus (le cri des mouettes, éternuements masculins), un aigu et continu (son de flûte) et deux aigus et discontinus (cliquetis des ciseaux, sonnerie de téléphone). Les sons sont présentés de façon aléatoire.

La reconnaissance des sons environnementaux est possible grâce à la mémoire auditive non-verbale. Il était donc important de l'inclure dans notre testing.

3.3. Présentation des patients

Nous avons fait passer ces différents tests à huit patients. Nous avons réuni les informations collectées grâce au questionnaire d'anamnèse (annexe 1) dans un tableau (annexe 10).

Les critères d'inclusion et d'exclusion sont les mêmes que ceux cités précédemment.

3.3.1. Profil des patients

Répartition selon le sexe : Sur les huit patients de notre étude, il y a cinq femmes et trois hommes.

Répartition selon la tranche d'âge : Les patients sont répartis selon des tranches d'âge de cinq ans comme indiqué sur le diagramme en annexe (cf. annexe 11, fig. 1).

On peut remarquer que plus de cinquante pour cent de nos patients ont entre soixante et un ans et soixante-cinq ans.

Répartition selon le niveau socioculturel : La moitié des huit patients ont obtenu leur baccalauréat. Les quatre autres ont au minimum eu le certificat d'étude.

3.3.2. Histoire de la surdité

Répartition selon le type de surdité : Les huit patients ont tous une surdité de perception bilatérale. Pour sept d'entre eux, elle est progressive.

Répartition selon le degré de la surdité : Parmi les patients, six ont une surdité profonde bilatérale. Un patient a une surdité sévère bilatérale et un autre a une surdité moyenne d'un côté et profonde de l'autre.

Répartition selon l'ancienneté de la surdité : Tous les patients sélectionnés pour les pré-tests ont une surdité bilatérale depuis au moins un an et demi. La répartition est présentée sur un diagramme (cf. annexe 11, fig. 2). Elle est effectuée selon l'âge de la surdité bilatérale par tranches de neuf ans.

Répartition selon le type d'appareillage : Tous les patients testés sont porteurs d'implant cochléaire. Cinq patients sur les huit le sont de façon bilatérale. Pour les trois autres le côté controlatéral à l'implant cochléaire bénéficie d'une aide auditive.

3.3.3. La prise en charge orthophonique

La durée de la prise en charge est très hétérogène parmi les patients :

- deux sont suivis au moment de la phase de testing depuis moins d'un mois,
- deux sont suivis depuis un an,
- deux sont suivis depuis moins de trois ans,
- les deux derniers ont une prise en charge orthophonique depuis plus de neuf ans.

3.4. Analyse des résultats

Les résultats aux différents subtests proposés aux patients ont été synthétisés sous forme de tableau (annexe 12). Nous allons les analyser quantitativement et qualitativement domaine par domaine.

3.4.1. Le dépistage de démences neurodégénératives

Au MMS, cinq patients sur huit ont obtenu 30/30. Un patient a eu 29/30. L'erreur portait sur l'item concernant la répétition de phrase. Cette phrase n'étant pas porteuse de sens, l'échec s'explique par une mauvaise discrimination. Les deux derniers patients ont obtenu 28/30. Les erreurs portées sur le calcul mental à rebours de sept en sept à partir de cent. Les deux patients nous avaient prévenues après la lecture de la consigne qu'ils n'étaient « pas doués en maths ». Deux points ont par conséquent été perdus sur cette épreuve.

On considère être en présence d'une altération cognitive si le score est inférieur à vingt-neuf pour les sujets titulaires du baccalauréat et à vingt-sept pour les patients ayant bénéficié de neuf à douze ans de scolarité. Or, les deux patients ayant obtenu

un score de 28/30 n'étant pas titulaires du baccalauréat, on peut conclure que le test du MMS n'a révélé aucune démence neurodégénérative chez les patients. Par conséquent, aucun patient n'a été écarté de l'étude.

3.4.2. Le stock phonologique

Le stock phonologique est testé grâce au test de « Répétition de Mots et de Non-Mots Unisyllabiques » de Steve Majerus. Dans ce test, on obtient quatre notes : la première portant sur la répétition de mots sans ordre, la deuxième portant sur la répétition de non-mots sans ordre, la troisième portant sur la répétition de mots dans le bon ordre et la dernière portant sur la répétition de non-mots dans le bon ordre. Pour tester le stock phonologique, ce sont les deux premières notes qui vont nous intéresser.

Présentation des résultats :

Pour la répétition de mots sans ordre, un diagramme en annexe (cf. annexe 13, fig. 1) représente la répartition des patients en pourcentage par tranches d'écart-types. On peut donc voir qu'un patient sur quatre a un écart par rapport à la norme inférieur à -2ET. Cette épreuve est globalement échouée.

Nous avons également utilisé un diagramme pour l'épreuve de répétition de non-mots sans ordre (cf. annexe 13, fig. 2) représentant la répartition des patients en pourcentage par tranches d'écart-types : on constate que sept patients sur huit à cette épreuve ont en dessous de -1ET. L'épreuve est très échouée pour la grande majorité de nos patients.

Analyse qualitative des résultats :

On constate une différence dans les résultats entre l'épreuve de répétition de mots et celle de répétition de non-mots. Le manque de suppléance mentale sur les non-mots peut expliquer cette disparité au niveau des résultats.

Durant la passation, nous avons pu remarquer que cette épreuve a été très difficile pour les patients. Il a été très important d'entretenir la motivation des patients tout au long de l'épreuve qui se décourageaient pour la plupart. De nombreuses réponses furent « je ne sais pas », on voyait un certain effet de saturation face au nombre de données phonologiques à retenir.

On constate que la majorité des difficultés portait sur les phonèmes nasalisés. Une technique adoptée par un patient pour retenir le plus de mots possibles était de trouver un lien sémantique entre eux, ce qu'on appelle le chunking.

3.4.3. La séquentialité

À l'épreuve de « Reconstruction de l'Ordre Sériel », deux notes sont obtenues. La première porte sur le nombre de séquences correctement répétées. La deuxième mesure le nombre de chiffres replacés au bon endroit dans la série.

De plus, pour analyser la séquentialité, nous pouvons aussi nous appuyer sur les écarts à la norme obtenus aux épreuves de répétition de mots et de non-mots en fonction de la position sérielle du test de « Répétition de Mots et de Non-mots Unisyllabiques ». Nous pourrions les comparer à ceux des deux autres épreuves de ce test où la position des items n'est pas importante.

Présentation des résultats :

Reconstruction de l'Ordre Sériel => séquence entière correctement répétée :

Les écarts à la norme obtenus à cette épreuve sont répartis de la manière suivante :

- 50 % des patients ont un écart à la norme inférieur à -2ET,
- 37,5 % ont obtenu un écart à la norme se situant entre -1,5ET et -2ET,
- un patient (soit 12,5 % des patients) a obtenu un écart à la norme supérieur à 1ET.

L'épreuve est échouée pour la grande majorité des patients.

Reconstruction de l'Ordre Sériel => nombre de chiffres correctement replacés :

Pour cette épreuve :

- 62,5 % des patients ont un écart à la norme inférieur à -2ET,
- 25 % ont un écart à la norme compris entre -1ET et -2ET,
- un patient (soit 12,5 % des patients) a obtenu un écart à la norme supérieur à 1ET.

Cette épreuve est également échouée pour une grande partie des patients.

Répétition de Mots Unisyllabiques en fonction de la position sérielle :

La répartition des écarts à la norme des patients est représentée dans un diagramme en annexes (cf. annexe 13, fig. 3) par tranches de 1 écart-type. Le nombre de patients est représenté en pourcentage. On constate que 50 % des patients ont un résultat inférieur à -2ET. L'épreuve est globalement échouée.

Répétition de Non-Mots Unisyllabiques en fonction de la position sérielle :

Pour présenter les résultats de cette épreuve, nous avons choisi le même type de diagramme (cf. annexe 13, fig. 4) que pour l'épreuve précédente. Les écarts à la

norme sont répartis par tranches de 1 écart-type et le nombre de patients pour chaque tranche est exprimé en pourcentage. Le diagramme montre que 62,5 % des patients ont obtenu un résultat inférieur à -2ET. L'épreuve est globalement échouée.

Analyse qualitative des résultats :

Pour les épreuves de répétition de mots et de non-mots, quand on se réfère au tableau des résultats (cf. annexe 12), on constate que pour la répétition de mots ou de non-mots sans ordre pour au moins cinq patients sur huit l'écart à la norme était moins important par rapport aux épreuves où la position importait.

De plus, pour les deux épreuves du test de Reconstruction de l'Ordre Sériel, les résultats sont très échoués pour une très grande part de nos patients. Les patients ont généralement apprécié cette épreuve puisqu'elle nécessitait peu de discrimination auditive. Ils étaient tout de même pour la plupart rapidement en difficulté. On peut conclure que la mémoire de l'ordre est très déficitaire pour presque tous nos patients.

Pour le test de Reconstruction de l'Ordre Sériel, on peut observer que les chiffres les mieux replacés se situent généralement en première et en dernière position. On constate également que les patients adoptent des stratégies de chunking (de regroupement des informations) pour en retenir le plus possible.

3.4.4. L'inhibition

Pour la cotation de cette épreuve, on enregistre à l'aide d'un chronomètre le temps de lecture de chaque planche (celle des couleurs (1), celle des mots sémantiquement neutres colorés (2) et celle des mots de couleurs colorés (3)). On note également si le patient commet des fautes lors de la dénomination des couleurs. Par la suite deux indices sont calculés et eux aussi comparés à la norme : « if » qui est le rapport du temps de lecture de la planche 1 sur le temps de lecture de la planche 2 et « IF » qui est le rapport du temps de lecture de la planche 1 sur le temps de lecture de la planche 3. Ce dernier indice permet d'écarter les mauvais scores dus à une lenteur de lecture.

Présentation des résultats :

La totalité des résultats à cette épreuve est présentée dans le tableau des résultats. Nous allons seulement développer le détail des résultats pour l'indice IF puisqu'il nous semble le score le plus pertinent pour apprécier les capacités d'inhibition. L'intégralité des patients ont eu un écart à la norme pour IF supérieur à -0,5ET.

Analyse qualitative des résultats :

Pour nos patients, les capacités d'inhibition sont intactes.

L'épreuve était aisée pour les patients qui sont très à l'aise en modalité visuelle.

3.4.5. La musicalité

La cotation de cette épreuve se faisait de la manière suivante : un point était attribué à chaque extrait de musique reconnu. Le score total était sur cinq. Trois répétitions étaient possibles pour chaque épreuve.

Présentation des résultats :

Quatre patients sur huit ont eu zéro à cette épreuve, deux ont obtenu un sur cinq, un a eu un score de trois sur cinq et le dernier quatre sur cinq. Six patients sur huit ont moins de la moitié à cette épreuve.

Analyse qualitative des résultats :

L'épreuve a été difficile pour une grande partie des patients qui étaient très déroutés de ne pas réussir à reconnaître les différents extraits musicaux que nous leur présentions. De nombreuses remarques ont été émises pour qualifier la mélodie lorsque le titre n'était pas reconnu. Par exemple, les patients arrivaient à qualifier « d'entraînante » ou de « jazzy » les Champs Élysées de Joe Dassin. Le rythme de la mélodie était donc perçu.

Une mélodie était plus reconnue que les autres celle du Petit Papa Noël. En effet, cette mélodie était interprétée également au piano mais note par note. La présence d'une seule note à la fois a permis une identification plus simple.

3.4.6. Reconnaissance des sons environnementaux

Le score de cette épreuve est sur dix, on attribue un point pour chaque son correctement identifié. Trois réécoutes sont possibles.

Présentation des résultats :

On peut remarquer sur le diagramme en annexe (cf. annexe 13, fig. 5) qu'aucun patient n'a réussi à reconnaître plus de huit sons.

Analyse qualitative des résultats :

De nombreuses répétitions ont été nécessaires pour la reconnaissance. La plupart des propositions faites se rapprochaient de la fréquence et du caractère continu ou discontinu du son à reconnaître mais il était difficile pour certains patients d'extraire toutes les caractéristiques sonores du son pour en dégager une image globale.

3.4.7. Prosodie émotionnelle

L'épreuve est notée sur dix. On attribue un point par reconnaissance correcte. Les cinq réponses possibles aux items étant proposées au patient, on ne cotera que la première réponse donnée et on évitera de lui dire si elle est correcte ou non. Qualitativement, il est possible de faire réécouter plusieurs fois l'enregistrement au patient et de noter la réponse qu'il donne après plusieurs écoutes sans lui indiquer si elle est correcte ou fausse.

Présentation des résultats :

On peut voir sur le diagramme (cf. annexe 13, fig. 6) qu'aucun patient n'a reconnu plus de sept items. L'épreuve fut difficile.

Analyse qualitative des résultats :

Reconnaître les bonnes émotions même après plusieurs écoutes était complexe.

On remarque que les items les plus difficiles à reconnaître sont la peur et la tristesse. Alors que la joie et la colère sont généralement mieux reconnues.

3.5. Conclusions

Au vu des précédentes analyses, on peut conclure que la plupart des épreuves sont échouées, ce qui confirme nos données théoriques qui stipulaient que la mémoire auditive phonologique et non-verbale à long terme étaient atteintes lors d'une privation auditive prolongée.

À la suite de ces résultats, nous avons décidé d'élaborer un matériel de rééducation axé sur plusieurs domaines :

Le stock phonologique étant déficitaire, nous avons créé le domaine « Boucle audio-phonologique » divisé en deux sous-domaines : « Stock phonologique » et « Chunking » destinés à étendre les capacités du stock phonologique.

