

MEMOIRE

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

FERMON Laurie

soutenu publiquement en juin 2015 :

**Élaboration d'un protocole d'entraînement à
la compréhension au téléphone chez le
patient implanté cochléaire
Expérimentation auprès d'adultes et d'adolescents**

MEMOIRE dirigé par :

DEKEIRSCHIETER Olivier, Orthophoniste en cabinet libéral à Bailleul

Lille – 2015

Remerciements

Je tiens à remercier très sincèrement mon maître de mémoire, M. Dekeirscheter, pour son investissement tout au long de ce projet. Merci de m'avoir soutenue et guidée tout en exigeant rigueur et clarté.

Mes remerciements vont aussi à :

Charlotte Simon-Suisse pour avoir accepté de proposer ce protocole à ses patients et pour m'avoir fait part de ses précieux conseils.

Tous mes maîtres de stage et les enseignants qui ont enrichi mes connaissances durant ces quatre ans. Mes remerciements vont tout particulièrement à Marie-Hélène et à Lysiane, qui m'ont appris l'essence même de mon futur métier durant cette année. Je garderai en mémoire les nombreux moments de bonheur partagés avec les patients. Lysiane, merci de m'avoir transmis avec passion une petite partie de ton immense savoir.

Mes parents pour m'avoir accompagnée dans l'accomplissement de ce projet. Merci de m'avoir soutenue, et d'avoir toujours cru en moi. Je ne serais pas arrivée où je suis sans vos conseils toujours avisés.

Mes amis pour leur soutien, leurs sages conseils et leur présence.

Tous ceux qui ont accepté de me prêter leur voix pour faire prendre vie aux dialogues créés : Luka, Delphine et mon frère David.

Je tenais aussi ici à exprimer ma gratitude envers tous les patients qui ont participé à cette étude. Merci de m'avoir fait confiance et de m'avoir fait progresser dans ma qualité de future thérapeute. J'adresse une mention toute particulière à Monsieur P. qui a accepté de coopérer avec enthousiasme et optimisme tout au long de ces quatre mois d'entraînement, malgré les difficultés rencontrées au départ.

Merci enfin à Mme Ruzza, enseignante extraordinaire décédée l'an passé, d'avoir su me transmettre l'envie d'aider à faire évoluer les personnes atteintes de surdité dans notre monde d'entendants.

Résumé :

Très efficace pour la restitution de la parole dans le calme, l'implant cochléaire, considéré comme une « oreille électronique », permet cependant plus difficilement l'accès à la compréhension dans des situations complexes comme au téléphone. Ces difficultés résultent, entre autres, de la limitation de la bande passante du téléphone (300-3400 Hz), qui restreint la perception de certains phonèmes.

Notre travail a consisté en l'élaboration d'un protocole d'entraînement à la compréhension au téléphone pour les patients implantés cochléaires à destination des orthophonistes. Il se veut écologique, et se compose d'exercices analytiques et contextuels de complexité progressive, portant sur des thèmes et situations proches de ceux rencontrés dans la vie quotidienne. L'objectif était de l'expérimenter sur des patients, adolescents et adultes ayant des profils divers, sur environ 10 séances, afin d'en mesurer son intérêt.

Afin de faire état de leur niveau initial, nous avons proposé un pré-test aux sujets de notre étude. Après entraînement, nous leur avons fait passer un post-test afin d'objectiver une éventuelle progression. Un questionnaire final adressé aux orthophonistes et aux patients de notre étude pour recueillir leur opinion nous a permis d'enrichir l'analyse des apports et des limites de notre protocole.

Mots-clés :

Implant cochléaire ; téléphone ; protocole ; entraînement auditif ; adolescents ; adultes

Abstract :

Though cochlear implant, considered as an « electronic ear », is very efficient for speech restitution in quiet, speech comprehension in complex situation as telephone's is still difficult. This difficulties result partially from the telephone bandwidth (300-3400 Hz), which limits some phonems perception.

Our work consisted in creating a protocole so as to train speech comprehension on the phone, for patients with cochlear implant, adolescents, and adults. It was created for speech therapists. We wanted this protocol to be concrete, based on situations we can frequently meet in real life. It contains analytic and contextual exercises of progressive complexity, following a specific order. The aim of the study was to experiment it on different profiles of patients on about 10 sessions, in order to mesure its' interest.

Before auditive training, we suggested a pre-test to subjects of our study, so as to establish their initial comprehension level without lip-reading. Post-trainment, we suggested a post-test to objective a potential improvement. A final questionnaire was given to speech therapists and patients in order to get their opinion about our protocole and enrich the analyse of the benefits and limits of our protocole.

Keywords :

Cochlear implant ; telephone ; protocole ; auditory training ; teenagers ; adults

Table des matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	3
1. Notions générales sur l'acoustique et la parole	4
1.1. Notions de psycho-acoustique et d'acoustique	4
1.1.1. Définition de la psycho-acoustique.....	4
1.1.2. Champ auditif normal.....	4
1.1.3. Perception et production du son.....	4
1.1.3.1. La hauteur.....	4
1.1.3.1.1. <i>Fréquence fondamentale</i>	5
1.1.3.1.2. <i>Formants et transitions formantiques</i>	5
1.1.3.2. L'intensité.....	5
1.1.3.3. Le timbre	6
1.2. Production de la parole.....	6
1.2.1. Paramètres segmentaux de la parole : éléments linguistiques.....	6
1.2.2. Paramètres suprasegmentaux de la parole	7
1.2.2.1. Variabilité intra-locuteur.....	7
1.2.2.2. Variabilité inter-locuteur.....	8
1.2.3. Impact de différents facteurs sur le signal de parole	8
1.2.3.1. Débit verbal.....	8
1.2.3.2. Directivité de la parole	9
1.2.3.3. Phénomène de réverbération.....	9
1.2.3.4. Effet de masque.....	9
1.2.3.5. Bruit de type cocktail party	9
1.2.3.6. Impact du rapport signal / bruit	10
1.3. Perception de la parole et perception phonémique.....	11
1.3.1. Perception auditive : sonie et bande critique.....	11
1.3.2. Perception catégorielle.....	12
1.3.3. Perception de la parole en contexte dégradé.....	12
1.4. Traitement du signal de parole et implants cochléaires.....	13
1.4.1. Présentation des processus Bottom-up et Top-down	13
1.4.2. Interaction des processus Bottom-up et Top-down.....	14
1.4.3. Traitement des informations par le cerveau auditif.....	14
2. Surdité et implant cochléaire	15
2.1. Prévalence et classification des surdités	15
2.2. Définition et principe de fonctionnement de l'implant cochléaire	15
2.3. Indications de l'implant cochléaire.....	17
2.4. Perception de la parole par le patient implanté cochléaire	18
2.4.1. Sélectivité fréquentielle.....	18
2.4.2. Démasquage spectral et temporel de la parole.....	18
2.4.4. Altération du spectre de la parole	19
3. Le téléphone et sa perception : chez le normo-entendant et chez le patient implanté cochléaire.....	19
3.1. Téléphonie et bande passante: principes et fonctionnement.....	19
3.2. Choix du téléphone : fixe ou portable ?.....	20
3.2.1. Choix d'un téléphone fixe.....	20
3.2.2. Choix d'un téléphone mobile	21
3.3. Obstacles à la bonne transmission du signal de parole au téléphone.....	21
3.4. Différences interindividuelles et performances auditives au téléphone chez le patient implanté cochléaire.....	22