La mémoire de l'ordre est elle aussi déficitaire, pour la rééduquer nous avons élaboré le domaine « Séquentialité »,

L'inhibition comme nous l'avons vu précédemment, n'est pas échouée. Cependant, nos données théoriques précisent que lors de la réhabilitation de personnes porteuses d'implant cochléaire la rééducation d'activités cognitives générales telles que la mémoire de travail est bénéfique (Giraud, 2007). De plus l'administrateur central permet de mettre en relation les données temporairement stockées en mémoire de travail avec d'autres systèmes de mémoire. Or nous avons vu que le

fonctionnement de la mémoire phonologique repose sur l'importance de la mise en relation des données phonologiques stockées en mémoire à long terme avec la mémoire de l'ordre et la boucle phonologique. Au vu de ces données théoriques nous avons tenu à apporter des exercices rééduquant l'administrateur central. Nous avons donc créé le domaine « Mémoire de travail » qui a trois sous-domaines : « Flexibilité mentale », « Mise à jour » et « Inhibition ».

La reconnaissance de la musique était très complexe. Nous voulions l'entraîner grâce au domaine « Discrimination musicale ».

Les sons environnementaux étaient aussi difficilement reconnus, le domaine « Sons environnementaux » a donc été élaboré.

L'épreuve de prosodie émotionnelle fut aussi échouée, par conséquent nous avons créé le domaine « Prosodie », divisée en deux sous-domaines « Prosodie émotionnelle » mais aussi « Prosodie modale ». Nous n'avons pas pu tester les capacités de reconnaissance de prosodie modale mais il nous est apparu important de l'exercer également puisqu'elle fait partie intégrante de la prosodie qui est selon nos données théoriques nettement moins bien reconnue par les personnes sourdes.

Nous avons aussi ajouté un domaine : « la mémoire des voix ». Nous avons remarqué le manque de matériel exerçant ce domaine et il nous est apparu tout à fait opportun de l'intégrer à notre protocole de rééducation puisque cette mémoire fait partie de la mémoire auditive non-verbale à long terme.

Les données qualitatives récoltées lors des passations seront précieuses pour l'élaboration de notre matériel, dans la plupart de nos domaines :

=> comme l'a montrée l'épreuve de Répétition de Mots et de Non-Mots Unisyllabiques, nous allons éviter l'emploi de phonèmes nasalisés pour l'élaboration de notre matériel lexical car le but est d'exercer la mémoire et non la discrimination auditive,

=> l'emploi de l'effet de récence et de primauté pourra être intéressant pour échelonner la complexité des exercices,

=> pour le domaine « Discrimination musicale », nous allons proposer des exercices travaillant note par note pour les premiers niveaux puisque nous avons pu observer dans l'épreuve musicalité que la mélodie se jouant note après note était la mieux reconnue,

=> pour la prosodie émotionnelle, les émotions les plus difficilement reconnues étaient la peur et la tristesse. Nous éviterons donc d'employer ces deux émotions dans une même épreuve de discrimination et nous les utiliserons plutôt dans les niveaux de complexité les plus élevés.

4. Présentation du matériel

4.1. Le contenu du matériel

Nous avons choisi d'articuler notre matériel autour de trois grands « axes », subdivisés en principaux domaines, eux-mêmes répartis en différents niveaux de complexité.

Ainsi, seront travaillées :

La mémoire auditive à court terme (verbale)

=> La boucle audio-phonologique

 Stock phonologique

 Chunking

=> La mémoire de travail au sens plus large à travers des exercices de :

 Flexibilité mentale

 Inhibition

 Mise à jour

=> La séquentialité

La mémoire auditive non-verbale (ou paralinguistique)

=> La prosodie modale et émotionnelle

=> La mémoire des voix

=> La discrimination de notes de musique

=> La mémoire des sons environnementaux.

La mémoire de travail appliquée aux informations de la mémoire auditive non verbale .Nous avons nommé ce domaine : « **Reconnaissance et mémoire de travail**

=> Mémoire de travail et mémoire des voix

=> Mémoire de travail et prosodie

=> Mémoire de travail et sons environnementaux.

Les niveaux composant les différents domaines sont à travailler sur plusieurs séances selon le niveau initial du patient et sa vitesse de progression. Pour chaque

exercice, nous avons essayé de mettre beaucoup d'éléments, il sera alors judicieux de les segmenter si le patient est en grande difficulté.

Voici la description détaillée de chaque domaine.

4.1.1. La mémoire à court terme

Pour l'élaboration des listes de mots, nous avons utilisé le logiciel *lexique.org* qui est une base de données lexicales libres élaborée en 2001 par Boris New (du Centre Nationale de la recherche Scientifique (CNRS)-Paris V) et Christophe Pallier (du CNRS-EHESS). Elle permet de contrôler la fréquence des mots et de les sélectionner selon leur longueur syllabique ou encore selon la présence d'un phonème cible. Pour chaque niveau de chaque domaine, nous avons mis des exemples en annexe (cf. annexe 14).

4.1.1.1. La boucle audio-phonologique

4.1.1.1.1. Le stock phonologique

Le but des exercices de ce domaine est d'étendre le stock phonologique (ou mémoire à court terme), celui-ci étant un composant de la boucle phonologique, elle-même étant un des éléments de la mémoire phonologique. Développer les capacités du stock phonologique permet de garder provisoirement en mémoire à court terme plus de données. Ainsi on pourra manipuler davantage d'éléments grâce à la mémoire de travail.

Pour travailler la mémoire à court terme, les exercices proposés se basent sur la répétition simple sans idée d'ordre. Les éléments sont donnés à l'oral et le patient doit les répéter dans l'ordre de son choix. Le critère pour faire varier la difficulté d'un niveau à l'autre est de diminuer les éléments contextuels.

NIVEAU 1 : Pour le niveau 1, les éléments à répéter sont des phrases présentées oralement. Nous avons choisi de commencer par des phrases pour que le patient puisse s'aider du contexte phrastique pour la répétition. Au sein de ce niveau, la difficulté augmente avec l'augmentation du nombre de syllabes par phrase.

Il y a trente-deux phrases à répéter : quatre de cinq syllabes, quatre de six, quatre de sept, quatre de huit, quatre de neuf, quatre de dix, quatre de onze et quatre de douze.

NIVEAU 2 : Dans le niveau 2, ce sont des mots présentés oralement qu'il faut répéter. Ces mots sont classés par thème. Nous utilisons des listes fermées pour

que le patient puisse s'appuyer sur le contexte pour la répétition. La difficulté dans le niveau augmente avec l'augmentation du nombre de mots proposés à restituer. Pour toutes les séries d'un même nombre de mots, le nombre de syllabes par mot d'une série à l'autre augmente progressivement.

Il y a quarante-deux listes de mots : sept listes de deux mots, sept de trois, sept de quatre, sept de cinq, sept de six et sept listes de sept mots. Pour chaque longueur d'empan de mots, chacune des sept listes est classée par thème. Les sept thèmes sont : fleurs/plantes, métiers, légumes/fruits, moyens de transport, animaux, sports et outils. Pour chaque empan, il y a deux séries de mots à une syllabe, deux de mots à deux syllabes, deux de mots à trois syllabes et une de mot à quatre syllabes.

Pour augmenter la difficulté, l'orthophoniste peut choisir de ne pas donner le thème de la liste.

NIVEAU 3 : Au niveau 3, ce sont aussi des mots présentés à l'oral qu'il faut répéter mais ils sont en liste ouverte. La difficulté croît dans le niveau en augmentant le nombre de mots à répéter. Pour toutes les séries d'un même nombre de mots, la difficulté est augmentée grâce à plusieurs critères : le nombre de syllabes par mot, la fréquence et la proximité phonologique. En effet, nous avons vu dans la partie théorique que l'effet de fréquence (Gregg, 1976) et l'effet de similarité phonologique (Conrad et Hull, 1964, Baddeley, 1966) pouvaient influencer les capacités du stock phonologique.

Quarante-huit listes de mots sont proposées : huit listes de deux mots, huit de trois, huit de quatre, huit de cinq, huit de six et huit de sept. Pour chaque empan, on a quatre séries de mots de une à deux syllabes et quatre de mots de trois syllabes. Pour chaque bloc de quatre séries, la première contient des mots fréquents et éloignés sur le plan phonémique, la deuxième contient des mots fréquents et proches sur le plan phonémique, la troisième contient des mots peu fréquents et éloignés au niveau phonémique et la quatrième contient des mots peu fréquents et proches au niveau phonémique.

4.1.1.1.2. Le chunking

Le chunking ou tronçonnage est une technique de mémorisation qui consiste à découper l'information en paquets formant des entités uniques ce qui facilite la mémorisation de l'ensemble de l'information. En l'exerçant, on pourra développer les capacités de stockage en mémoire à court terme du patient.

Les exercices proposés consistent donc à regrouper les éléments d'une série. La difficulté augmente d'un niveau à l'autre par l'emploi de listes de données de plus en plus ouvertes.

NIVEAU 1 : On augmente la complexité dans ce niveau par l'augmentation du nombre de données à manipuler. Dans l'exercice 1, il y a huit séries de deux chiffres, huit de quatre, huit de six, huit de huit et huit de dix. Il faut les regrouper en nombre à deux chiffres. Dans l'exercice 2, on regroupe les chiffres proposés en nombre à trois chiffres. On a donc huit listes de trois chiffres, huit de six, huit de neuf et huit de douze.

NIVEAU 2 : L'accroissement de la difficulté s'effectue de la même manière que dans le niveau précédent. Dans l'exercice 1, il faut regrouper des lettres pour former deux mots (on a huit séries de quatre lettres, huit de cinq, huit de six, huit de sept, huit de huit et huit de neuf). Dans l'exercice deux, il faut former trois mots. Pour ce faire, il y a huit listes de six lettres, huit de sept, huit de huit et huit de neuf.

NIVEAU 3 : La complexité croît de la même manière que dans les niveaux précédents. Il faut regrouper les mots qui sont proposés par catégorie sémantique. On utilise huit listes de trois mots, huit de quatre, huit de cinq et huit de six. Les thèmes utilisés sont : sports, fruits, vêtements, pays, professions, plantes, couleurs et animaux.

4.1.1.2. La mémoire de travail

Dans le cadre de notre protocole de rééducation, nous avons choisi d'inclure des exercices rééduquant la mémoire de travail et plus particulièrement l'administrateur central. Ce dernier est primordial pour la mise en relation de données stockées en mémoire à long terme avec les informations stockées provisoirement en mémoire à court terme.

Nous proposons d'entraîner trois fonctions de l'administrateur central : la flexibilité mentale, la mise à jour et l'inhibition. Le but est d'entraîner les personnes sourdes à trier les informations auditives pertinentes parmi d'autres, à mettre en relation ce qu'elles ont entendu avec des informations stockées en mémoire à long terme et de pouvoir modifier rapidement des informations contenues en mémoire à court terme.

4.1.1.2.1. La flexibilité mentale

Pour exercer la flexibilité mentale, les exercices proposés requièrent l'utilisation de deux tâches cognitives dont une qui est une tâche de mémorisation. Il s'agira donc de mémoriser des éléments et de les reclasser selon différents critères. Pour faire varier la difficulté d'un niveau à l'autre, le critère de classement est de plus en plus difficile à établir et nécessite une plus grande réflexion.

NIVEAU 1 : Le niveau 1 est composé de listes de mots fréquents à reclasser selon leur nombre de syllabes. Nous les présentons oralement et le patient doit les classer mentalement et nous énoncer son classement à l'oral. La difficulté croît au sein du niveau avec l'augmentation du nombre de mots à reclasser.

Nous proposons quarante séries de mots : huit séries de deux mots, huit de trois, huit de quatre, huit de cinq et huit de six.

NIVEAU 2 : Dans le niveau 2, les éléments à classer sont des verbes conjugués avec leur pronom personnel. Nous proposons oralement des séries de trois verbes conjugués au passé composé, au présent et au futur et à la même personne. Le patient doit les classer dans l'ordre chronologique. La difficulté varie au sein du niveau avec la diminution de la fréquence des verbes utilisés. De plus, dans un premier temps les formes verbales sont issues du même verbe puis sont issues de verbes différents.

Il existe quarante listes de formes verbales : dix listes de formes verbales avec un même verbe fréquent utilisé pour chaque liste, dix avec un même verbe peu fréquent utilisé pour chaque liste, dix avec trois différents verbes fréquents utilisés pour chaque liste et dix avec trois différents verbes peu fréquents utilisés pour chaque liste.

NIVEAU 3 : Le niveau 3 contient des mots classés par thème. Il s'agit de remettre les données de chaque liste dans l'ordre chronologique. La difficulté s'accroît avec le nombre de mots à reclasser. Ce niveau est divisé en deux exercices. Les thèmes de l'exercice 1 sont plus abordables que ceux de l'exercice 2 qui nécessitent une plus grande culture générale. Par conséquent cet exercice ne pourra pas être proposé à tous les patients.

Pour les deux exercices, il y a vingt-quatre listes de mots réparties en quatre listes de deux mots, quatre de trois, quatre de quatre, quatre de cinq et quatre de six. Les dix thèmes de l'exercice 1 sont : marqueurs temporels, animaux, membres de la famille, fêtes annuelles, mois de l'année, jours de la semaine, dates, positions du soleil, repas et saisons. Les onze thèmes de l'exercice 2 sont : présidents français, présidents américains, rois de France, grandes périodes historiques, inventions, monuments, styles de musique, chanteurs, chansons, films et signes astrologiques.