3.5. L'entraînement auditif des patients implantés cochléaires au téléphone et dans le bruit.....	23
3.5.1. L'usage du téléphone chez les patients implantés cochléaires.....	23
3.5.2. Corrélation entre facteurs cognitifs et perception de la parole filtrée...24	24
3.5.3. Effets d'un entraînement auditif dans le bruit et par ordinateur.....	24
3.5.4. Évaluation de la compréhension au téléphone chez le patient implanté cochléaire	26
3.5.5. Pistes rééducatives pour la réhabilitation de la compréhension au téléphone.....	26
4. Problématique et hypothèses	29
Sujets, matériel et méthode.....	31
1. Généralités	32
1.1. Présentation de la démarche	32
1.2. Présentation de la population.....	33
1.2.1. Critères d'inclusion.....	33
1.2.2. Critères d'exclusion.....	34
1.2.3. Recrutement de la population.....	34
2. Composition de l'évaluation	35
2.1. Évaluation pré-entraînement.....	35
2.2. Évaluation post-entraînement.....	36
3. Création du protocole	40
3.1. Composition du protocole	40
3.2. Modalités d'entraînement	41
3.3. Modalités de passation	42
3.4. Présentation des exercices.....	42
3.4.1. Exercice de fluence	44
3.4.2. Un même radical et des mots.....	44
3.4.3. Une catégorie et des mots.....	45
3.4.4. Mots phonétiquement proches.....	46
3.4.5. Des mots et un thème	46
3.4.6. Répétition de mots	47
3.4.7. Qui est l'intrus ?.....	48
3.4.8. Répétition de phrase de plus en plus longue	49
3.4.9. Répétition de phrases phonétiquement proches.....	50
3.4.10. Devinettes	50
3.4.11. Questionnaire à choix multiples (QCM) / Questionnaire à réponse unique (QRU).....	51
3.4.11.1. Trouvez la ou les bonnes réponses (QCM).....	51
3.4.11.2. Trouvez la bonne question (QRU).....	51
3.4.12. Exercices à base des dialogues pré-enregistrés	52
3.4.12.1. Speech tracking.....	52
3.4.12.2. Dictée à trous.....	53
3.4.13. Compréhension générale du texte.....	54
Résultats.....	55
1. Présentation quantitative et qualitative des résultats observés.....	57
1.1. Monsieur P., 54 ans	58
1.1.1. Résultats quantitatifs	58
1.1.2. Analyse qualitative	59
1.1.2.1. Analyse de la progression.....	59
1.1.2.2. Analyse de l'appel convenu.....	59
1.2. J., 20 ans	59
1.2.1. Analyse quantitative	60

1.2.2.Analyse qualitative	60
1.3.F., 12 ans.....	61
1.3.1.Analyse quantitative	61
1.3.2.Analyse qualitative	61
1.4.Madame N., 59 ans	62
1.4.1.Analyse quantitative	62
1.4.2.Analyse qualitative	62
2.Synthèse des questionnaires.....	62
2.1. Synthèse des réponses aux questionnaires patients après entraînement auditif	62
2.2.Synthèse des réponses aux questionnaires orthophonistes après entraînement auditif.....	63
2.3.Tableaux récapitulatifs des réponses aux questionnaires.....	63
Discussion.....	66
1.Rappel des résultats.....	67
2.Difficultés rencontrées.....	68
2.1.Recrutement de la population	68
2.2.Qualité des enregistrements filtrés.....	68
2.2.1.Choix des logiciels	68
2.2.2.Choix des locuteurs.....	69
2.3.Hétérogénéité des profils	69
2.4.Modalités de passation du protocole	70
2.4.1.Analyse des résultats.....	70
2.4.1.1.Monsieur P., 54 ans.....	71
2.4.1.2.J., 20 ans.....	71
2.4.1.3.F., 12 ans.....	72
2.4.1.4.Madame N., 59 ans.....	72
3.Facteurs d'influence sur la perception des enregistrements ou de la voix au téléphone	73
3.1.L'âge d'implantation.....	73
3.2.la durée journalière du port de l'implant	73
3.3.L'environnement	73
4.Facteurs d'influence sur la réussite des exercices.....	74
4.1.Influence des capacités de suppléance mentale.....	74
4.2.État émotionnel du patient.....	74
5.Critiques méthodologiques sur l'élaboration du protocole	75
5.1.Choix des thèmes.....	75
5.2.Analyse de la pertinence des exercices.....	75
5.2.1.Exercice de fluence	76
5.2.2.Un même radical et des mots	76
5.2.3.Unes catégories et des mots	76
5.2.4.Mots phonétiquement proches	76
5.2.5.Des mots et un thème	77
5.2.6.Répétition de mots.....	77
5.2.7.Qui est l'intrus ?	77
5.2.8.Répétition de phrases de plus en plus longues	77
5.2.9.Répétition de phrases phonétiquement proches	78
5.2.10.Devinettes	78
5.2.11.Questionnaire à choix multiples (QCM) / Questionnaire à réponse unique (QRU)	79

5.2.12. Conversations « convenues »	79
5.2.12.1. Speech Tracking	79
5.2.12.2. Texte à trous.....	80
5.2.12.3. Compréhension générale	80
5.3. Limites du protocole	80
5.3.1. Taille de l'échantillon de population.....	80
5.3.2. Temps d'expérimentation	80
5.3.3. Conditions de passation	81
6. Vérification des hypothèses	82
7. Apports du protocole	83
7.1.1. Aspects positifs du protocole.....	83
7.1.2. Bénéfices du protocole sur l'utilisation téléphone.....	83
7.2. Perspectives et ouvertures.....	83
Conclusion.....	85
Bibliographie.....	87
Liste des annexes.....	94
Liste des annexes :	95
Annexe n°1 : Acougrammes phonétiques de Borel Maisonny.....	95
Annexe n°2 : Tableau récapitulatif de la démarche d'évaluation et d'entraînement de la compréhension au téléphone	95
Annexe n°3 : Questionnaire initial à destination des patients sourds implantés cochléaires.....	95
Annexe n°4 : Conversation spontanée issue de la BIA d'Annie Dumont	95
Annexe n°5 : Photo du dispositif Bluetooth MED-EL.....	95
Annexe n°6 : Profils détaillés des patients.....	95
Annexe n°7 : Questionnaire d'évaluation du protocole à destination des patients	95
Annexe n°8 : Questionnaire d'évaluation du protocole à destination des orthophonistes.....	95
Annexe n°9 : Observations et suggestions des orthophonistes ayant testé le protocole	95
Annexe n°10 : Exemple de protocole (Thème 1).....	95
Annexe n°11 : Définition des termes « conversations convenues » et « conversations non convenues »	95
Annexe n°12 : Quelles aides techniques utiles pour le patient implanté cochléaire ?	95
Annexe n°13 : Schéma illustrant le passage de la détection à l'intelligibilité d'un message acoustique.....	95
Annexe n°14 : Lettre de consentement.....	96

Introduction

La création de l'implant cochléaire remonte à plus de cinquante ans. C'est cependant au cours des dix dernières années que les progrès techniques les plus notables ont été réalisés. Ils ont permis aux patients présentant une surdité sévère à profonde d'améliorer leur perception et leur compréhension de la parole, favorisant ainsi les interactions avec leur entourage.

Le suivi orthophonique pendant les premiers mois suivant l'opération s'avère très important afin de travailler et d'affiner la perception de la parole chez le patient sourd, qui, grâce à l'implant, peut percevoir certaines fréquences qu'il n'avait jamais perçues ou qu'il ne percevait plus. Mais la compréhension au téléphone reste problématique pour certains de ces patients. Selon une enquête réalisée par le Centre d'Informations sur la Surdité et l'Implant Cochléaire (CISIC) en 2012 auprès de 702 patients, 59% déclarent pouvoir téléphoner, quel que soit leur interlocuteur, les 41% restants ne pouvant pas converser librement au téléphone.

Pourtant, le téléphone se révèle être un outil devenu presque indispensable à l'intégration dans notre société pour prendre un rendez-vous, passer un appel urgent, mais aussi pour s'entretenir avec un proche. Selon Vignault, F. et Laborde, M.L. (2009), «Une rééducation précoce est nécessaire pour permettre un entraînement adapté et vaincre l'appréhension fréquemment ressentie par les sujets implantés vis-à-vis du téléphone ». Mais le travail de la compréhension au téléphone concerne la dernière étape de la rééducation orthophonique car il est nécessaire de posséder un niveau de compréhension sans lecture labiale suffisant avant de pouvoir le commencer.

L'objectif de ce mémoire était donc de créer un protocole d'éducation auditive écologique, et de le tester sur une cohorte diversifiée, afin d'en mesurer l'efficacité.

En première partie, nous présenterons des notions générales d'acoustique et de psycho-acoustique afin de comprendre ce qui gêne particulièrement la compréhension de la parole dans ce contexte et nous ferons un état des lieux concernant les études ayant déjà été menées sur le sujet.

Nous présenterons ensuite les modalités du protocole d'entraînement spécifique à la rééducation de la compréhension au téléphone.

Pour conclure, nous discuterons de la pertinence d'un tel entraînement sur environ 10 séances chez des patients implantés cochléaires.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. Notions générales sur l'acoustique et la parole

1.1. Notions de psycho-acoustique et d'acoustique

1.1.1. Définition de la psycho-acoustique

« La **psycho-acoustique** est une discipline qui étudie expérimentalement des relations quantitatives entre les stimuli acoustiques mesurables physiquement et les réponses de l'ensemble du système auditif, soit des **relations entre les caractéristiques du son et les sensations et perceptions auditives** » (Botte M.-C. , Sorin C., 1989).