4.1.1.2.2. L'inhibition

Grâce aux exercices de ce sous-domaine dans lesquels il ne faut retenir que certaines données parmi plusieurs énoncées à l'oral, on entraîne l'inhibition. La complexité des niveaux s'accroît grâce au nombre croissant des données à inhiber.

NIVEAU 1 : Différentes phrases sont proposées dans le niveau 1. Le but est de repérer le nombre de mots de deux syllabes au sein de chaque phrase. Les phrases présentées sont de plus en plus longues afin de complexifier le niveau. Ce dernier est divisé en deux exercices. Dans le premier exercice, il faut juste donner le nombre de mots de deux syllabes. Dans l'exercice 2, il faut les répéter.

Chaque exercice contient vingt-quatre phrases : deux phrases de trois mots, deux de quatre, deux de cinq, deux de six, deux de sept, deux de huit, deux de neuf, deux de dix, deux de onze et deux de douze.

NIVEAU 2 : Dans le niveau 2, il y a des séries de mots fréquents. Avant d'énoncer la série au patient, un mot cible lui est donné. Il doit alors retrouver dans la liste quels mots sont formés avec une des syllabes du mot cible. Les listes qui lui sont proposées contiennent de plus en plus de mots. Dans chaque série ayant le même nombre de mots, le nombre de syllabes du mot cible et le nombre de mots de la liste s'accroissent progressivement. Ce niveau est divisé en deux exercices. Dans le premier exercice, le patient doit seulement donner le nombre de mots contenant les syllabes du mot cible alors que dans le deuxième exercice, il doit les répéter.

Pour chaque exercice, il y a vingt séries divisées en quatre séries de deux mots, quatre de trois, quatre de quatre, quatre de cinq et quatre de six. Pour les quatre listes contenant le même nombre de mots : la première liste composée de mots de deux syllabes a un mot cible de deux syllabes, la deuxième a des mots de trois à quatre syllabes et un mot cible de deux syllabes, la troisième composée de

mots de deux syllabes a un mot cible de trois syllabes et la quatrième élaborée avec des mots de trois à quatre syllabes débute par un mot cible de trois syllabes.

L'orthophoniste pourra aider le patient en déterminant avec lui à partir du mot cible quelles seront les syllabes à rechercher dans la liste.

NIVEAU 3 : Dans le niveau 3, une catégorie sémantique est présentée au patient. Il a pour consigne de retrouver tous les mots de cette catégorie sémantique dans quelques textes. Pour une complexité croissante du niveau, la longueur des textes croît au fur et à mesure ainsi que le nombre de mots d'une même catégorie (1 à 7) par texte.

Il y a seize textes dont quatre d'environ deux lignes, quatre d'environ trois lignes, quatre d'environ quatre lignes et quatre d'environ cinq lignes. Les thèmes sont au nombre de quatre : les métiers, les sports, les couleurs et les fruits.

Pour aider le patient, l'orthophoniste peut lui indiquer avant de lui lire le texte combien de mots de la catégorie sémantique cible le texte contient.

4.1.1.2.3. La mise à jour

Pour entraîner la mise à jour, on fournit des données au patient à mémoriser. Avant de les restituer, le patient doit les modifier d'après de nouveaux éléments et ensuite les redonner nouvellement organisés. On échelonne la complexité entre les niveaux en faisant varier le nombre d'éléments à modifier.

NIVEAU 1 : Le niveau 1 est composé de séries de mots fréquents. Avant d'énoncer la série au patient, on lui indique quel mot sera à échanger en le désignant par sa place dans la liste. Après avoir lu la série au patient on lui donne un nouveau mot par lequel on voudrait qu'il l'échange. Pour augmenter la difficulté au sein du niveau, le nombre de mots à retenir est de plus en plus grand et la place du mot à changer diffère. En effet, les éléments les plus faciles à retenir dans une liste sont les derniers, puis les premiers et enfin ceux se situant entre les deux.

Il y a cinquante séries de mots pour ce niveau réparties comme suit : neuf listes de trois, huit de quatre, quinze de cinq et dix-huit de six. Pour les séries contenant le même nombre de mots, la place du mot à changer varie. On change d'abord le dernier dans les premières listes, puis le premier dans celles qui suivent et les mots placés au centre pour les dernières.

NIVEAU 2 : Dans le niveau 2, à nouveau des mots fréquents sont utilisés mais à la différence du niveau précédent, le mot à échanger par un autre est désigné après la lecture de la série au patient. On accroît la complexité du niveau de nouveau grâce à l'augmentation de la longueur des listes et à la place du mot à échanger.

Trente-huit séries de mots ont été établies : huit de trois mots, huit de quatre, dix de cinq et douze de six. Pour chaque empan, le mot à échanger dans les premières listes est le dernier, puis c'est le premier dans les listes suivantes et enfin les mots à échanger sont au centre de la série pour les dernières listes.

NIVEAU 3 : Pour le niveau 3, on utilise également des mots fréquents. Le patient doit échanger deux éléments de la liste (qui lui sont dits à la fin de la lecture de la série) par deux autres annoncés également à l'issue de la lecture de la liste. La place des mots à changer varie afin que l'exercice soit de plus en plus difficile.

Trente-deux séries de mots ont été employées réparties de la façon suivante : huit séries de trois mots, huit de quatre, huit de cinq et huit de six. La place des mots à échanger varie d'une liste à l'autre au sein des listes de la même longueur de la manière qui suit : dans les premières listes les mots à échanger se trouvent tous deux en première et dernière places, puis pour les séries qui suivent en dernière place et au centre de liste, puis en première place et au centre et enfin les deux mots se trouvent au centre de la série d'abord l'un à la suite de l'autre puis à distance.

4.1.1.3. La séquentialité

La séquentialité est une des composantes de la mémoire phonologique. On l'appelle également mémoire de l'ordre. Elle nous permet de produire et de décoder correctement les séquences de phonèmes dans la chaîne parlée. Il est donc important de l'entraîner.

Pour exercer la séquentialité, on lit des séries d'éléments au patient et on lui demande d'en rappeler quelques-uns selon leur place ordinale dans la série. La difficulté du niveau est échelonnée par l'augmentation du nombre de mots à rappeler et leur place dans la série.

NIVEAU 1 : Dans le niveau 1, on utilise des listes de mots fréquents. Avant de lui lire, l'orthophoniste signale au patient quel mot il devra répéter en le désignant par sa place dans la liste. La complexité s'accroît avec la place du mot à rappeler au sein de la liste et le nombre de mots par liste.

Quatre-vingt séries de mots ont été créées réparties comme suit : huit séries de deux mots, douze de trois, seize de quatre, vingt de cinq et vingt-quatre de six. La place des mots à rappeler est d'abord la dernière pour les premières listes puis la première pour les listes suivantes et les mots au centre de la liste pour les dernières.

NIVEAU 2 : Pour le niveau 2, l'orthophoniste demande au patient après la lecture d'une liste de mots fréquents de lui en rappeler un selon sa place dans la liste. Le niveau est de plus en plus difficile car le nombre de données à retenir croît et la place du mot dans la liste diffère.

Quarante-six séries de mots ont été nécessaires pour ce niveau dont huit séries de deux mots, huit de trois, huit de quatre, dix de cinq et douze de six. Pour chaque empan l'orthophoniste demande au patient de répéter d'abord les derniers mots, puis les premiers et enfin ceux se situant au centre de la liste.

NIVEAU 3 : Concernant le niveau 3, on utilise également des listes de mots fréquents. L'accroissement de la complexité du niveau tient dans le fait que l'on augmente progressivement le nombre de mots à retenir et dans le changement de la place des éléments à manipuler. Ce niveau est divisé en deux exercices. Dans le premier, on demande au patient après avoir entendu une liste de mots d'en répéter deux selon leur place par rapport aux autres aux mots (par exemple : « Répétez-moi le mot après suivre et le mot après changer. »). Dans le deuxième, il est demandé au patient après avoir entendu une liste de mots de répéter la liste entière en échangeant deux.

Dans l'exercice 1, vingt-quatre listes de mots fréquents sont utilisées divisées comme suit : huit de trois mots, huit de quatre et huit de cinq. On demande d'abord deux mots se situant par rapport aux premiers et derniers mots, puis deux mots se situant par rapport au dernier et à un mot au centre de la série, puis deux mots se situant par rapport au premier mot et à un mot se situant au centre de la série et deux mots se situant par rapport à deux autres au centre de la série.

Dans l'exercice 2, nous avons créé vingt-quatre listes de mots fréquents réparties de la manière suivante : huit de trois mots, huit de quatre et huit de cinq. La place des mots à échanger varient de la façon suivante : on échange d'abord les mots se situant en première et dernière place, puis les mots étant en dernière place

et au centre de la liste, puis les mots étant en première place et au centre de la liste et enfin deux mots se situant au centre de la liste.

4.1.2. La mémoire auditive non verbale

4.1.2.1. La prosodie modale et émotionnelle

La prosodie modale :

Nous avons voulu travailler sur la distinction auditive entre les différents types de phrases. Les quatre principaux types de phrases sont : déclaratif, exclamatif, interrogatif et injonctif. Cependant, nous avons choisi de supprimer le mode injonctif de notre travail car il se repère vite grâce à l'utilisation d'un verbe à l'impératif, or notre but était que le patient ne soit guidé que par son appréhension de la prosodie et non du lexique. Les enregistrements audios de ce domaine sont disponibles sur le CD dans le dossier « prosodie modale ».

Aide facilitatrice : Si le patient en a besoin, toutes les phrases sont disponibles en annexe afin qu'il puisse lire le texte (sans la ponctuation) pendant l'écoute.

NIVEAU 1 : Nous avons conçu un niveau 1 très simple. Le patient, après deux écoutes successives de la même phrase, doit déterminer laquelle était de type affirmatif ou de type interrogatif pour l'exercice 1, et laquelle était de type affirmative ou exclamative pour l'exercice 2. Le parallèle entre deux mêmes phrases permet d'exercer l'oreille du patient et de lui faciliter le travail de différenciation. Nous avons choisi dans ce premier exercice de ne pas mélanger les types interrogatifs et exclamatifs. En effet, ces deux types de phrases sont plus fortement accentués que le type déclaratif et nous voulions conserver un contraste important entre les deux phrases afin de pouvoir exercer l'oreille en phase pré-implantatoire ou nouvellement implantée.

NIVEAU 2 : Dans l'exercice 3, les phrases de type exclamatif et interrogatif sont cette fois mélangées. Selon le même format que pour les deux premiers exercices, le patient doit déterminer, après écoute des enregistrements de deux phrases identiques, laquelle est interrogative et laquelle est exclamative.

Dans les exercices 4 et 5, le patient va être amené à déterminer le type de phrase mais cette fois il n'entend qu'une seule fois chaque phrase : elle est soit interrogative, soit affirmative dans l'exercice 4, et soit affirmative soit exclamative dans l'exercice 5.

Le patient ne dispose donc plus du « point de comparaison » que constitue la deuxième écoute de la phrase sous un type différent comme dans les exercices précédents. Pour que la difficulté reste modérée, nous avons décidé comme dans l'exercice 1 de ne pas mélanger les phrases interrogatives et exclamatives.

NIVEAU 3 : Dans l'exercice 6, le patient ne travaille, comme dans les exercices 4 et 5, que sur une seule écoute, mais cette fois les trois types de phrases sont mélangés. Le proverbe donné peut être tourné sous type déclaratif, exclamatif ou interrogatif.

Dans l'exercice 7, un dialogue (dont le texte est disponible sans ponctuation en annexe, et à photocopier par l'orthophoniste) est présenté au patient. Celui-ci doit écouter l'enregistrement une première fois (avec le texte sous les yeux). On procède ensuite à une deuxième écoute durant laquelle le patient doit compléter la ponctuation manquante sur la photocopie du texte.

Si le patient est très à l'aise, ce travail peut se faire dès la première écoute.

La prosodie émotionnelle

Les différents exercices de ce domaine sont conçus, dans leur forme, de manière similaire à ceux du domaine de la prosodie modale. Ainsi la difficulté croît selon l'importance du contraste entre les émotions proposées, mais également selon le fait qu'il y ait, ou non, comparaison de la même phrase proposée sous des émotions différentes.

Nous avons choisi de travailler à partir de cinq émotions primaires qui sont la joie, la tristesse, la peur, la colère et la surprise. La cinquième émotion primaire est le dégoût mais nous avons constaté qu'il était trop complexe de la différencier, sur une modalité auditive, de la peur ou de la colère, sans indice lexical.

Ainsi, dans les niveaux 2 et 3 au sein desquels nous avons mélangé des émotions primaires, nous avons décidé de remplacer le dégoût par la neutralité afin de créer un point d'ancrage facilitateur.

NIVEAU 1 : Dans ce premier niveau, nous avons choisi de mettre en comparaison des émotions très opposées afin d'en garantir l'accessibilité au plus grand nombre de patients. Dans l'exercice 1, le patient doit déterminer après écoute des deux phrases identiques, laquelle est dite sur un ton joyeux, et laquelle est dite sous la colère.

L'exercice 2 est identique mais cette fois les deux émotions sont la joie et la tristesse.

NIVEAU 2 : Le patient écoute la même phrase répétée successivement (et dans un ordre variable selon les items) avec tristesse, joie, colère, peur et sur un ton neutre. Il doit ensuite déterminer, si besoin avec une seconde écoute, pour chaque phrase son émotion. Nous n'avons pas abordé la surprise dans ce niveau afin d'augmenter la complexité progressivement.

NIVEAU 3 : Les exercices 4 et 5 mêlent des phrases dites avec joie, peur, tristesse, colère, surprise ou sur un ton neutre. Elles ne sont dites chacune qu'une fois, donc sous une seule émotion que le patient doit identifier. Les différences peur/tristesse et joie/surprise sont parfois subtiles et le patient doit donc être performant sur les niveaux précédents pour pouvoir aborder ce dernier niveau.

4.1.2.2. La mémoire des voix

Nous avons ici travaillé sur la différence entre les différents timbres et volumes de voix mais également les différences de prosodie dans la parole de chacun (variabilité d'accent, de rythme, de débit et d'intonation).

Le matériel verbal (textes et phrases) utilisé dans les exercices est disponible en annexe afin que le patient puisse le lire simultanément avec l'écoute des bandes d'enregistrements.

Les niveaux 1 et 2 sont structurés de la même manière : Une phase d'imprégnation permet au patient de faire « connaissance » avec un binôme, c'est-à-dire deux voix qui lisent successivement le même extrait d'un poème de Baudelaire.

L'exercice 1 constitue une succession de phrases, dites par l'un ou l'autre individu du binôme. Le but est de déterminer qui a prononcé chaque phrase.

L'exercice 2 se déroule sur le même principe que l'exercice précédent mais cette fois les deux personnes peuvent intervenir sur une même phrase, mais jamais de façon simultanée. Par exemple : Il ne faut jamais dire (P1), fontaine je ne boirai pas de ton eau (P2).

Dans **l'exercice 3**, le patient doit identifier les voix à partir de l'écoute de mots isolés, de plus en plus court au fur et à mesure de l'exercice. Les « indices prosodiques » sont donc plus difficilement perceptibles et le patient doit donc se concentrer encore davantage sur le timbre et le volume de la voix ce qui constitue un exercice intéressant.

Ainsi, la complexité augmente au fil des trois exercices.

A noter que pour le binôme 4 du niveau 3, les phrases ne sont pas dites alternativement comme pour les autres enregistrements mais chaque phrase est dite successivement par les deux personnes du binôme.

Cet enregistrement « expérimental » résulte d'une remarque d'une orthophoniste recueillie à la lecture des questionnaires qui trouvait dommage que le patient ne puisse pas comparer les deux voix énonçant la même phrase (comme nous l'avons fait pour la prosodie), ce qui pourrait aider les personnes en difficulté à affiner leur discrimination.

L'existence de deux niveaux se justifie par le fait que le niveau 1 est constitué de binômes mixtes (la reconnaissance est donc facilitée) alors que le niveau 2 est constitué de binôme non mixtes. Le niveau 1 est disponible en deux versions (deux binômes mixtes ont été enregistrés), tandis que le niveau 2 existe sous deux versions pour le « format » homme et quatre versions pour le « format » femme.

4.1.2.3. La discrimination des notes de musique

« Il existe un rapport explicite entre la capacité de discrimination et la capacité d'identification, en ce sens que la sensibilité au changement sur une dimension particulière d'un stimulus peut influencer la façon dont un auditeur divise le continuum sensoriel » (Mc Adams et Bigand, « Penser les sons » p:172). Ainsi, les exercices de discrimination apparaissent très utiles, en vue d'affiner les capacités d'identification et donc la compréhension générale de la personne implantée cochléaire.

Les différents niveaux ont été réfléchis en tenant compte de certains critères qui nous semblent, de manière subjective, influencer sur la complexité de l'exercice : le nombre de notes dans les deux groupes, le nombre de notes qui diffèrent, la nature de cette différence (les deux notes sont-elles proches ou plus éloignées fréquemment), la place qu'occupe(nt) la ou les notes qui diffère(nt), le nombre d'octaves de différence etc.

Dans le **premier niveau**, le plus facile selon nous, nous trouverons les comparaisons de deux groupes de deux ou trois notes. À l'intérieur de ce groupe, les sons sont classés en deux exercices dans un ordre croissant de complexité selon les critères subjectifs cités plus haut.

Dans le **deuxième niveau**, nous trouverons les comparaisons d'une note. De la même façon que pour le niveau 1, les sons sont classés en deux exercices d'une difficulté croissante mais cette fois le critère de « complexité » est plus objectif : il s'agit de la proximité des notes au sein d'une même octave. En rappelant que la gamme de référence est Do Ré Mi Fa Sol La Si Do, la différence de note est plus subtile (et donc plus complexe à discriminer) pour Do3 (3ième octave) suivi de Ré3, que pour Do3 suivi de Fa3.

Enfin, dans le **dernier niveau**, que nous jugeons sensiblement plus difficile nous trouverons les comparaisons de groupes de 4 notes.

Le niveau 1 et le niveau 3 ont été réalisés grâce à l'enregistrement des sons d'un vrai piano, et le niveau 2 a été réalisé sur un piano virtuel.

4.1.2.4. La mémoire des sons environnementaux

Après avoir travaillé sur de la discrimination, nous avons décidé dans ce domaine de travailler les sons environnementaux sur un mode d'identification.

« Si un élément donné d'un son est supprimé ou trop déformé alors qu'il est essentiel à une bonne comparaison du son avec une représentation en mémoire à long terme, la capacité d'identification diminuera » (McAdams et Bigand, « penser les sons » p:176)

Nous voulons ainsi travailler cette capacité d'identification avec les personnes implantées, qui ont toutes traversé une période plus ou moins longue de surdité sévère et donc de suppression ou de grande déformation des sons (cf. théorie « sons environnementaux »).

NIVEAU 1 : Le niveau 1 est constitué de l'exercice 1 qui est un exercice d'appariement de sons. Pour chacune des neuf séries, il est à chaque fois proposé un son cible puis une succession de sons (appelée « liste » sur le CD) parmi lesquels le patient doit retrouver le son cible, sans avoir besoin de l'identifier.

Dans les trois premières séries, le patient est invité à reconnaître le son cible parmi une liste de trois sons, puis parmi quatre sons dans les trois suivantes et enfin parmi cinq sons dans les trois dernières.

Afin que la mémoire de travail n'ait pas de rôle à jouer dans ce premier niveau, le patient peut se manifester dès qu'il reconnaît le son cible sans avoir à attendre la fin de l'enregistrement.

NIVEAU 2 : A partir de ce niveau, nous entrons dans les exercices d'identification. Le niveau 2 est constitué d'un exercice divisé en trois séries de cinq sons. Pour chaque série, le patient dispose de la liste des sons en annexe en guise d'aide facilitatrice. À chaque fois qu'il entend un son, il doit l'identifier en s'aidant de la liste (parmi les cinq propositions). Nous avons choisi pour ce premier niveau des sons très fréquents de la vie quotidienne.

NIVEAU 3 : Le niveau 2 est constitué des exercices 3 et 4, à difficulté croissante. L'exercice 3 est similaire au 2 (identification de sons très fréquents parmi une liste de plusieurs sons), mais il n'est constitué cette fois que d'une liste de douze propositions au lieu de cinq pour l'exercice précédent.

Dans l'exercice 4, les sons sont moins fréquents ou plus subtils que dans les deux exercices précédents. Des « pages que l'on tourne » par exemple, est un son sans nul doute aussi fréquent qu'un « démarrage de voiture » mais il nous paraît plus subtil à identifier. Tout comme dans l'exercice 2, la liste de sons est présente, pour chaque exercice, en annexe.

NIVEAU 3 : Le niveau 3 est constitué des exercices 5 et 6. L'exercice 5 est constitué de douze sons peu fréquents ou très subtils à reconnaître pour une personne malentendante. Ainsi, nous avons décidé de mettre à disposition de l'orthophoniste la liste en deux colonnes : Une colonne est constituée de l'intitulé explicite de chaque son et la seconde d'indices contextuels destinés à seulement orienter le patient sans lui donner clairement l'appellation du son. L'orthophoniste peut alors choisir de travailler avec l'une ou l'autre en fonction du niveau du patient. Nous avons volontairement suffisamment espacé les deux colonnes afin qu'il puisse cacher l'une ou l'autre en fonction de celle avec laquelle il désire travailler.

Enfin pour le dernier exercice, le patient ne dispose plus que d'une série « imagée » qui donne des indices au patient sur les seize sons qu'il peut entendre sans en illustrer l'intitulé exact. De plus, la plupart des sons entendus sont cette fois associés à des situations mettant en jeu une interaction entre deux éléments (dés qu'on jette sur une table, pas dans l'eau, journal que l'on déchire...). Le patient est ainsi invité à identifier les sons le plus précisément possible en essayant de restituer la situation cible. Dans cet exercice également, l'orthophoniste a la possibilité de moduler la difficulté : la série imagée, présentée en annexe est constituée de deux

feuilles. Huit sons sont présents sur chacune. Ainsi, en guise d'aide facilitatrice, l'exercice peut être décomposé en deux (deux exercices de huit sons) si le patient est en difficulté pour identifier laquelle des seize images constitue l'indice à utiliser pour décrire la situation entendue.

4.1.3. Reconnaissance et mémoire de travail

4.1.3.1. Mémoire de travail et mémoire des voix

Dans ce domaine, le patient écoute de petites scènes (précédées d'une phase d'imprégnation durant laquelle il « fait connaissance » avec les voix - trois au maximum dans le dernier exercice - et fixe leur identité). Puis il doit ensuite répondre à des questions assez pointues qui supposent qu'il ait retenu les détails du texte en mémoire de travail. Ce domaine relève selon nous du perfectionnement et requiert globalement de bonnes capacités auditivo-verbales. Il risque d'être particulièrement difficile de le proposer aux patients en phase de pré-implantation ou en début de rééducation.

Toutefois, pour les niveaux 2, 3 et 4 en particulier, il est possible de moduler la difficulté en proposant l'aide facilitatrice suivante : pour les patients qui en ressentiraient le besoin, il est possible de faire les exercices en effectuant une phase d'imprégnation visuelle durant laquelle le patient écoute l'enregistrement avec le texte sous les yeux. Cependant, il est important de ne pas dévoiler la consigne de l'exercice (« retenir des informations précises sur le texte ») durant cette phase d'imprégnation car le patient se servirait alors de sa mémoire visuelle pour retenir les détails lors de la lecture.

Après cette phrase d'imprégnation durant laquelle il aura globalement décrypté le texte, on peut alors expliquer la consigne au patient. Cette aide est déconseillée pour le niveau 1 car l'exercice risque de s'en voir trop facilité étant donné le peu d'information que son texte contient (le patient amené à le lire retiendra les quelques informations par mémoire visuelle).

Nous avons voulu écrire des textes adaptés aux adultes, qui pourraient leur rappeler une discussion entretenue avec leur entourage.

NIVEAU 1 : L'enregistrement laisse entendre une femme venue demander à son libraire le dernier journal « Charlie Hebdo » (cette scène fait écho aux actualités de janvier 2015). Le texte est simple et contient assez peu d'informations. La réponse

aux questions l'est aussi, et ne nécessite pas, comme dans les exercices suivants, de manipulation de l'information présente dans le texte : les réponses y figurent telles quelles (la mémoire mise en jeu est en réalité, dans ce premier exercice, essentiellement de la mémoire à court terme afin de faciliter le travail du patient pour commencer). De plus, par la mise en scène d'un binôme mixte, nous voulions que les deux voix soient bien distinctes.

NIVEAU 2 : L'enregistrement laisse entendre deux amies, en discussion à propos du nouvel emploi de l'une d'elle. Le texte est cette fois plus long et plus riche en informations que dans l'exercice précédent (d'où l'utilité de l'imprégnation visuelle si besoin...). Les deux voix sont féminines et donc plus proches au niveau du timbre que dans l'exercice précédent, ce qui complexifie le travail de reconnaissance du changement de voix. Enfin, les réponses aux questions nécessitent cette fois une manipulation de l'information présente dans le texte et donc une utilisation de la mémoire de travail.

NIVEAU 3 : L'enregistrement laisse entendre deux cousins, en discussion à propos du tri des ordures. Les questions sont plus difficiles que dans l'exercice précédent et la mémoire de travail est fortement mobilisée. En effet le patient doit se souvenir d'une part de ce qui est recyclable, non recyclable et polluant (bien que certains seront aidés par leurs connaissances) et d'autre part des couleurs des poubelles (code couleur non conventionnel) puis recouper ces informations pour répondre aux deux dernières questions. De même que pour l'exercice précédent, nous avons choisi un binôme non mixte.

NIVEAU 4 : Pour ce dernier niveau, nous avons mis en scène trois personnages : un guichetier de la poste et deux amies de longue date qui se rencontrent par hasard dans la file d'attente. Le texte est plus long et plus riche en informations que dans les exercices précédents, mais nous avons abaissé le niveau des questions afin de garder un degré de complexité raisonnable : les informations à restituer sont données telles quelles dans le texte.

4.1.3.2. Mémoire de travail et prosodie

Au sein de ce domaine à deux niveaux, le patient devra compter combien le texte contient de phrases d'un certain mode (exclamative, interrogative ou affirmative).

Ce sous-domaine relève là encore plutôt du perfectionnement car le texte ne pourra pas être présenté une première fois visuellement au patient en guise d'aide facilitatrice. En effet, les textes étant très courts, le travail de comptage demandé se ferait très certainement par la modalité visuelle.

NIVEAU 1 : Dans l'exercice 1, le patient devra compter combien l'enregistrement contient de phrases exclamatives sur un court extrait d'une nouvelle de Maupassant. Le texte est très court : ainsi, la consigne pourra être exposée après l'écoute du texte afin d'obliger le patient à se remémorer « auditivement » l'intégralité de l'extrait. S'il est en difficulté, la consigne pourra être donnée avant.

Dans l'exercice 2, le patient devra cette fois compter combien l'enregistrement contient de phrases affirmatives sur un autre extrait de la même nouvelle de Maupassant. Le texte étant sensiblement plus long, la consigne sera exposée avant l'écoute du texte.