1.1.2. Champ auditif normal

L'oreille humaine entend les vibrations acoustiques propagées dans l'air de 20 Hz, (soit les basses fréquences correspondant aux sons graves) à 20 kHz (soit les hautes fréquences correspondant aux sons aigus). Aux fréquences audibles, l'aire délimitée par le **seuil d'audition** et le **seuil subjectif d'inconfort** définit le **champ auditif**, domaine de sensation auditive ou aire d'audition. La **dynamique du champ auditif** est l'écart entre les deux seuils.

1.1.3. Perception et production du son

La hauteur, l'intensité et la durée définissent un son et sont en lien avec la perception que nous en avons (Renard X., 2008). Le **timbre** est un paramètre supplémentaire, « l'attribut de la sensation auditive, qui permet de distinguer deux sons de mêmes hauteur, durée et sonie » (American National Standards (Ansi), 1960). Nous commencerons par présenter les notions acoustiques de ces paramètres essentiels de la voix et de la parole.

1.1.3.1. La hauteur

Elle correspond au réglage de la fréquence de vibration des cordes vocales. D'après l'acougramme phonétique de Madame Borel Maisonny (**Annexe 1, figure 2 page A4**), on constate que les phonèmes /j/ /v/ /z/, /p/ /t/ /k/ et /s/ /ch/ /f/ ont une répartition fréquentielle plus importante que les autres phonèmes et peuvent s'étendre jusqu'à près de 10000 Hz.

1.1.3.1.1. *Fréquence fondamentale*

Le **fondamental laryngé** (ou fréquence fondamentale), souvent appelé **F0**, est une caractéristique essentielle du signal de parole. Il correspond à la fréquence de vibration des cordes vocales lors de la production de voyelles et de consonnes voisées. Il est **responsable des variations prosodiques** que nous détaillerons ultérieurement. On considère que **chez l'homme**, il est compris entre **100 et 150 Hz**, **chez la femme**, entre **200 et 300 Hz**, et entre **300 et 350 Hz chez l'enfant**.

1.1.3.1.2. *Formants et transitions formantiques*

Les **formants** sont des points de résonance du conduit vocal qui conduisent à l'émergence de certaines fréquences, visibles sous forme de pics sur un spectrogramme. Les formants présentent une **variabilité** qui est fonction de l'**environnement phonétique (transitions formantiques)** et des **locuteurs**.

Dans la parole, les sons produits s'influencent les uns les autres. Les **transitions formantiques** ont ainsi un rôle primordial dans la **reconnaissance phonétique**. Prenons l'exemple de deux séquences qui se ressemblent : « ba » et « da ». Ce sont ces transitions qui nous permettent de **distinguer les deux consonnes** « b » et « d » dans ces séquences, grâce aux quelques millisecondes de différence dans la **transition voyelle-consonne**. Une **séquence voyelle-consonne-voyelle** peut ainsi se décomposer de la façon suivante : Voyelle stable, voyelle-consonne (transition formantique), consonne, consonne-voyelle (transition formantique), voyelle stable. (Gallego, 1998)

1.1.3.2. *L'intensité*

L'intensité s'exprime en **décibels**. Cette unité est employée pour exprimer les gains des amplificateurs, les atténuations ou pour comparer des intensités ou des pressions acoustiques. **Physiologiquement**, le décibel peut se définir comme la **plus petite différence d'intensité perceptible par l'oreille humaine pour la fréquence de 1024 Hz** à un certain niveau sonore. L'intensité est, **en phonétique**, l'**indice acoustique le plus pertinent pour différencier /f/ de /s/ et /ch/**. (Ruaux C., 2008)

1.1.3.3. Le timbre

Il s'agit d'une **notion qualitative**. C'est une « sensation acoustique qui permet de distinguer une note de musique, jouée par un instrument donné, d'un autre instrument, ou d'une voix » (Coez, 2008). Lorsqu'il passe par les cordes vocales, il devient alors le **fondamental laryngé** et les **harmoniques** de la voix d'un locuteur (formants). **Il est propre à chaque individu**. C'est lui qui donne au locuteur sa signature vocale et permet la reconnaissance d'un locuteur (Hugon B., 2008). Cette notion acoustique complexe possède trois paramètres acoustiques simples : le temps d'attaque, le centre de gravité spectral et le flux spectral (Mac Adams, 1995). «La qualité de la voix, caractérisée par son timbre, peut s'analyser au travers du spectre d'un signal acoustique ». Plus un timbre est riche, plus il possédera d'harmoniques.

1.2. Production de la parole

1.2.1. Paramètres segmentaux de la parole : éléments linguistiques

La parole se compose de plusieurs éléments agencés entre eux : les **phonèmes**. Il y a trois niveaux de complexité pour passer de la parole au langage. Du plus simple au plus complexe, on distingue la syllabe, le mot et enfin la phrase.

Dans l'alphabet phonétique, on compte 36 phonèmes référencés :

- seize voyelles dont douze voyelles orales et quatre voyelles nasales
- dix-sept consonnes
- trois semi-voyelles

Jakobson définit douze principaux traits acoustiques qui caractérisent les phonèmes de la langue française. Ils présentent un intérêt pour l'analyse des confusions phonétiques produites par les patients sourds. On pourra ainsi relever celui ou ceux qui n'auront pas été correctement perçus. Il s'agit des traits suivants :

- **grave ou aigu** : répartition des principales composantes fréquentielles du phonème dans les zones fréquentielles graves ou aiguës ;
- **compact ou diffus** : concentration ou dispersion des principales composantes fréquentielles du phonème dans une ou plusieurs zones fréquentielles ;
- **oral ou nasal** : absence ou présence de formants nasaux ;

- **continu ou discontinu** : production sonore permanente dans le temps ou interruption ;
- **vocalique ou non vocalique** : présence de formants ou non ;
- **sonore ou sourd** (aussi dit voisé ou non voisé) : présence ou non du fondamental laryngé lors de l'émission du phonème.

	p	t	k	b	d	g	m	n	ɲ	l	ʀ	ʃ	s	f	z	v	j	w	ɥ
grave	+	-	±	+	-	±	+	-	-	-	±	-	-	+	-	+	-	+	-
compact	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	±	+	-	-	+	-	-	+	-
oral	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
continu	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+
interrompu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	-	-	-	-	-	-	-	-
vocalique	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	±	-	-	-	-	-	+	+	+
sonore	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+

Fig. 1 Analyse binaire en traits acoustiques des consonnes et des semi-voyelles du français (Tableau tiré du précis d'audioprothèse *Production, phonétique acoustique et perception de la parole* page 225)

	u	y	i	o	ø	e	ɔ	ə	œ	ɛ	a	ɑ	õ	ã	ɑ̃	ẽ
oral	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
compact	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
grave	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-

Fig. 2 Analyse binaire en traits acoustiques des voyelles orales et nasales du français (Tableau tiré du précis d'audioprothèse *Production, phonétique acoustique et perception de la parole* page 225)

1.2.2. Paramètres suprasegmentaux de la parole

1.2.2.1. Variabilité intra-locuteur

Il est important de prendre en compte les variables prosodiques intervenant dans la production de la parole. En effet, la **prosodie**, « étude des phénomènes de l'**accentuation** et de l'**intonation** (variations de hauteur, de durée et d'intensité) » (Guillarm G., 2008), permet de véhiculer de l'information liée au sens, telle que la mise en relief, mais aussi l'assertion, l'interrogation, l'injonction, l'exclamation. Elle a pour rôle d'intégrer des caractéristiques aux représentations lexicales. Elle est aussi utilisée dans les procédures automatiques de reconnaissance de mots (accès au lexique interne).

1.2.2.2. Variabilité inter-locuteur

L'**identité** d'une personne, son **sexe**, son **âge** approximatif (l'âge étant reconnu comme facteur d'intelligibilité dans le bruit selon Anderson Gosselin P. (2014)) , **sa personnalité** et ses intentions ou **son état émotionnel** jouent un rôle dans la communication orale. (Walton & Orlikoff, 1994)

D'autres études ont montré que les **changements de locuteurs** affectent l'identification des mots et des phonèmes (Chang Y., Fu Q.-J., 2006). De plus, la facilité avec laquelle chaque locuteur est identifié affecte directement l'intelligibilité : il est plus facile de reconnaître des mots prononcés par des locuteurs familiers. (Nygaard, 1994)

Ces découvertes montrent que les **indices phonétiques de la parole** peuvent jouer un rôle tout aussi important dans la perception et la mémorisation des propriétés de la voix d'un locuteur que les indices qualitatifs (éléments suprasegmentaux) eux-mêmes (Sheffert, Sonya M. et al, 2002).