NIVEAU 2 : Cette fois, le texte enregistré est un plus long, il s'agit d'une courte lettre. Le patient devra compter combien il contient de phrases interrogatives. Là encore, la consigne sera exposée avant l'écoute du texte.

4.1.3.3. Mémoire de travail et sons environnementaux

Les exercices consisteront ici à identifier et remettre dans l'ordre entendu une série de sons environnementaux. Nous avons choisi des sons fréquents de la vie quotidienne. Le nombre de sons environnementaux entendus augmente au fur et à mesure des exercices. Ainsi, il sera de trois pour l'exercice 1, quatre pour l'exercice 2, cinq pour l'exercice 3, six pour l'exercice 4 et sept pour l'exercice 5.

Le niveau 1 est constitué des exercices 1 et 2, et le niveau 2 est constitué des exercices 3, 4 et 5.

Plusieurs modulations de complexité sont possibles, en fonction des aides facilitatrices apportées. Nous avons ainsi imaginé quatre niveaux de difficulté :

Difficulté * : La liste des sons présente en annexe est présentée visuellement au patient (cette liste présente les sons dans le désordre) avant l'écoute. L'orthophoniste pourra ensuite photocopier cette liste, et découper les différents items afin que le patient puisse les remettre dans l'ordre dans lequel il les a entendus. Les items ont été volontairement très espacés afin que le découpage soit facilité.

Difficulté ** : C'est le même exercice que pour la difficulté * mais cette fois sans montrer la liste des sons avant l'écoute. L'orthophoniste pourra ensuite présenter les étiquettes découpées au patient (après avoir photocopié la liste des sons se trouvant en annexe) puis lui demander de les classer dans l'ordre.

Difficulté ***: L'orthophoniste présente visuellement la liste des sons dans le désordre au patient (voir annexe) préalablement à l'écoute mais il devra ensuite les restituer dans l'ordre sans l'aide des étiquettes réponses comme dans les deux premiers niveaux.

Difficulté **** : Le patient peut effectuer l'exercice sans aucune aide visuelle. Cet exercice est difficile. Le patient devra identifier et mémoriser les sons pour les restituer à l'oral. S'il se trouve en difficulté, l'orthophoniste pourra lui proposer de les restituer dans un premier temps sans se soucier de l'ordre.

4.2. La forme du matériel

Le matériel est constitué de : **un livret destiné aux orthophonistes** qui comporte les exercices, les « réponses » aux exercices, ainsi que les références aux pistes audio et les références aux annexes, constitué de 69 pages (les consignes sont parfois étoffées d'indications supplémentaires pour l'orthophoniste, comme par exemple des explications sur le but de l'exercice ou la présentation des différentes aides facilitatrices pouvant être utilisées en cas de difficulté du patient), **un livret d'annexes** de 36 pages, comportant les documents à destination du patient, **un CD** comportant les pistes audios référencées dans le livret « orthophoniste » classées par domaines puis par niveaux.

Nous avons enregistré les pistes audios grâce au logiciel Audacity, mis à part pour les sons environnementaux et l'exercice 2 de la discrimination des notes de musique.

Nous avons téléchargé les sons environnementaux sur le site « <http://lasonotheque.org/> ». C'est une banque de sons gratuite et libre de droit. Les notes de musique du niveau 2 (comparaison une note/une note) ont été enregistré sur un piano virtuel, grâce au logiciel « Piano Virtuel Midi ». (Pour les niveaux 1 et 3, nous avons enregistré les notes grâce au logiciel Audacity, en les jouant sur un vrai piano). Enfin, afin d'assembler plusieurs sons environnementaux sur une même bande son pour notre exercice dans « mémoire de travail et sons environnementaux » nous avons utilisé une nouvelle fois le logiciel Audacity.

Nous avons voulu créer un matériel sobre dans sa forme, clair et aéré sur lequel il soit agréable de travailler pour un adulte. Nous avons également le souci de réduire au maximum le temps de manipulation de l'orthophoniste en clarifiant bien les références aux annexes et aux pistes audios.

5. Questionnaires

5.1. Intérêt du questionnaire

Afin d'obtenir un retour sur la qualité de notre matériel et de nous permettre de l'améliorer, l'avis des patients et des orthophonistes qui l'ont testé nous a paru indispensable. Nous avons donc conçu un questionnaire à leur attention afin de recueillir leurs commentaires et leurs suggestions.

5.2. Description du questionnaire

5.2.1. Questionnaire aux patients (annexe 15)

Les passations ont été rapides, et nous avons avec la plupart des patients testé un exercice par domaine qui nous semblait concorder avec son niveau (que nous avons pu appréhender lors des pré-tests mais surtout grâce aux indications de l'orthophoniste).

Nous nous doutions ainsi que les patients n'auraient pas nécessairement gardé en mémoire tous les détails des exercices vus. Nous avons donc établi un questionnaire comportant neuf questions simples et générales (jamais sur un exercice en particulier), en utilisant un langage courant. Pour chaque question, le patient était invité à choisir parmi l'une des quatre réponses standardisées (partie QCM) puis un encart était destiné à recevoir ses précisions éventuelles.

Les questions portaient sur l'évaluation de :

- l'appréciation générale du matériel,
- la difficulté des exercices,
- l'utilité des exercices,
- la clarté des consignes,
- la qualité de la progression des exercices,
- la qualité des enregistrements audios,
- la facilité d'accès au vocabulaire employé,
- l'utilité des aides visuelles,
- l'envie de continuer à utiliser ce matériel.

Seule la question 2 « Comment avez-vous trouvé les exercices qui vous ont été proposés ? » était accompagnée de deux « sous-questions » supplémentaires afin d'amener le patient à préciser sa réponse (« Quels exercices en particulier ont été les plus difficiles ? » et « Quels sont ceux qui ont été les plus faciles ? »).

5.2.2. Questionnaire aux orthophonistes (annexe 16)

Nous avons laissé le soin aux orthophonistes de pouvoir examiner notre matériel après notre passage, afin qu'ils puissent éventuellement le tester de façon plus approfondie avec leurs patients.

Le questionnaire est composé de six questions portant sur la forme du matériel sur le même schéma que pour le questionnaire aux patients (partie QCM puis encart libre pour les précisions éventuelles) suivies de treize questions plus spécialisées portant sur le contenu.

La plupart de ces questions spécialisées sont déclinées pour chaque domaine (boucle audio-phonologique, mémoire de travail, séquentialité, prosodie, mémoire des voix, discrimination des notes de musique, sons environnementaux, mémoire de travail et mémoire des voix, mémoire de travail et prosodie, mémoire de travail et sons environnementaux).

Les six questions générales portent sur l'évaluation de la forme :

- la facilité de prise en main du matériel,
- l'accessibilité et la facilité d'utilisation des annexes,
- la pertinence de l'organisation du référencement des enregistrements audios,
- la clarté d'organisation des différents chapitres, domaines et niveaux,
- la clarté du sommaire,
- du caractère agréable du matériel.

Les treize questions spécialisées portent sur (les questions déclinées pour chaque domaine sont suivies d'une étoile *) :

- l'adaptabilité des domaines abordés aux patients sourds, *
- l'adaptabilité des exercices abordés aux patients sourds, *
- la facilité de compréhension des consignes, *
- la progression de la difficulté au sein d'un exercice, *
- la progression au sein d'un même niveau, *
- la qualité des enregistrements audios, *
- l'adaptabilité du vocabulaire pour les patients sourds, *
- l'utilité des aides facilitatrices, *
- l'efficacité générale du matériel,
- les améliorations à apporter selon l'orthophoniste, *
- la volonté ou non de l'orthophoniste de continuer à utiliser ce matériel,
- si oui, la manière dont l'orthophoniste se verrait utiliser ce matériel (partiellement, intégralement, etc.).

6. Conclusion

Nous avons cherché à construire un matériel adapté à l'adulte, complet, permettant d'exercer la mémoire auditive dans sa globalité. Ce matériel devait pouvoir s'adresser, grâce à un large panel d'exercices, à une patientèle diversifiée de personnes implantées cochléaires, en phase de pré-implantation ou encore avancées dans la rééducation. Il devait également, de par une progression adaptée, permettre d'améliorer les performances de chacun.

En tenant compte de cette volonté et des données théoriques dont nous disposons, est né « Mémoire auditive de l'adulte sourd », un matériel qui se propose de travailler la boucle audio-phonologique, la mémoire de travail, la séquentialité, la reconnaissance de la prosodie et des voix, la discrimination des notes de musique, la reconnaissance des sons environnementaux ainsi que l'aptitude à mobiliser la mémoire de travail dans des exercices de reconnaissance de la voix, de la prosodie et des sons environnementaux.

Ce matériel a été testé et évalué par huit patients et cinq orthophonistes dont nous allons maintenant recueillir et discuter les propos afin d'améliorer ce matériel.

Résultats

Nous présenterons les réponses au QCM puis synthétiserons ici les réponses des huit patients et des cinq orthophonistes qui ont accepté de nous aider en répondant à nos questionnaires.

1. Questionnaire aux patients

Nous allons analyser les réponses aux questions les unes après les autres afin d'aborder correctement chaque thématique.

Le recul pris après la lecture des questionnaires nous amènera à critiquer la pertinence de certaines questions.

- Appréciation générale du matériel

Six patients sur huit se sont déclarés satisfaits par ce matériel.

Aucun patient n'a apporté de précisions.

- La difficulté des exercices

Trois patients ont trouvé les exercices difficiles, quatre les ont trouvés moyennement simples, et un patient les a trouvés simples.

Concernant les exercices jugés difficiles, on retrouve la reconnaissance des voix pour un patient, ainsi que les exercices de flexibilité dont le vocabulaire était jugé compliqué pour un second.

La plupart des patients n'ont pas précisé leur réponse au QCM.

- Utilité des exercices

La moitié des patients ont trouvé les exercices très utiles, trois les ont trouvés assez utiles et un patient les a trouvés moyennement utiles.

Un patient a précisé que les exercices étaient de manière générale très utiles pour travailler la mémoire, qui, « tout comme dans l'apprentissage d'une nouvelle langue », constituait pour lui un point clé à travailler chez la personne implantée cochléaire. Un second a précisé qu'il trouvait le matériel utile pour exercer « sa concentration, ses capacités en lecture labiale, ainsi que la mémoire ».

Un troisième patient a précisé qu'il avait aimé pouvoir utiliser la lecture labiale, car cela permettait de « se concentrer sur la mémoire auditive sans avoir trop de mal à déchiffrer ». Il précise « parfois je lisais en lecture labiale mais quand j'essayais de me rappeler ensuite, c'était la forme auditive que je repassais dans ma tête. »

- Clarté des consignes

Cinq patients ont trouvé les consignes assez claires, quand deux les ont trouvées très claires, et un patient les a trouvées moyennement claires.

Aucun patient n'a apporté de précisions supplémentaires.

Qualité de la progression des exercices

Six patients ont déclaré avoir trouvé la difficulté assez progressive, un patient l'a trouvée moyennement progressive, et un patient l'a trouvée très progressive. Aucun patient n'a apporté de précisions supplémentaires.

Qualité des enregistrements audios

Six patients se sont déclarés satisfaits, un patient très satisfait, et un patient peu satisfait. Le patient qui s'est déclaré très satisfait précise qu'il est implanté de façon bilatérale et donc peu représentatif de l'ensemble de la population implantée cochléaire. Le patient peu satisfait n'a pas précisé la raison.

Accessibilité du vocabulaire employé

Six patients ont déclaré le vocabulaire très adapté quand deux patients l'ont trouvé adapté. Il est vrai qu'il ne nous est pas arrivé lors de nos présentations d'être interrogées sur la signification d'un mot, les patients semblaient comprendre assez aisément.

Utilité des aides visuelles

Nous avons regretté la formulation de cette question, car nous ne l'avons pas expliquée assez clairement aux patients. Nous pensons qu'ils n'ont pas compris qu'il s'agissait de l'utilité d'avoir le texte écrit en annexe. Pour preuve, la moitié d'entre eux n'ont pas répondu (trois les ont jugées utiles et un dernier peu utiles).

Volonté de continuer à travailler avec ce matériel

A cette question, sept patients ont répondu oui, et un patient a répondu qu'il n'en voyait pas l'utilité. En conclusion, ces appréciations semblent concorder avec ce que nous avons pu remarquer lors de la présentation du matériel. Les patients se sont montrés intéressés et volontaires pour effectuer les exercices, et la plupart nous ont fait un retour positif en fin de séance.

2. Questionnaire aux orthophonistes

Le questionnaire que nous avons proposé aux professionnels est bien plus fourni que celui présenté aux patients. Ainsi, nous avons décidé de synthétiser les réponses que nous y avons recueillies en deux parties : Dans la première partie, celles répondant aux questions sur la forme du matériel, puis dans la deuxième celles ciblées sur le contenu de notre travail.

Les réponses aux QCM seront inscrites entre parenthèses et en italique afin d'illustrer notre description qualitative pour les questions générales, puis seront illustrées sous forme de diagrammes (si nécessaire, cf. annexe 17) lors des questions sur le contenu des différents domaines.

2.1 La forme du matériel

De manière générale, le matériel a été facile à utiliser pour les orthophonistes. (« *Oui, très* »:3, *Oui assez*:2) L'un d'entre eux précise toutefois que le matériel étant très dense, il demande un temps d'adaptation et de prise en main.