Afin de référencer les productions orales correctes ou erronées d'un locuteur, il est nécessaire d'employer un référentiel d'écriture phonétique. Par exemple, lorsque l'on dit « il traverse le gué » ou « il fait le guet », on utilise le phonème /e/ (qui fait le son « é ») alors qu'en disant « un guet apens », on emploie un autre phonème (qui fait le son « è »). Nous pourrions aussi prendre comme exemple les mots « tache » et « tâche ». Ces différences de prononciation dépendent des accents régionaux, les parisiens préfèrent classiquement le /a/ du premier exemple quand les gens du Nord préfèrent le /a/ ouvert. La qualité articulatoire et les accents régionaux liés à une autre langue maternelle que le français peuvent aussi certainement être considérés comme facteurs d'intelligibilité.

1.2.3. Impact de différents facteurs sur le signal de parole

On peut observer l'impact de différents facteurs environnementaux sur le signal de la parole. Nous présenterons ci-dessous ces principaux facteurs :

1.2.3.1. Débit verbal

Il s'agit de la variation de pression en fonction du temps. Le **débit moyen** est d'environ **cinq à sept syllabes par seconde** avec des variations qui dépendent du message que l'on exprime. Mais le débit ne se réduit pas à la vitesse d'élocution (Rist C., 1999). Si son étude démontre que le débit verbal des médias est en

moyenne de 200 mots par minutes (soit très rapide), il est parfois entrecoupé de saccades, de pauses, d'hésitations.

1.2.3.2. Directivité de la parole

Selon l'endroit où nous sommes situés par rapport à la source sonore, le signal peut être altéré. Le niveau baisse un peu sous incidence de 90 degrés et encore plus à 180 degrés car les graves sont omnidirectionnels et que l'énergie se trouve principalement dans les graves. Dans la partie aiguë de ces spectres, on peut voir que les zones formantiques s'étiolent et que l'énergie diminue (Hugon B., 2008). La directivité de la parole peut donc avoir un impact sur l'intelligibilité.

1.2.3.3. Phénomène de réverbération

Le rayonnement et la dégradation d'un signal vont être affectés dans l'environnement. En effet, avec la distance et sans obstacle, l'énergie est répartie sur une surface de plus en plus grande, ce qui provoque une atténuation proportionnelle à cette surface du signal. Dans un local fermé, c'est le **phénomène de réverbération** qui devient considérable. Le **temps de réverbération** étant **différent** en fonction du local d'écoute, **l'interaction sur le signal de parole est différente**. Il peut être un facteur **responsable de l'altération de la compréhension de la parole**. C'est pourquoi il faut être vigilant quant aux conditions dans lesquelles se déroule la rééducation : la pièce ne doit être ni trop grande, ni trop petite et l'environnement doit être calme si l'on veut éviter que la perception du signal soit dégradée.

1.2.3.4. Effet de masque

Beaucoup d'informations énergétiques se trouvent dans les basses fréquences du signal de parole. « **L'effet de masque** est la **prédominance énergétique des basses fréquences sur les hautes fréquences** et donc la réduction voire l'extinction de l'articulation de la parole » (Hugon B., 2008). Il se rencontre dans le cas où le **bruit ambiant ou des bruits parasites** prédominent sur le signal de parole. Il peut être rencontré au téléphone et donc avoir un impact sur l'intelligibilité de la parole.

1.2.3.5. Bruit de type cocktail party

Dans une situation bruyante ou avec ajout de bruit de type cocktail party, la parole est en conflit avec une source sonore gênante pour la compréhension : il y a « accumulation des signaux de parole ». Le fait qu'il y ait la **même répartition**

énergétique et le **même spectre de modulation d'amplitude** altère la compréhension de la parole.

1.2.3.6. Impact du rapport signal / bruit

Considérons à présent l'impact d'une ou plusieurs sources sonores concurrentes. Le **rapport signal / bruit** est la mesure de l'intensité d'un signal sur celle d'un bruit ambiant.

Prenons pour exemple différents **rapports signal / bruit chez le normo-entendant**, afin d'illustrer la situation (Hugon B., 2008) :

Lorsque le rapport signal bruit (S/B) est négatif ou nul, soit compris entre **-12 dB et 0 dB**, le **signal de parole n'est pas parfaitement perçu**. Les informations détectées sont donc limitées, allant de la **simple perception du timbre du locuteur** (-12 dB), à une **compréhension correcte du message** (-6 à 0 dB).

Pour un **rapport S/B positif (de +6 à +12 dB)**, les représentations temporelles se débruitent rapidement, améliorant fortement la perception et donc la compréhension de la parole.

Sur le schéma ci-dessous issu de la revue de la Société Française d'Audiologie (2007) initialement élaboré pour illustrer les intérêts et limites de l'audiométrie vocale par M. Bizaguet, nous observons que pour un temps de réverbération identique, les répercussions sur la discrimination vocale sont beaucoup plus importantes chez les patients malentendants que chez les patients normo-entendants. On constate aussi que plus le temps de réverbération est important, plus l'écart entre la discrimination vocale chez le normo-entendant et chez le malentendant se creuse.

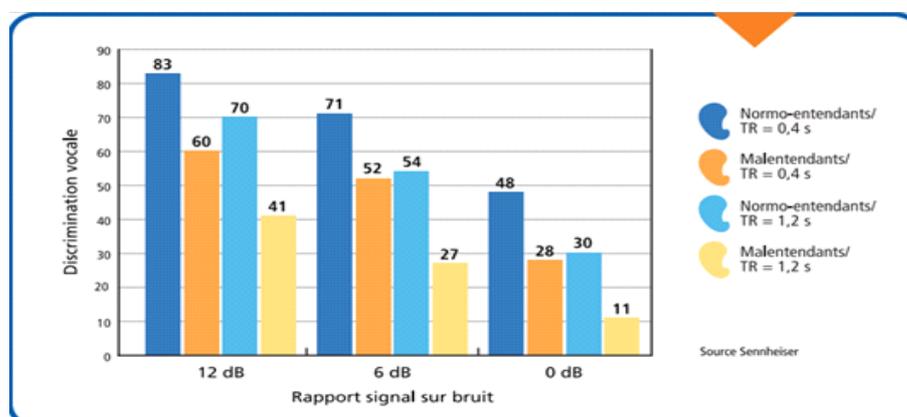


Fig. 3 Analyse de l'influence temps de réverbération (TR) sur la discrimination chez le normo-entendant et chez le malentendant - Tableau issu de la Revue de la Société française d'Audiologie (SFA) 2007

FIGURE 3 : INFLUENCE COMBINÉE du bruit et du temps de réverbération (TR) sur la discrimination

1.3. Perception de la parole et perception phonémique

1.3.1. Perception auditive : sonie et bande critique

La **sonie** est la **perception auditive subjective liée à l'intensité acoustique**. Si on fait entendre sur une même oreille un son complexe, c'est-à-dire un son composé de deux sons purs de fréquences différentes mais proches, la sonie reste la même tant que l'écart entre ces deux fréquences est inférieur à la largeur de **la bande critique** ; dès que cet écart dépasse la largeur de la **bande critique**, la sonie augmente. On appelle ainsi bande critique une bande de fréquences qui ont des particularités vis-à-vis de la fréquence centrale de cette bande critique. Elles concernent notamment l'effet de masque et la sonie en cas d'addition de ces deux paramètres. La bande critique peut être comparée à un filtre passe-bande psychoacoustique centré sur une fréquence.

Les caractéristiques fréquentielles et temporelles sont très liées. Il est donc difficile de séparer ces informations en ce qui concerne la pertinence pour la reconnaissance de la parole (Renard C., Azema B., 2008). L'identification de tous les phonèmes et associations de phonèmes contenus dans un mot reposent ainsi sur l'extraction de différents éléments informatifs que nous avons évoqués antérieurement.

Les références suivantes sont citées par Renard et Azema (2008) :

Selon Lafon (1985), « **les octaves 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz sont celles** par lesquels transitent les informations du **timbre phonétique** où sont représentés la presque totalité des traits pertinents responsables de la reconnaissance de la structure phonétique de la parole ».

Selon Dupret et Lefevre (1991), la zone des **1000-2000 Hz** contient les éléments spectraux **les plus importants pour la perception de la parole** (zone d'évolution du F2 et des transitions phonétiques)

Selon Gelfand (1997), la zone fréquentielle **autour des 2000 Hz** serait prépondérante puisque **sa dégradation par filtrage est celle qui provoque la perte d'intelligibilité la plus marquée**.

Ces affirmations supposent que pour un normo-entendant, l'altération de ces fréquences hormis l'octave 4000 Hz n'est pas un frein à la compréhension au téléphone puisque la bande passante du téléphone est comprise entre 300 et 3400 Hz.

1.3.2. Perception catégorielle

La **perception catégorielle** est la **capacité de faire abstraction des différences acoustiques entre les sons de la parole**, à l'exception de celles qui sont nécessaires pour **reconnaître les phonèmes**. Par exemple, on ne va plus percevoir la différence entre deux "de" prononcés différemment, mais seulement la différence entre "de" et "be" ou entre "de" et "te". (Medina et Serniclaes, 2009).

1.3.3. Perception de la parole en contexte dégradé

Une étude relate les résultats d'une expérience consistant à évaluer la perception de la parole en contexte dégradé. Sur le spectre ci-dessous (fig.4), on observe l'impact de l'addition de bruit sur la phrase. Malgré un signal très appauvri, les patients implantés cochléaires témoignaient lors de cette expérience de surprenantes possibilités d'intelligibilité, ce qui a permis aux auteurs Nelson et Jin, (2004) de mettre en évidence **l'importance de l'enveloppe temporelle dans la perception et l'intelligibilité de la parole chez les patients implantés cochléaires**. Une autre étude (Sharpe V. et al., 2014) a pu mettre en évidence le rôle de la fréquence fondamentale et de l'enveloppe temporelle dans le traitement auditif de phrases syntaxiquement ambiguës en contexte dégradé.

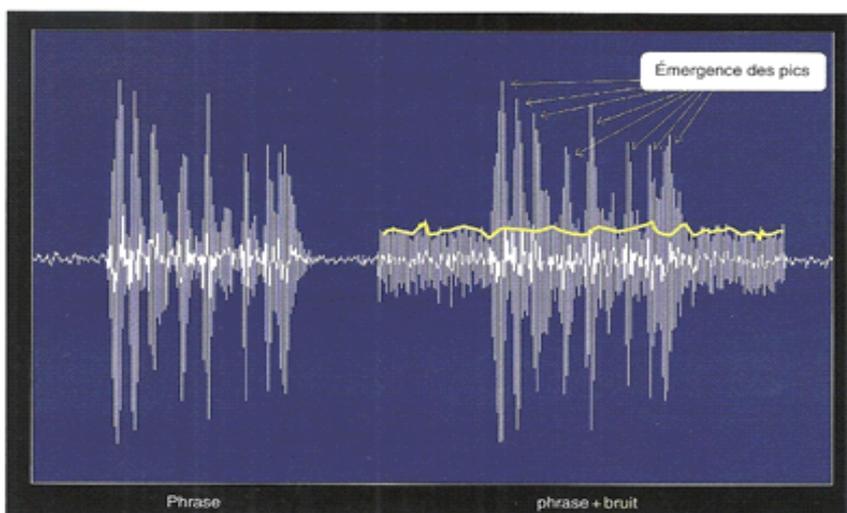


Figure 5.17. Émergence des pics du signal de parole en présence de bruit.

Fig. 4 Émergence des pics du signal de parole en présence de bruit (spectrogramme issu du précis d'audioprothèse p. 286)

1.4. Traitement du signal de parole et implants cochléaires

1.4.1. Présentation des processus Bottom-up et Top-down

En psychologie cognitive, deux types de processus influencent notre perception des signaux extérieurs :

- **Les processus Bottom-up**

Il s'agit des processus que l'on appelle des processus de traitement du bas vers le haut (Bottom-up) ou de la périphérie vers le centre. L'information qui nous provient de l'environnement est captée par les organes périphériques. Une grande partie de la compréhension que nous avons de l'environnement va dépendre des données sensorielles captées par ces organes périphériques. (Emmanuel Bigant, 2004).

- **Processus Top-down**

Il s'agit des processus qui « travaillent en sens inverse » (Top-down), c'est-à-dire que notre compréhension du monde et des signaux que nous captions dépend de nos connaissances, de notre mémoire au sens large. Ces processus de traitement, dirigés par les connaissances et par la mémoire, vont donc participer à l'analyse et à l'interprétation des signaux sensoriels captés à la périphérie.

1.4.2. Interaction des processus Bottom-up et Top-down

Si les **processus de bas niveau (Bottom-up)** sont indispensables dans la perception et la compréhension de la parole notamment dans de bonnes conditions de perception sonore, lorsque la situation d'écoute est difficile, un auditeur devra faire confiance aux **processus de haut niveau (Top-down)**, comme stratégie de compensation afin de comprendre le sens d'un message peu clair. En effet, la compréhension de la parole résulte de l'interaction entre processus de bas et de haut niveau (Zekvelda A., Heslenfeld D.J., et al. 2006). De plus, s'appuyant notamment sur les études de Davis et al., (2005) et Li et Fu, (2007) démontrant qu'un entraînement à l'aide de stimuli lexicaux donnait de meilleurs résultats qu'un entraînement à l'aide de stimuli non lexicaux, Oba, Fu et Galvin (2011) ont proposé un protocole basé sur des phrases administrées par ordinateur dans le bruit, au domicile des patients. Ces tâches font donc intervenir à la fois les processus bottom-up et top-down. Les résultats de cette étude démontrent une amélioration de la

compréhension de la parole en 10 heures d'entraînement, et suggèrent l'intérêt de concilier ces deux processus pour un entraînement auditif à destination des patients implantés cochléaires. (Oba, Fu et Galvin, 2011)

Selon **Lecocq P. et Segui J. (1989)** : « dans les situations habituelles de communication, les mots énoncés dans notre langue sont généralement compris avec beaucoup d'aisance et de rapidité ». Ceci suggère qu'une partie importante du processus de compréhension prend place lors de la perception auditive des mots.

Des études en psycholinguistique (Marslen-Wilson W. D., Welsh A., 1978, Mc Elland J. and Elman J.L., 1986) ont permis d'établir des liens entre « les niveaux infra-lexicaux de traitement » et ceux qui sont impliqués dans les processus supérieurs d'intégration (**Processus Top-down**) et de compréhension du langage. Dehaene-Lambertz et al. (2004) ont démontré que l'information auditive n'était pas traitée de la même manière selon qu'elle était considérée comme un signal acoustique ou comme une syllabe, **le traitement par le cerveau d'une syllabe étant plus rapide que le traitement acoustique.**

1.4.3. Traitement des informations par le cerveau auditif

La parole requiert un certain traitement d'informations et ne possède pas la possibilité d'être à la fois perçue et comprise instantanément par le cerveau.

Le cerveau auditif, qui reçoit les messages envoyés par la cochlée, est chargé de les interpréter et d'élaborer des réponses. Il est aussi **responsable de la mémorisation**, très importante pour les perceptions à venir durant les années de développement du langage, ou **dans les mois suivant une implantation cochléaire.**

L'accès au **lexique interne** (système organisé de connaissances que le sujet possède à propos des propres mots de sa langue, dans toutes leurs propriétés phonologiques, orthographiques, morphologiques, syntaxiques, morphosyntaxiques) est un **facteur intervenant dans la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires.**

2. Surdité et implant cochléaire

2.1. Prévalence et classification des surdités

La **prévalence de la surdité** congénitale est aujourd'hui de **1.5 à 1.7/1000 naissances**. En 2012, on comptait déjà plus de **200000 personnes implantées cochléaires** dans le monde dont plus de **10000 personnes en France**.

Afin de mieux comprendre la surdité, les incapacités et les handicaps qui découlent de ce déficit, nous ferons un bref rappel concernant les types de surdités.

Les surdités peuvent être classées selon le degré de perte auditive (légère, moyenne, sévère et profonde). La classification du Bureau International d'Audiophonologie (BIAP) définit les surdités en fonction du seuil minimal de perception des sons par la meilleure oreille, exprimé en décibels (dB HL pour « Decibels Hearing Level »), sur les fréquences de 500, 1000, 2000 et 4000 Hz. L'audition est dite normale si la perte auditive moyenne ne dépasse pas les 20 dB.