L'accessibilité ainsi que le référencement aux annexes ont été globalement appréciés mais un orthophoniste a émis une réserve en nous précisant qu'il n'y avait pas de référence de page pour « mémoire de travail et sons environnementaux » ce que nous avons corrigé. (« *Oui très clair* » : 3, « *oui assez clair* »:1, « *moyennement clair* »:1)

L'organisation du référencement des enregistrements audios a été déclaré par tous satisfaisant. (« *Très satisfaisant* » : 1, « *satisfaisant* »:4)

Concernant la distinction entre les différents chapitres, domaines et niveaux, il nous a été précisé qu'il était important que nous nommions chaque sous-partie et que nous intitulations chaque niveau car il pouvait être difficile de s'y repérer sans cela. (« *moyennement clair* »:1, « *oui, assez clair* » :3, « *oui, très clair*»:1)

Le sommaire a été très apprécié par tous. (« *Très satisfaisant* » :5)

Enfin, de manière générale, les orthophonistes ont trouvé ce matériel assez agréable à utiliser.(« *Oui, assez* » : 4, « *Oui, très* »:1)

2.2 Le contenu du matériel

- adaptabilité du matériel aux patients sourds

Le matériel et notamment le choix des domaines ont été jugés, de manière générale, adaptés aux patients sourds (voir diagramme 1 en annexe 17).

Il est toutefois à noter que le domaine « Mémoire de travail et prosodie » a été jugé inadapté aux patients sourds pour un des orthophonistes.

- adaptabilité des exercices aux patients sourds.

Concernant plus précisément les exercices proposés au sein de ces domaines, ils ont également de manière générale été jugés adaptés aux patients sourds (voir diagramme 2 en annexe 17).

Dans les précisions qualitatives, les orthophonistes pointent que :

- Le niveau 1 du domaine de la boucle audio-phonologique est inutile car souvent travaillé en rééducation (Notre matériel n'amène pas par là de réelle nouveauté)
L'exercice du domaine « mémoire de travail » fait trop appel à la culture générale ce qui met les gens mal à l'aise.

- Concernant le domaine de la mémoire des voix : Un orthophoniste a précisé son intérêt écologique pour, par exemple, différencier les voix « sans visage » dans les émissions radio par exemple, ou les voix des personnages qu'on ne voit pas au cinéma ou à la télévision. La seconde a précisé qu'elle avait beaucoup aimé le caractère novateur de cet exercice. Cependant, une orthophoniste a pointé le fait que nous aurions pu utiliser les mêmes phrases (dites par chacune des voix, comme nous l'avons fait dans le domaine de la prosodie) au lieu d'en changer alternativement, ce qui aurait été plus efficace pour aider l'oreille à discriminer les voix.

- Clarté des consignes

Malgré quelques erreurs orthographiques ainsi que des erreurs dans les exemples donnés en consigne (que nous avons donc modifiés), la clarté des consignes a été appréciée par les cinq orthophonistes, pour chaque domaine. (voir diagramme 3 en annexe 17)

- Progression entre les exercices et au sein même des niveaux

La progression a également été appréciée, que ce soit la progression des exercices, comme la progression au sein même des niveaux (cf. diagramme 4 et 5, annexe 17).

- La qualité des enregistrements audios

Elle a été jugée globalement satisfaisante (cf. diagramme 6, annexe 17). Seuls trois orthophonistes ont testé les domaines « mémoire de travail & mémoire des voix » et « mémoire de travail & sons environnementaux ». Le domaine « mémoire de travail+prosodie » n'a pas été testé car, bien qu'il figure dans le matériel final, les enregistrements n'étaient pas encore complets au moment des passations.

Cependant, il a été noté que dans la **prosodie émotionnelle**, les écarts temporels entre les différents items ne sont parfois pas assez marqués. Dans la **discrimination des notes de musique**, il existe des différences d'intensité entre les notes proposées dans les niveaux 2 et 3. **Les bruits environnementaux** sont de qualité et d'intensité variables ce qui nécessite de jouer fréquemment avec le volume sonore. Une orthophoniste a précisé que les enregistrements « parlés » étaient nets et bien articulés.

Accessibilité du vocabulaire employé

Les orthophonistes ont jugé adapté le vocabulaire employé dans les domaines de la boucle audio-phonologique, de la mémoire de travail ainsi que de la séquentialité. (voir diagramme 7 en annexe 17) bien que le vocabulaire puisse être encore simplifié dans les niveaux 1, tous domaines confondus.

Le caractère écologique des verbes conjugués a été particulièrement apprécié par deux professionnels. L'un d'eux précise que certains patients sont déroutés par cet emploi de verbes conjugués dans les listes de mots mais il y voit une très bonne idée. En effet, écrit-il « les verbes conjugués font parti du flux parolier et leur présence casse le côté formaté de certaines séries de mots ».

Aides facilitatrices

Seule une orthophoniste a répondu à la partie QCM de la question sur les aides facilitatrices, elle s'en est dite très satisfaite pour tous les domaines. Ses confrères ont généralement répondu qualitativement à la question car ces aides ne sont pas présentes dans tous les exercices et tous n'avaient pas eu le temps de l'exploiter.

Des précisions, il est ressorti qu'elles étaient bien pensées mais pas toujours présentes, notamment pour les premiers niveaux où elles auraient pu être systématiques et plus nombreuses pour ensuite être estompées dans les niveaux suivants.

Efficacité du matériel

Elle a été difficile à juger par la plupart des orthophonistes par manque de recul même si les exercices, disent-ils, paraissent adaptés. L'une d'entre eux a fait remarquer qu'il serait intéressant d'en juger après avoir utilisé le matériel de manière prolongée avec ses patients. A la question invitant les professionnels à nous suggérer des modifications à apporter, voici ce que nous avons recueilli de nouveau par rapport aux remarques déjà faites précédemment :

- Simplifier les niveaux les plus compliqués qui sont souvent très difficiles.
- Possibilité d'inclure des voix d'enfants en mémoire des voix.
- Possibilité de créer une version pour enfant.

Enfin, les cinq orthophonistes ont déclaré vouloir continuer à utiliser ce matériel en rééducation.

La plupart ont précisé qu'ils l'utiliseraient de manière partielle, en choisissant les exercices en fonction du profil de chaque patient. Son éclectisme et sa densité ont été appréciés.

Discussion

1. Critique méthodologique

Les sources théoriques :

Lors de la rédaction de la partie théorique, nous nous sommes rendu compte du nombre réduit d'études traitant de la mémoire auditive chez l'adulte devenu sourd alors que ce type d'études était nettement plus fréquent chez l'enfant. Il a donc fallu nous appuyer sur un nombre restreint de sources théoriques.

Concernant la mémoire de travail, nous avons décidé de nous appuyer sur le modèle théorique de Baddeley. Cependant, d'autres modèles plus récents ont depuis été créés mais ces différents modèles n'isolaient pas chaque composante de la mémoire de travail comme le fait celui de Baddeley. Il a donc été plus facile d'élaborer des pistes rééducatives à partir de ce modèle. Par conséquent, il faut garder à l'esprit que d'autres modèles supposent qu'il n'y a pas de distinction réelle entre les modalités d'entrée des données (verbales ou visuelles) ni même entre la mémoire à long terme et à court terme comme le modèle de Cowan (Cowan, 1988).

Pour les fonctions de l'administrateur central, nous nous sommes appuyées sur les travaux de Miyake (Miyake et al., 2000). Selon ces derniers les trois fonctions exécutives principales que sont la flexibilité mentale, la mise à jour et l'inhibition sont également les trois fonctions principales de l'administrateur central. Toutes trois ont une autonomie fonctionnelle. Toutefois, les résultats de l'étude de Miyake peuvent être remis en cause (Aubin G., Coyette F., 2007). On pourrait envisager un fonctionnement interactif des fonctions exécutives. Là encore les pistes rééducatives étaient plus faciles à établir à partir de la théorie de Miyake.

Les critères d'inclusion de la population testée :

Nous aurions voulu ajouter un critère d'inclusion supplémentaire pour les patients auxquels nous avons fait passer les pré-tests. En effet, dans la théorie nous avons vu que la mémoire auditive se dégradait très rapidement à cause de la privation auditive par le manque de renforcement de la mémoire auditive non-verbale à long terme et de la mémoire phonologique. Il devait donc y avoir un certain temps de privation auditive entre l'apparition de la surdité sévère et l'utilisation d'une aide auditive chez nos patients testés. Cependant, aucune donnée théorique ne permettait d'établir un temps précis pour cette période de privation auditive.

De plus, dans notre questionnaire d'anamnèse nous avons tout de même demandé aux patients quand leur surdité s'est dégradée en surdité sévère. À chaque fois, il fut malaisé pour nos patients de répondre à cette question. Cela s'explique par

le fait qu'il est très difficile pour eux d'auto-évaluer un degré de surdité sévère. Il y a également le fait que la plupart des patients ont une surdité très ancienne et que généralement ils ne s'en souviennent tout simplement plus. Toutefois la grande majorité de nos patients ont attendu assez longtemps avant d'avoir recours à une aide auditive. On peut donc supposer même sans datation exacte qu'il y a eu un temps de privation auditive important. La question ne se posait pas pour les critères d'inclusion des patients auxquels notre matériel est destiné. En effet, dans l'idéal la prise en charge orthophonique doit se faire le plus précocement possible.

Les pré-tests :

Plusieurs critiques peuvent être formulées concernant le choix de nos pré-tests et l'élaboration des épreuves testant la mémoire non-verbale à long terme.

Tout d'abord, l'emploi de l'épreuve de **Répétition de Mots et de Non-Mots Unisyllabiques** peut être un choix discutable pour les personnes sourdes puisque cette épreuve demande une attention auditive soutenue sur une longue durée. Elle était donc très fatigante pour la grande majorité des patients. Une épreuve ayant un critère d'arrêt aurait pu être un choix plus adapté.

Pour cette épreuve, la question s'est posée de savoir ce qu'elle évaluait réellement. En effet, évaluait-elle les capacités d'identification auditive (autrement dit l'encodage) ou le stock phonologique (le stockage) ? Car pour notre étude ce sont les capacités de stockage qui nous intéressent puisque ce sont celles que nous avons décidé d'entraîner grâce à notre matériel en nous basant sur nos données théoriques. Il s'avère que cette épreuve évalue les deux puisque pour stocker correctement les informations, elles doivent d'abord être convenablement encodées. Cependant, à la lumière des résultats, nous avons pu voir que chez les patients ayant une bonne discrimination (donc un bon encodage, ce qui est le cas pour la plupart de nos patients) la répétition d'une série de un à trois mots était aisée. Néanmoins, lorsque l'on passait à un empan de quatre mots (qui est l'empan moyen selon l'étalonnage de l'épreuve) la répétition était difficile voire impossible. On peut donc en conclure que c'est effectivement le stock phonologique qui était déficitaire.

L'épreuve de **Reconstruction de l'Ordre Sériel** est l'épreuve que nous avons choisie pour évaluer la mémoire de l'ordre. Toutefois, cette épreuve a l'inconvénient de commencer par un empan de six items. Une épreuve commençant par un empan plus faible aurait sûrement donné plus d'assurance au patient. De plus, l'épreuve ayant deux cotations (l'une pour le nombre de séquences totalement restituées et

l'autre pour le nombre de chiffres correctement replacés pour toutes les séquences), il n'y a pas de critère d'arrêt. Donc même si le patient échoue à restituer toutes les listes d'une même longueur il doit passer aux listes suivantes qui sont encore plus longues, ce qui est très décourageant. Cependant, cette épreuve ne fait pas appel aux capacités de discrimination auditive (les éléments à restituer étant en liste très fermée) ce qui est avantageux pour les personnes sourdes.

L'épreuve de **Reconnaissance des extraits musicaux** que nous avons élaborée présente quelques défauts. Le choix du piano comme instrument de musique a été déploré par plusieurs patients qui trouvaient que cet instrument était trop riche en informations auditives. De plus, sur les cinq extraits choisis, un seul était joué note par note et c'est celui qui fut le plus facilement reconnu. Il aurait donc fallu que nous prenions des extraits musicaux tous joués de la même manière. Un autre problème s'est posé : celui du choix des chansons. Nous avons essayé de prendre les chansons les plus connues des générations de nos patients mais il s'est avéré qu'un de nos patients ne connaissait pas une des chansons choisies : La Bohème de Charles Aznavour. Tous les autres extraits étaient connus de tous bien que souvent ils n'aient pas été reconnus. Néanmoins cette épreuve reste qualitative puisque aucun étalonnage des résultats n'a eu lieu. Nous pouvons juste dire que toute personne entendante ayant entendu ces extraits les a reconnu rapidement. Une fois encore cela reste très subjectif.

Pour l'épreuve de **Reconnaissance des sons environnementaux**, nous avons essayé d'avoir une répartition des sons en terme de fréquence et de caractère continu et discontinu la plus égale possible. Nous avons déterminé la fréquence des sons à l'oreille. L'emploi d'un fréquencesmètre aurait pu être plus précis. Cependant, nous n'avons pas pu nous en procurer. De plus, le logiciel OrthoSono ne garantissait pas une intensité égale pour tous les sons utilisés. Il a donc fallu régler constamment le son pour qu'il reste dans la zone de confort auditif des patients tout au long de la passation de l'épreuve. Les résultats à ce test sont subjectifs puisque aucun étalonnage n'a été réalisé.

L'épreuve de **Reconnaissance de la prosodie émotionnelle** a plusieurs inconvénients. Le premier est le caractère subjectif des émotions véhiculées dans les phrases. En effet, une émotion peut se manifester par différentes intonations selon la personne qui l'exprime. Après les premières passations, nous nous sommes rendu compte qu'il aurait été judicieux de lire aux patients les deux phrases utilisées avant

de leur faire écouter l'enregistrement. Ainsi, ils n'auraient pas essayé de comprendre le sens des phrases (ce qu'ils faisaient systématiquement alors que les phrases choisies étaient sémantiquement neutres et donc n'aidaient pas à reconnaître l'émotion portée) et auraient pu se concentrer uniquement sur l'aspect prosodique. Enfin, cette épreuve n'a pas bénéficié d'étalonnage les résultats sont donc subjectifs.