2.2 Définition et principe de fonctionnement de l'implant cochléaire

Une implantation cochléaire est une opération chirurgicale au cours de laquelle on implante dans l'oreille interne un système électronique qui va stimuler le nerf auditif. L'implant cochléaire est un appareil qui vise à remplacer, dans l'oreille interne, la fonction de l'organe de Corti. Le principe de l'implant cochléaire est de transformer les **signaux analogiques** captés par un microphone en **signaux numériques** qui stimulent directement les fibres du nerf auditif par l'intermédiaire d'électrodes insérées dans la rampe tympanique de la cochlée.

Notre oreille est naturellement composée de **3500 cellules ciliées** quand l'implant cochléaire fournit **une centaine de bandes de fréquences (grâce à une vingtaine d'électrodes au maximum)**. En effet, il est important de rappeler que l'implant cochléaire est une prothèse auditive qui ne permet pas une parfaite restitution de l'audition.

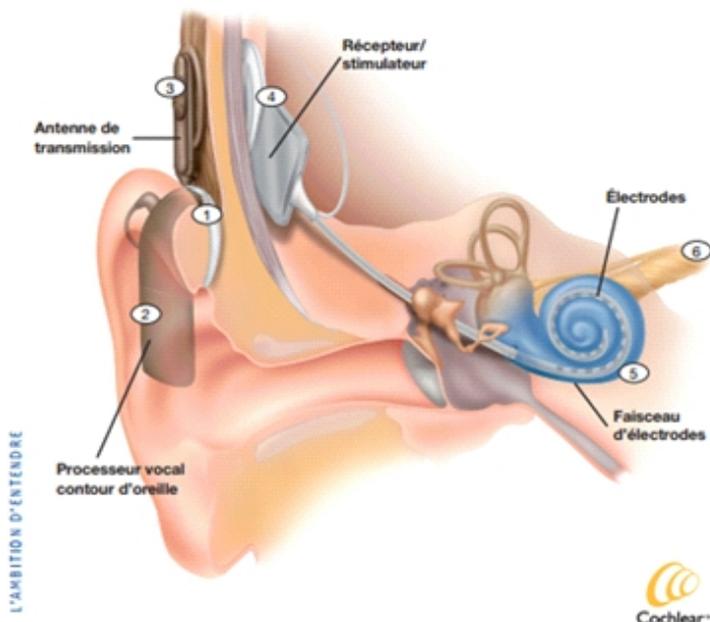


Fig. 5 Le fonctionnement de l'implant cochléaire (schéma tiré de la plaquette du CISIC « L'ambition d'entendre » 2011 p.6)

Les différentes étapes de transmission du son par l'implant cochléaire sont les suivantes :

- le son est perçu par le microphone situé à l'extérieur de l'oreille (1)
- le son est ensuite codé en signaux numériques par le processeur vocal (2)
- ces signaux sont ensuite envoyés à l'antenne de transmission (3)
- deux aimants (placés au niveau de l'os mastoïde, l'un appartenant à la partie externe de l'implant, le second étant fixé à l'intérieur de la boîte crânienne) permettent ensuite à l'antenne de transmission d'envoyer les signaux acoustiques (sons, parole) à l'implant (récepteur/ stimulateur) où ils sont convertis en signaux électriques (4)
- les signaux sont transmis au faisceau d'électrodes (5) afin de stimuler les fibres du nerf auditif dans la cochlée
- les signaux sont enfin transmis au cerveau où ils sont identifiés comme des sons (6)

2.3. Indications de l'implant cochléaire

La Haute Autorité de Santé (HAS) préconise une implantation cochléaire dans le cas des **surdités de perception sévères (71 à 90 dB de perte) à profondes (au-delà de 90 dB) bilatérales**. L'implantation est le plus souvent **unilatérale** mais une implantation bilatérale peut être indiquée dans certains cas.

L'implant cochléaire s'adresse à **toute personne devenue sourde brutalement ou appareillée par une prothèse auditive amplificatrice** (appareil qui modifie l'intensité sonore fournie aux liquides labyrinthiques par voie aérienne ou cutanéο-osseuse) ayant une **surdité bilatérale** avec un **gain d'appareillage inférieur à 50% sans lecture labiale** lors d'un **test audiométrique effectué en champ libre à 60 dB**. Avant toute implantation, pour les sourds congénitaux, un essai prothétique est effectué. Si les résultats obtenus grâce à la prothèse auditive sont jugés insuffisants, la pose d'un implant cochléaire peut être proposée. Les conditions nécessaires à la pose d'un implant sont multiples et **l'aspect psychologique est à prendre en compte**.

L'implantation cochléaire peut cependant aussi être bilatérale. Elle permet alors l'accès à la **stéréophonie** avec la restauration des capacités de **localisation spatiale**, et de la **reconnaissance de la parole dans le bruit**. De nombreuses études réalisées dans différents pays ont montré que pour une même personne, l'utilisation de deux implants améliore habituellement très nettement à la fois la **quantité des informations auditives** perçues et leur **qualité** (Zeitler et al., 2008). Ceci est particulièrement vrai dans les **atmosphères bruyantes**. L'une des limites de l'implantation cochléaire bilatérale est son coût.

Voici les **principales situations dans lesquelles l'implantation cochléaire bilatérale est envisagée** :

- S'il existe un **risque d'ossification de la cochlée**. C'est une situation rare mais urgente : si la cochlée s'ossifie, on ne pourra plus implanter. Il s'agit de cas de **méningites récentes** ou de **traumatismes crâniens sévères** avec fractures des deux rochers (os contenant les structures de l'oreille interne),
- Si le patient présente un **syndrome de Usher** (perte auditive congénitale bilatérale associée à une rétinite pigmentaire)
- S'il existe une **perte rapide de l'audition des deux côtés avec un bénéfice des aides auditives quasi nul**.
- Si après implantation d'un côté, **il existe une perte, progressive ou brutale, du bénéfice de l'aide auditive de l'autre côté**. On peut alors proposer un implant bilatéral en deux temps, dit « séquentiel », afin de restaurer une audition bilatérale.
- **Si le patient a de très bons bénéfices avec son premier implant et est en demande d'un second implant afin d'affiner sa perception auditive**. Cette

dernière situation est plus rare et c'est alors à l'équipe médicale de prendre la décision d'implanter bilatéralement.

Un bilan médical est obligatoire avant la prise en charge d'un patient atteint de surdité sévère, profonde ou totale dans le but de lui poser un implant cochléaire. Il se compose d'une consultation initiale avec le chirurgien, d'un bilan audiométrique, d'un bilan médical, d'un bilan psychologique et enfin d'une dernière consultation avec le chirurgien à l'issue de laquelle sera prise la décision d'une éventuelle implantation.

2.4. Perception de la parole par le patient implanté cochléaire

2.4.1. Sélectivité fréquentielle

Il s'agit de la faculté de distinguer deux sons émis simultanément. Selon une étude, les modifications du réglage de l'implant cochléaire ont un impact sur la perception auditive de la parole et sur la sélectivité fréquentielle. (Marx, 2013)

2.4.2. Démasquage spectral et temporel de la parole

Le démasquage de la parole est « l'amélioration substantielle de l'intelligibilité de la parole dans un bruit fluctuant par rapport à un bruit stationnaire, observée chez les sujets entendants ». Il est systématiquement réduit voire aboli chez les personnes présentant une surdité de perception et porteuses d'un implant cochléaire, ce qui engendre des grosses difficultés de compréhension (Lorenzi, 2006). **Chez le patient implanté cochléaire**, la dégradation de la sélectivité fréquentielle et un trouble de la perception des informations de structure temporelle fine semblent participer à la réduction du démasquage observé, ce qui serait responsable de l'altération de la compréhension de la parole. Shannon et al. (1995), Nelson P.B., Jin S.-H., (2004) ont mis en évidence que la dégradation des informations spectrales et de l'enveloppe temporelle ont un fort impact sur la compréhension de la parole chez le patient implanté.

2.4.4. Altération du spectre de la parole

Certains auteurs (précis d'audioprothèse, 2008) ont étudié l'impact d'un entraînement auditif chez le patient implanté cochléaire à l'aide d'enregistrements, et ont pu mettre en évidence les nombreux facteurs entrant en jeu dans la perception de la parole enregistrée :

- le matériel vocal employé (différent selon la langue, le contenu, le nombre, la diversité du ou des locuteurs)
- les conditions d'enregistrement
- les procédés d'enregistrement

Ils ont proposé d'utiliser un spectre moyen de la parole mesuré à long terme (LTASS Long Time Average Speech Spectrum). Lorsque la position du locuteur varie, le LTASS se modifie. Ainsi, la perception des éléments aigus sera difficile dans un environnement sonore complexe, comme au téléphone.