Les questionnaires :

Nous avons choisi d'élaborer dans un premier temps des questionnaires courts pour le patient et l'orthophoniste. Malheureusement, s'ils convenaient pour les patients, ils manquaient de précisions pour les orthophonistes. Nous ne donnions pas la possibilité de répondre domaine par domaine pour les questions concernant le fond du questionnaire et les questions sur la forme étaient insuffisantes (pas de question sur la prise main, l'organisation des chapitres, des annexes, du sommaire, etc.). Nous avons donc remanié le questionnaire dédié aux orthophonistes en incluant ces différentes questions. Malheureusement le nombre de domaines étant assez conséquent (dix au total), cela a rallongé considérablement la taille du questionnaire mais ce fut indispensable pour une analyse détaillée.

A noter que bien que les orthophonistes ne nous l'aient pas fait remarquer, nous avons réalisé après l'envoi des questionnaires que la question sur la progression des exercices n'était pas très claire, et que nous aurions dû plutôt parler de progression « entre les différents niveaux » pour la comparer ensuite à la question de la progression au sein même des niveaux.

Nous avons choisi de garder le questionnaire des patients tel quel puisqu'ils devaient le remplir en se basant sur les souvenirs qu'ils gardaient de leur passation. (A contrario, les orthophonistes conservaient une copie du matériel et pouvaient continuer à l'employer avec d'autres patients). Ainsi, il fallait que le questionnaire reste court pour qu'il soit rapide à remplir. De plus, nous avons la crainte qu'un trop long questionnaire ne décourage les patients et que cela empêche les retours. Enfin, les patients n'ont pas pris eux-mêmes le matériel en main, ils n'ont donc pas pu se rendre compte de l'organisation de la forme du matériel. De même, lorsque nous leur proposons des exercices, les domaines dans lesquels se situaient ces derniers n'étaient pas précisés, il aurait donc été inutile d'apporter la possibilité de répondre domaine par domaine. Cependant, nous avons constaté que très peu de patients ont émis des précisions supplémentaires par rapport au QCM.

Avec le recul, il est vrai que certaines questions étaient difficiles à appréhender tel que l'appréciation de la progression (puisque nous n'avons travaillé pour chaque patient que deux exercices au maximum par domaines) ou celle des aides visuelles (nous aurions dû préciser aux patients qu'il s'agissait des textes présents en annexe).

2. Critique du matériel

2.1. Les modifications apportées suite aux passations

Les passations nous ont permis dans un premier temps de corriger les erreurs qui s'étaient glissées à notre insu dans notre matériel (fautes d'orthographe, fautes de frappe, mauvaise ajustement de la mise en page, etc.). Nous avons pu aussi grâce aux passations réajuster certains de nos exercices qui étaient parfois difficiles. Nous allons donc exposer les différentes modifications opérées.

Les consignes : Nous nous sommes rendu compte que certaines de nos consignes étaient trop difficiles à appréhender ou trop longues surtout pour une patientèle composée de personnes sourdes. Nous avons raccourci les consignes et nous y avons joint des exemples pour davantage de clarté.

Le référencement aux annexes : En prenant en main notre propre matériel, nous avons réalisé qu'il serait difficile pour les orthophonistes de se repérer dans les annexes. Le niveau et le numéro de l'exercice correspondant à l'annexe étaient déjà indiqués sur l'annexe. Néanmoins, nous avons ajouté un sommaire et de numéroter les pages des annexes pour pouvoir l'indiquer à côté de l'exercice correspondant.

Les enregistrements sonores : Chaque enregistrement était déjà nommé par une lettre et un chiffre. Suite aux passations, nous avons classé chaque son par domaine et par exercice pour les retrouver plus rapidement. De plus, nous avons veillé à ce que l'appellation du son (pour le domaine sons environnementaux) soit la même dans le protocole et dans le CD audio pour éviter une longue recherche.

La syllabation : Il y a plusieurs exercices où la conscience syllabique est sollicitée (dans le niveau 1 du domaine flexibilité mentale et dans les niveaux 1 et 2 du domaine inhibition). Cependant, nous avons pu remarquer que le découpage syllabique était difficile avec certains patients. Pour la flexibilité mentale, nous avons changé tous les mots ayant des syllabes du type consonne-voyelle-consonne par

pour des mots composés de syllabes du type consonne-voyelle afin que les syllabes orales et écrites soient les mêmes.

Nous n'avons pas fait ce changement pour l'inhibition. Pour le niveau 1, les changements auraient été trop importants puisqu'il aurait fallu réécrire toutes les phrases pour les axer autour de mots ayant des syllabes du type consonne-voyelle. Nous avons donc ajouté une note pour l'orthophoniste qui stipule de bien préciser au patient que les syllabes à rechercher sont des syllabes orales et non des syllabes écrites. Pour l'exercice 2, si la syllabe du mot cible est de type consonne-voyelle-consonne, nous avons veillé à ce que celle du mot de la liste qui la contient soit identique (par exemple : pour le mot-cible « formule », le mot à trouver dans la liste est « multicolore »).

Le chunking : À partir de nos observations cliniques et de nos données théoriques, nous avons trouvé judicieux de créer un domaine supplémentaire concernant l'entraînement au chunking. Exercer ce domaine pourra aider les patients à élargir leur stock phonologique.

Création d'un nouvel exercice dans le domaine des sons environnementaux :

Après nous être rendues compte que tous nos exercices avait pour but (avec aide facilitatrice ou non) d'identifier des sons, nous avons décidé de créer un tout premier niveau d'appariement de sons sans nécessité de les reconnaître, afin d'élargir l'accessibilité du domaine.

Le domaine de la prosodie émotionnelle : Nous avons beaucoup réfléchi à l'insertion du domaine prosodie émotionnelle dans notre matériel final. En effet, comme nous l'avions déjà évoqué lors de notre critique des pré-tests, la manière d'exprimer ses émotions est assez variable en fonction des personnes car elle se greffe sur les différentes personnalités de chacun.

Ainsi, nous nous sommes longtemps posé la question de la pertinence de cet exercice au sein duquel nous allions devoir présenter des émotions très standardisées et collant finalement assez peu à la réalité (donc peu écologiques).

Cependant nous en sommes arrivées au terme de nos réflexions et des passations à l'idée suivante : nous pensons que par le seul fait qu'il contraint le patient à s'intéresser de près à un trait prosodique (qu'il colle à la réalité ou non) cet exercice trouvait sa place ici. Le travail de reconnaissance des émotions ne constitue en ce sens qu'un « prétexte » pour exercer la mémoire auditive du patient.

2.2. Les modifications apportées suite aux questionnaires

La fréquence du lexique : Les mots employés dans la partie « Entraînement de la mémoire à court terme » avaient une trop faible fréquence. Nous avons donc changé les mots pour des mots plus fréquents pour les niveaux 2 et 3 du stock phonologique et pour les verbes du niveau 2 de la flexibilité mentale (pour ces deux derniers niveaux le critère d'accroissement de la difficulté est la fréquence mais les mots et les verbes choisis comme peu fréquents n'étaient pas assez connus et donc peu identifiables surtout pour les patients sourds).

L'organisation des chapitres et niveaux : Un des orthophonistes nous a conseillé de renommer les niveaux et les domaines dans un souci de lisibilité.

La difficulté des niveaux : Le niveau 3 de la flexibilité mentale faisait intervenir des notions de culture générale plutôt pointues. Nous avons par conséquent décidé de scinder ce niveau en deux et de créer des nouveaux items plus simples pour un premier exercice et de conserver les items de culture générale pour un deuxième exercice (l'orthophoniste est prévenu au préalable que cet exercice nécessite une bonne culture générale). Pour le domaine « Inhibition », les niveaux 1 et 2 ont été coupés en deux exercices pour échelonner davantage la difficulté (dans les exercices 1, il faut donner un nombre d'items, dans l'exercice 2, il faut les nommer). Les textes du niveau 3 ont été réécrits car le nombre de mots d'une catégorie sémantique à trouver dans un texte était trop élevé (neuf à douze). Il a donc été réduit (quatre à sept mots à trouver dorénavant). Enfin, au niveau de la mémoire à court terme, les items des niveaux 3 sont en général très difficiles, il nous a donc été suggéré de les retirer. On les a donc supprimés pour créer davantage de matière pour les niveaux inférieurs.

Les enregistrements sonores : Suite à une remarque d'un questionnaire, nous avons enregistré davantage de binôme pour le domaine « Mémoire des voix ». Il était relevé que pour ce type d'exercice, un nombre plus élevé de voix à reconnaître pourrait être intéressant.

Une orthophoniste nous avait également fait remarquer que nous aurions pu utiliser les mêmes phrases dites successivement par chaque moitié du binôme au lieu d'en changer alternativement pour travailler la discrimination.

Nous avons donc enregistré une version sous cette forme, pour le 4^{ème} binôme du niveau 3 (binôme féminin). Par manque de temps et de disponibilité des binômes, nous n'avons pas pu généraliser cette version pour tous les niveaux.

3. Intérêt et limites de notre étude

3.1. Modifications à apporter

Les orthophonistes par le biais des questionnaires recueillis nous ont suggéré certaines modifications que nous n'avons pas apportées par manque de temps mais qui auraient pu enrichir notre matériel :

Créer davantage d'aides facilitatrices pour les différents domaines. En effet, il a été difficile d'imaginer des aides facilitatrices surtout pour la partie « Entraînement de la mémoire à court terme » puisqu'il est difficile d'apporter une aide visuelle tout en continuant à travailler la mémoire auditive. Il serait possible de proposer les listes de mots présentées de façon plus espacée en annexe pour que le patient puisse les lire une fois avant que la consigne ne lui soit donnée. Il faudra alors utiliser des empan élevés pour que le recours à la mémoire visuelle ne soit pas trop facilitatrice.

L'intensité variable des sons pour le domaine « Reconnaissance des sons environnementaux » a été déplorée car il fallait adapter sans cesse le volume sonore. L'utilisation d'une autre banque de données avec un contrôle de l'intensité des sons auraient pu être plus appropriée. Le problème est identique pour le domaine « discrimination des notes de musique » : Nous avons essayé d'y pallier dans le niveau 2 en utilisant un piano virtuel qui nous permettait d'avoir des sons d'égale intensité mais nous avons rencontré des soucis techniques qui nous ont empêché de l'utiliser pour les niveaux 1 et 3 (comparaisons de plusieurs notes). Il serait donc intéressant de retravailler la qualité des sons de ces deux domaines en se penchant sur les questions informatiques qui en ont entravé la qualité.

Dans le domaine « Mémoire des voix », les enregistrements pourraient être complétés en multipliant les binômes d'âges différents (de l'enfant à la personne âgée).

Il aurait été intéressant de créer une **fiche de suivi** du patient qu'il aurait fallu remplir après chaque utilisation du matériel. Elle serait destinée à apprécier l'évolution de ses capacités domaine par domaine en notant par exemple quels exercices ont été réussis et quels sont ceux qui sont encore à travailler.

Nous avons pensé qu'il serait difficile pour les patients de faire l'effort de discrimination en plus de celui de rétention, et qu'il était en ce sens plus judicieux d'autoriser **la lecture labiale afin de privilégier le travail de la mémoire**. Cependant, il est vrai que l'influence de la mémoire visuelle peut alors se poser et

certain orthophonistes avec qui nous avons collaboré se sont interrogé sur la pertinence de ce choix. Ainsi, nous pourrions simplifier le vocabulaire de certains exercices afin de permettre aux patients qui le peuvent de s'entraîner également sans lecture labiale.

3.2. Élargissements possibles

Il est possible d'utiliser ce matériel avec des patients adultes devenus sourds portant des **prothèses auditives** mais qui ne seraient pas engagés dans une procédure d'implantation. Nous avons vu dans la partie théorique le lien étroit entre les capacités de mémorisation et celles de perception (Rey, 2014). Par conséquent, entraîner la mémoire aiderait au développement des capacités de perception.

Il serait envisageable de créer une **version adaptée aux enfants** ayant une surdité post-linguale. Les domaines à travailler resteraient les mêmes mais la forme des exercices serait totalement remaniée pour être plus ludique. De plus, il faudrait adapter le lexique, les consignes et aides facilitatrices.

3.3. Intérêt du matériel

Pour les orthophonistes avec qui nous avons travaillé, « Mémoire auditive de l'adulte sourd » est un support intéressant et complet, dont la densité permet de choisir et de varier les exercices en fonction du profil de chaque patient. Le choix des domaines et des exercices, tout comme leur progression, semblent adaptés aux patients sourds. Tout semble mis en œuvre pour pouvoir valider notre hypothèse, c'est à dire que notre matériel est, sous réserves de quelques modifications, prêt à être utilisé avec des patients et à participer au renforcement de leur mémoire auditive. Cependant, le manque de recul nous empêche de valider cette hypothèse avec certitude, et il serait intéressant de mener une nouvelle expérimentation. Cette expérimentation permettrait, après une utilisation prolongée de ce matériel sur un nombre de patients plus importants (étude longitudinale), de valider ou d'infirmer notre hypothèse de manière scientifique grâce à l'outil statistique.

Une seconde hypothèse « d'extension » pourrait être également particulièrement intéressante à étudier : D'un point de vue plus général, l'utilisation de notre matériel a-t-il un impact sensiblement bénéfique sur les performances langagières de la personne sourde, et plus particulièrement en compréhension ? Il serait là encore très intéressant de pouvoir valider ou infirmer cette hypothèse grâce à l'outil statistique.