Ces différents paramètres vont avoir un impact sur la perception de la parole dans les enregistrements effectués pour notre étude.

3. Le téléphone et sa perception : chez le normo-entendant et chez le patient implanté cochléaire

3.1. Téléphonie et bande passante: principes et fonctionnement

La bande passante habituellement utilisée en téléphonie s'étend de **300 Hz à 3400 Hz** quand on sait que le spectre d'émission vocale s'étend de **125 à 8000 Hz**. **Cote N. (2005)** a démontré que l'apport des nouvelles technologies liées aux réseaux a permis une utilisation plus flexible de la transmission de la parole. En effet, son étude avait pour but de quantifier l'apport d'une amélioration que connaît la téléphonie, la « large-bande ». Il conclut que l'apparition d'une **nouvelle bande passante 50-7000 Hz**, améliore significativement la qualité du signal de parole transmis et donc sa perception au téléphone.

Cependant, cette bande passante n'étant pas présente sur tous les téléphones, nous avons choisi dans notre étude de nous baser sur le signal dégradé dont la bande de fréquence s'étend de **300 à 3400 Hz**, d'autant qu'au téléphone, la qualité de compréhension dépend aussi beaucoup de l'environnement et du réseau.

3.2. Choix du téléphone : fixe ou portable ?

- Plus de 80 % des personnes comprennent au moins quelques mots au téléphone. Mais elles ne sont que 60 % à peine à pouvoir converser librement. Parmi les personnes ayant effectué des séances de rééducation avec le téléphone, 80 % peuvent téléphoner facilement.

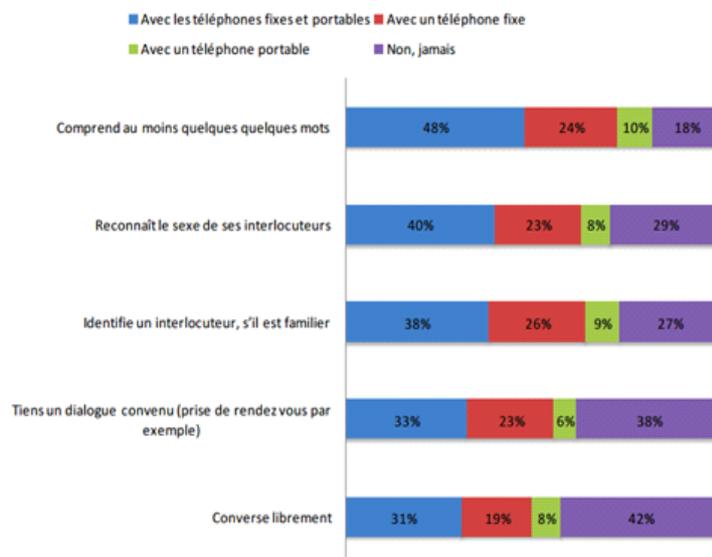


Figure 39 : Précisez la compréhension par type de téléphone :

Fig. 6 – Graphique extrait de l'enquête CISIC 2012 « L'implant cochléaire au quotidien »

Peu après l'implantation, les personnes atteintes de surdité acquise ressentent très souvent « une forte appréhension vis-à-vis du téléphone le plus souvent parce qu'il est devenu un cauchemar durant la période d'installation de la surdité ». Pourtant, plusieurs études dont la plus récente publiée par le CISIC (2012), démontrent que de très nombreuses personnes implantées arrivent à téléphoner de nouveau.

Sur le graphique ci-dessus (fig.6) , nous notons que la majorité des patients téléphonant avec leur implant peuvent le faire avec un téléphone fixe ou portable. Mais de manière générale, sur la totalité des patients interrogés, seuls 40% reconnaissent le sexe de leur interlocuteur et à peine plus de 30% peuvent passer un appel « non convenu ». Cela montre **l'hétérogénéité des performances des patients implantés cochléaires**. Cependant, les profils initiaux des patients de cette étude sont très hétérogènes de par l'âge, le type et le degré de surdité, le niveau initial, et le suivi orthophonique des patients. Nous ne pouvons donc pas tirer de conclusions générales à partir de cette étude.

3.2.1. Choix d'un téléphone fixe

Le site de l'IFIC (Institut Francilien d'Implantation Cochléaire) donne des informations concernant le choix du téléphone. Les auteurs de l'un des articles

disponibles sur ce site soulignent l'importance du choix du téléphone utilisé, surtout au début, lorsque l'on commence à l'appivoiser / le ré-appivoiser : **au départ**, il est conseillé si possible d'utiliser un **téléphone filaire de bonne qualité** dont le combiné est relié à sa base par un fil et qui possède un gros combiné. Ces téléphones sont souvent de meilleure qualité que les téléphones fixes sans fil actuels. Néanmoins, la qualité sonore des téléphones sans fil modernes se rapproche de plus en plus de celle des téléphones à combiné filaire.

3.2.2. Choix d'un téléphone mobile

Lors d'un début de travail de la compréhension au téléphone chez le patient implanté cochléaire, on peut lui conseiller de choisir le téléphone qui lui fournira la meilleure qualité sonore en fonction des modèles existants et de son implant. Des réseaux spécialisés comme l'IFIC (Institut Francilien d'Implantations Cochléaires) à Paris sont prévus pour l'accueil et l'accompagnement des patients implantés cochléaires.

Il existe aussi un site internet, GARI (www.gari.info), présenté lors de la conférence « Ensemble pour mieux entendre » le 27 septembre 2014. Ce dernier fournit des informations sur les composantes techniques de chaque téléphone, afin de répondre au mieux aux besoins de chacun et de guider les patients dans leur choix d'un téléphone.

La numérisation du son (conversion d'un signal analogique en signal numérique) présente un avantage important : sa perméabilité au bruit. C'est ce qui rend la compréhension avec une ligne fixe a priori meilleure qu'avec un téléphone portable. Par ailleurs, nous avons constaté en séance avec certains patients de l'étude que les smartphones actuels ont un son de meilleure qualité que les téléphones filaires. En effet, certains perçoivent mieux la parole avec un smartphone qu'avec un téléphone filaire même sans système Bluetooth.

3.3. Obstacles à la bonne transmission du signal de parole au téléphone

Le réseau téléphonique public est perturbé par le fonctionnement des divers équipements qui le composent. Ces perturbations représentent des obstacles à la transmission correcte du signal de parole au téléphone.

L'un des désagréments les plus gênants lors des conversations téléphoniques est **l'écho**. A l'émission, il peut exister un **écho acoustique** dû aux propriétés

sonores de la pièce dans laquelle le locuteur se trouve. Les échos lointains parfois présents peuvent entraver considérablement la conversation, dès lors qu'ils dépassent 50 ms.

Lors de leur parcours sur les voies téléphoniques, les messages vocaux sont sujets à plusieurs distorsions : ils sont **déformés et affaiblis**. Pour simplifier ces équipements et pour réduire leur coût, le signal subit une **compression susceptible de distordre le signal**. Mais les processeurs de certains implants récents sont devenus quasiment insensibles aux interférences tant que l'on n'active pas leur capteur magnétique (position T, cf explication de cette aide technique en **annexe 12 page A39**) , limitant ainsi a priori ces effets de distorsion.

Rappelons par ailleurs que chaque phonème possède une plage fréquentielle qui lui est propre et qui lui permet notamment d'être différencié de certains phonèmes. La bande étroite du téléphone ne permettant pas de transmettre l'intégralité des fréquences présentes dans un signal de parole, **les phonèmes les plus aigus, comme les fricatives**, sont difficiles à discriminer en dehors d'un contexte et peuvent provoquer des confusions phonémiques. Ainsi, au téléphone, le /s/ est par exemple limité à 3000 Hz.

3.4 Différences interindividuelles et performances auditives au téléphone chez le patient implanté cochléaire

Chez le patient implanté cochléaire comme chez le normo-entendant, il existe une **variabilité interindividuelle** qui est fonction des locuteurs, et peut jouer sur la perception et la compréhension de la parole. De plus, quand on s'habitue à la voix de quelqu'un, son timbre, son débit, son élocution, on a plus de facilités à le comprendre.

Nous avons détaillé l'influence de ces variables sur l'intelligibilité chez les patients implantés de manière générale. Elle est d'autant plus marquée dans le cadre de la compréhension au téléphone.