Conclusion

Nos recherches théoriques nous ont permis de mesurer l'importance d'une rééducation globale et approfondie de la mémoire auditive de l'adulte sourd. Cette rééducation pourra en effet, selon la théorie, pallier le manque de renforcement de la mémoire auditive, présent chez la personne sourde, et ainsi améliorer la qualité de l'adaptation à l'implant.

Nous avons donc décidé de créer un matériel spécifique qui travaille les principaux domaines de la mémoire auditive, en adaptant sa progression et les aides proposées de sorte qu'il puisse convenir à un public de personnes implantées (ou en phase de pré-implantation) le plus large possible.

D'après les professionnels et les patients qui ont accepté de nous donner un retour sur le matériel, cet objectif semble atteint.

Le matériel créé est agréable à utiliser, adapté à la personne sourde et permet aux orthophonistes de venir choisir les exercices qu'ils jugent adaptés à leur patient parmi un échantillon nouveau et varié.

Il serait cependant intéressant de pouvoir confirmer ou infirmer la validité scientifique de ce matériel, en menant une étude statistique après son utilisation prolongée avec un plus grand nombre de patients. On pourrait alors, à l'aide d'un pré-test et d'un post-test évaluer la progression des performances en mémoire auditive, mais également plus largement la progression de la qualité de l'adaptation à l'implant, c'est à dire des performances langagières (en compréhension notamment).

Ce projet a été pour nous enrichissant et très formateur. Il nous a donné envie de poursuivre la création lors de notre pratique future, mais également de travailler dans le domaine de la surdité.

Bibliographie

Adams S, Bigand E (1994). *Penser les sons : psychologie cognitive de l'audition*.
Paris : PUF.

- Andersson U, Lyxell B, Ronnberg J, Spens K E (2001). Cognitive correlates of visual speech understanding in hearing-impaired individuals. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 6 : 103-116
- Atkinson R C, Shiffrin R M (1968). Human memory : a proposed system and its control processes. *Psychology of learning and motivation*, 2 :89-195
- Aubin G, Coyette F, Pradat-Diehl P, Vallat-Azouvi C (2007). *Neuropsychologie de la mémoire de travail*. Marseille, Solal
- Baddeley A D (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18 : 362-365
- Baddeley A D, Thompson N, Buchanan M (1975). Word Length and the Structure of Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 1 : 575-589
- Baddeley A D (1986). *Working memory*, Oxford, Oxford University Press
- Baddeley A (2000). The episodic buffer : a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 11 : 417-423
- Balch W R, Lewis B S (1996). Music-dependent memory: The roles of tempo change and mood mediation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22 :1354-1363
- Boas F (1911). Introduction to Handbook of American Indian languages. *Bureau of American Ethnology Bulletin*, 1 : 5-83
- Bruner J S, Goodman C C (1947). Value and Need as Organizing Factors in Perception. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 42 : 33-44
- Bruner J S (1957). On perceptual readiness. *Psychological Review*, 64 : 123-152
- Bruner J S (1992). Another look at new look 1. *American Psychologist*, 47 : 780-783
- Burgess N, Hitch G J (1999). Memory for serial order : a network model of the phonological loop and its timing. *Psychological Review*, 106 : 551-581
- Burnett R C, Medin D L (2005). Ideal is typical. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 1 : 3-10
- Caramazza A (2000). *The organization of conceptual knowledge in the brain*. The Cognitive Neurosciences 2nd edition by M.S. Gazzaniga, Cambridge, Mit Press
- Conrad R, Hull A (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55 : 429-432
- Cordier F, Gaonac'h D (2004). *Apprentissage et mémoire*. São Paulo, Loyola

- Cowan N (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104 : 163-191
- Di Cristo A (2004). La prosodie au carrefour de la phonétique, de la phonologie et de l'articulation formes fonctions. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, 23 : 67-211.
- Dogil G, Mobius B (2001). Towards a mode of target oriented production of prosody: *Eurospeech-2001*, 665-668
- Dortier J F (2007). La perception une lecture de monde. *Les grands dossiers sciences humaines*, 7
- Dumont A (1996). *Implant cochléaire, surdité et langage*. Louvain-la-Neuve, De Boeck Université
- Dumont A (2008). *Orthophonie et surdité*. Issy Les Moulineaux, Masson
- Eichenbaum H, Cohen, J (2001). *From conditioning to conscious recollection: memory systems of the brain*. New York, Oxford University Press.
- Eustache F, Chevalier B, Viader F (1996). *La mémoire : neuropsychologie clinique et modèles cognitifs*. Louvain-la-Neuve, De Boeck Université.
- Fodor J (1975). *The language of thought*. Cambridge, Harvard university press
- Fodor (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press
- Franklin M S, Moore K S, Yip C Y, Jonides J, Rattray K, Moher J (2008). The effects of musical training on verbal memory. *Psychology of Music*, 36 : 353-66
- Garric J (1974). *Lecture labiale et conservation de la parole*. Les-Essarts-le-Roi, Editions du Fox
- Gathercole S E, Frankish C R, Pickering S J, Peaker S (1999). Phonotactic influences on short-term memory. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 25 : 84-95
- Gathercole S E, Pickering S J, Hall M, Peaker S M (2001). Dissociable lexical and phonological influences on serial recognition and serial recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1 : 1-30
- Giraud A L (2007). Prédire le résultat de l'implantation cochléaire à partir de l'organisation cérébrale du sujet sourd profond. *Fondation Fyssen, annale n°22*
- Giroux M (2012). *Étude du rôle de la rétroaction auditive dans la production et la perception de la prosodie de l'interrogation chez des sourds postlinguistiques implantés*. Mémoire de maîtrise en linguistique, Université du Québec à Montréal
- Glanzer M, Cunitz A (1966). Two Storage Mechanisms in Free Recall. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 5 : 351-360

- Gregg V (1976). Word Frequency, Recognition and Recall. In : Brown J (Ed). *Recall and recognition*. Oxford, John Wiley & Sons
- Gupta P, MacWhinney B. (1997). Vocabulary acquisition and verbal short-term memory: computational and neural bases. *Brain and Language*, 2 : 267-333.
- Gupta P (2003). Examining the relationship between word learning, nonword repetition, and immediate recall in adults. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56 : 146-163
- Haroutunian D (2007). *Manuel pratique de lecture labiale*. Marseille, Solal
- Houdé O, Kayser D, Koenig O, Proust J, Rastier F (1998). *Vocabulaire de sciences cognitives*. Paris, Presse Universitaire de France
- Istria M, Nicolas-Jeantoux C, Tamboise J (1997). *Manuel de lecture labiale, exercices d'entraînement*. Paris, Masson
- Kay P, Kempton W (1984). What is the sapir-whorf hypothesis ?. *American Anthropologist*, 86 : 65-79
- Lacheret-Dujour A, Beaugendre F (1999). *La prosodie du français*. Paris, CNRS Edition
- Lazard D (2010). *Réorganisation neurocognitive et perception de la parole après implantation cochléaire chez l'adulte sourd post-lingual*. Thèse de doctorat en Neurosciences, Paris VI
- Lecocq P, Tiberghien G (1983). *Rappel et Reconnaissance : Encodage et Recherche en Mémoire*. Lille, Presses Universitaires de Lille
- Logie R H (1986). Visuo-spatial processing in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38 : 229-247
- Majerus S (2002). Mémoire à court terme et langage : modèles théoriques actuels. *Entretiens d'Orthophonie*, 153-159
- Majerus S, Van der Linden M (2003). Long-term memory effects on verbal short-term memory: A replication study. *British Journal of Psychology*, 21 : 303-310
- Majerus S, Poncelet M, Greffe C, Van der Linden M (2006). Relations between vocabulary development and verbal short-term memory: the relative importance of short-term memory for serial order and item information. *Journal of Child Psychology*, 93 : 95-119
- McAdams S (1994). Reconnaissance de sources et d'événements auditifs. In : McAdams S, Bigand E (Eds.). *Penser les sons : Psychologie cognitive de l'audition*. Paris, Presse Universitaire de France : 157-214
- Miyake A, Friedman N P, Emerson M J, Witzki A H, Howerter A, Wager T D (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks : A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41 : 49-100

- Nithart C (2008). *Étude des déficits phonologiques à l'origine des troubles d'apprentissage de la lecture dans la dyslexie et la dysphasie : Approches développementale, neuropsychologique et anatomo-fonctionnelle*. Thèse de neuropsychologie, Université Louis Pasteur, Strasbourg 1
- Norman D A, Shallice T (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In : Davidson R J, Schwartz G E, Shapiro D (Eds.). *Consciousness and self-regulation*, New York, Plenum Press : 1-18
- Perkell J S, Matthies M, Lane H, Guenther F, Wilhelms-Tricarico R, Wozniak J, Guid P (1997). Speech Motor Control: Acoustic Goals, Saturation Effects, Auditory Feedback and Internal Models. *Speech Communication*, 22 : 227-250
- Perkell J S, Guenther F H, Lane H, Matthies M L, Perrier P, Vick J, Wilhelms-Tricarico R, Zandipour M (2000). A Theory of Speech Motor Control and Supporting Data from Speakers with Normal Hearing and with Profound Hearing Loss. *Journal of Phonetics*, 28 : 233-272
- Perkell J S (2010). Movement goals and feedback and feedforward control mechanisms in speech production. *Journal of Neurolinguistics*, 25 : 382-407
- Piolino P (2003). La mémoire autobiographique : modèles et évaluation. In : T. Meulemans T, Desgranges B, Adam S, Eustache F (Eds.). *Évaluation et prise en charge des troubles mnésiques*. Marseille, Solal : 195-221
- Poncellet M, Van der Linden M (2003). L'évaluation du stock phonologique de la mémoire de travail: élaboration d'une épreuve de répétition de non-mots pour population francophone. *Revue de neuropsychologie*, 13 : 377-407
- Rey (2014). *Liens entre mémoire et perception : vers des mécanismes communs*. Thèse de doctorat en Psychologie, université Lumière Lyon 2
- Rosch E (1973). On the Internal Structure of Perceptual and Semantic Categories. In : Moore T (ed.). *Cognitive Development and the Acquisition of Language*. New York, Academic Press.
- Rosch E (1978). Cognition and Categorization. In : Lloyd B B, Roach E (Eds.). *Principles of categorization*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates : 1-48
- Samson D (2003). La mémoire sémantique: modèles et évaluation. In : T. Meulemans T, Desgranges B, Adam S, Eustache F (Eds.). *Évaluation et prise en charge des troubles mnésiques*. Marseille, Solal : 169-193
- Schaeffer P (1966). *Traité des objets musicaux*. Paris, Seuil
- Schneider W, Pressley M (1997). *Memory development between two and twenty*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates
- Shiffrin R M (2003). Modeling memory and perception. *Cognitive Science*, 27 : 341-378
- Squire L R, Knowlton B J (2000). The medial temporal lobe, the hippocampus, and the memory system of the brain. In : Gazzaniga M S (Ed.). *The new cognitive neurosciences*. Cambridge, MA : MIT Press : 765-780

- Strelnikov K (2010). Schizophrenia and language : shall we look for a deficit of deviance detection ?. *Psychiatry Research*, 178 : 225–229
- Thorn A S C , Gathercole S E, Frankish C R (2002). Language familiarity effects in short-term memory : The role of output delay and long-term knowledge. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55 :1363-1383
- Tulving E (1983). Elements of Episodic Memory. *Oxford: Clarendon Press*
- Tulving E (2002). Episodic memory: From Mind to Brain. *Annual Review of Psychology*, 53 : 1-25.
- Varma S, Schwartz D L (2008). How should educational neuroscience conceptualise the relation between cognition and brain function? Mathematical reasoning as a network process . *Educational Research*, 50 :149-161.
- Wallace W T (1994). Memory for music: effect of melody on recall of text. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 20 : 1471–1485
- Wheeler M E, Peterson S E, Buckner R L (2000). Memory's echo: Vivid remembering reactivates sensory specific cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97 : 11125–11129

Pour préciser les zones du cerveaux impliquées dans la mémoire : Les aires de Brodmann. Stéphane Desbrosses. <http://brodmann.psyblogs.net/> [consulté le 23/11/2014]

Pour obtenir une incidence de la surdité en France : La population sourde et malentendante en France. Pierre Roger. http://www.unapeda.asso.fr/article.php3?id_article=83 [consulté le 26/05/2015]

Liste des annexes

Annexe n°1 : Schémas de la partie théorique.

Annexe n°2 : Anamnèse de M.De

Annexe n°3 : Le MMS de M.De

Annexe n°4 : Reconnaissance de mots et de non-mots unisyllabiques de M.De

Annexe n°5 : Reconnaissance musicale de M.De

Annexe n°6 : Test Stroop-Victoria de M.De

Annexe n°7 : Reconnaissance de sons environnementaux de M.De

Annexe n°8 : Rappel sériel de mots et de non-mots de M.De

Annexe n°9 : Reconnaissance de la prosodie émotionnelle de M.De

Annexe n°10 : Tableau d'anamnèse

Annexe n°11 : Schémas de la partie « présentation des patients »

Annexe n°12 : Tableau des résultats

Annexe n°13 : Schémas de la partie « analyse des résultats »

Annexe n°14 : Exemples d'exercices dans les domaines de la mémoire à court terme

Annexe n°15 : Questionnaire destiné aux patients

Annexe n°16 : Questionnaire destiné aux orthophonistes

Annexe n°17 : Diagrammes des résultats des questionnaires aux orthophonistes

Annexe n°18 : Erratum, Formulaire de consentement de participation à une étude clinique