Des études ont aussi démontré que des paramètres liés au patient lui-même comme la **durée et l'étiologie de la surdité, l'âge d'implantation, l'état de santé du patient**, la **profondeur d'insertion des électrodes**, peuvent avoir des retentissements sur les performances auditives du patient. (Eggermont et Ponton, 2003, cités par Fu et Galvin (2011))

D'autres mesures psychoacoustiques comme la **discrimination des électrodes** (Donaldson et Nelson, 2000), la **modulation temporelle** (Fu, 2002), la **répartition fréquentielle et le nombre d'électrodes fonctionnelles** (Gallego, 1998) ont aussi été mises en corrélation avec les performances de perception de la parole dégradée chez le patient implanté cochléaire. Enfin, des paramètres cognitifs et langagiers vont influencer la compréhension au téléphone, comme la **richesse du langage oral** et les capacités de **suppléance mentale**. (la corrélation entre mémoire de travail et stock lexical, phonologique, compétences morphosyntaxiques a été mise en évidence par Pisoni, 2000)

3.5. L'entraînement auditif des patients implantés cochléaires au téléphone et dans le bruit

3.5.1. L'usage du téléphone chez les patients implantés cochléaires

De nombreuses études étrangères ont été menées sur la question. Effectuée en 2004, celle de **Adam et al.** démontre que sur 86 patients, 38 (44%) n'utilisent pas le téléphone, 36 (42%) sont capables de l'utiliser seul sans assistance, et 12 (14%) sont capables de l'utiliser avec assistance (aide technique par exemple). L'étude la plus récente semble être celle réalisée par le CISIC (Centre d'Information sur la Surdité et l'Implant Cochléaire), en 2012. En complément des résultats de cette enquête, nous ne citerons ici que les dernières études les plus représentatives. Sur 702 patients, **59% des personnes interrogées répondent qu'elles peuvent téléphoner avec leur implant cochléaire**. 27% disent ne pas téléphoner soit parce qu'elles ne comprennent pas au téléphone (19%), soit par crainte de ne pas comprendre (18%). Il est intéressant de noter que **92% ayant répondu à l'enquête ont bénéficié de séances de r ducation pour travailler la compréhension sans lecture labiale** mais seuls **31% ont bénéficié d'une r ducation de la compréhension au téléphone**.

Pourtant, nombre d'études scientifiques s'accordent à dire que l'entraînement auditif à l'aide de programmes spécifiques par ordinateur améliorerait les performances des patients implantés cochléaires. (Henshaw H., Ferguson M.A., 2013). Mais les entraînements ayant été réalisés pour différentes études consistent majoritairement en la répétition de logatomes, de mots ou de phrases filtrés, imitant la perception que l'on en a au téléphone. Ils demandent parfois un fort

investissement du patient à domicile. **Une rééducation de la compréhension au téléphone en séance d'orthophonie représenterait donc un intérêt pour des patients implantés cochléaires en demande.**

3.5.2. Corrélation entre facteurs cognitifs et perception de la parole filtrée

Derieux et Guenser (2009) ont comparé les retentissements du filtrage sur la perception des phonèmes ainsi que sur celle des phrases. D'après les tests effectués, les phonèmes seuls sont moins bien perçus en condition filtrée que les phrases, ce qui montrerait l'influence des facteurs cognitifs tels que l'aide contextuelle et la suppléance mentale dans la perception de la parole filtrée. De plus, Ambert-Dahan E. (Les entretiens de Bichat, 2011) souligne l'intérêt d'une rééducation auditivo-cognitive pour améliorer la compréhension dans le bruit ou dans des situations complexes comme au téléphone.

3.5.3. Effets d'un entraînement auditif dans le bruit et par ordinateur

Toutes les études concernant un entraînement auditif chez les patients implantés cochléaires ont fait appel à différentes méthodes spécifiques mais peu ont utilisé des stimuli à bases de phrases. En effet, la plupart des protocoles cités ci-après sont basés sur un entraînement auditif de minimum 10 séances à partir de stimuli composés de logatomes et / ou de mots (Consonne Voyelle Consonne CVC).

Shannon et al. (1995) ont obtenu d'excellents scores d'intelligibilité de la parole en modulant des bruits blancs ou des bandes de bruits par l'enveloppe de signaux de parole.

Une expérience menée par Fu et al. (2005) a démontré qu'un entraînement auditif basé sur l'identification de voyelles et de consonnes à l'aide d'enregistrements de plusieurs voix pouvait significativement améliorer la reconnaissance de la parole dont les informations spectrales ont été modifiées. Ils soulignent cependant que cette amélioration varie en fonction des protocoles d'entraînement utilisés.

Fu et Galvin (2007) ont fait un état des lieux des protocoles d'entraînement auditif assistés par ordinateur afin de déterminer si certains peuvent se révéler efficaces pour améliorer la reconnaissance de la parole, notamment chez les patients en difficulté dans le bruit. Voici un échantillon des différents protocoles d'entraînement ayant fait l'objet d'études :

- **Wu et al. (2007)** ont expérimenté le programme **CAST (Computer Assisted Speech Training)**. Il s'agit d'un programme d'entraînement peu cher et accessible pour la réhabilitation auditive des patients implantés cochléaires. Leur étude a porté sur l'utilisation de ce programme avec une demi-heure d'entraînement quotidien, **cinq jours par semaine, pendant 10 semaines**. Le score de reconnaissance des principales voyelles est passé de **63.1% à 84.8 %** (.).
- **Fu et Galvin (2007)** ont évalué l'effet d'un entraînement auditif à base de **parole filtrée** sur **18 personnes déficientes auditives implantées cochléaires**. Les participants ont été entraînés à l'aide d'un protocole basé sur les contrastes phonétiques, à raison de **cinq séances d'une heure**. Ils ont été divisés en trois groupes, bénéficiant d'une heure, trois heures ou cinq heures hebdomadaires. Les résultats montrent que la fréquence d'entraînement semble aider le patient à s'adapter plus rapidement mais ne semblent pas beaucoup affecter les résultats en termes de performances. Il faudrait révéifier cette hypothèse à l'aide d'un nombre de séances plus important. Ces résultats suggèrent que même avec un entraînement irrégulier, les patients pourraient améliorer leurs performances auditives grâce à cet entraînement.
- **Milchard et Cullington (2004)** ont réalisé une étude sur dix sujets implantés cochléaires, testés avec **80 stimuli filtrés** de type Consonne Voyelle Consonne CVC (par exemple BAD BAG BAT BACK). Cette étude confirme que la bande passante a un impact considérable sur la reconnaissance de mots phonétiquement proches et qu'un entraînement sur la différenciation de ce type de stimuli peut se révéler efficace.
- **Dawson et Clark (1997)** ont aussi conclu à l'effet positif d'un entraînement auditif à la perception de voyelles synthétisées mais le nombre de patients n'étant pas significatif, il est difficile de tirer des conclusions de ces études.

Notons que la variabilité des résultats obtenus dans les différentes études n'est pas uniquement liée aux performances de reconnaissance de la parole du patient, mais aussi à la période d'adaptation à l'implant et aux nouveaux patterns auditifs perçus.

Nous avons constaté que les facteurs influant sur les performances du sujet implanté cochléaire au téléphone étaient nombreux. C'est pourquoi la mesure de

l'efficacité des protocoles d'entraînement auditif de la parole à l'aide de supports informatisés proposés chez les patients implantés cochléaires, dans le bruit et au téléphone est complexe. A ces facteurs s'ajoutent aussi :

- la fréquence d'entraînement et la durée d'entraînement,
- la qualité des enregistrements (préservation suffisante des éléments acoustiques lors de la dégradation du signal de parole)
- le niveau initial de compréhension sans lecture labiale des patients
- leur niveau initial de compréhension au téléphone

3.5.4. Évaluation de la compréhension au téléphone chez le patient implanté cochléaire

Un mémoire d'orthophonie a étudié les liens entre altération du signal et performances téléphoniques chez le patient implanté cochléaire. Ainsi, Callies A. et De Bergh M. (2009) ont élaboré un protocole de recherche, testé sur 27 patients et basé sur trois **axes différents** : **Un questionnaire** composé de 36 questions, des **tests orthophoniques (IC seul)** composés de deux listes cochléaires de LAFON (monosyllabiques), d'une liste dissyllabique de Fournier, d'une liste de phrases MMBA dans le silence, d'une liste de phrases MMBA dans le bruit avec différents rapports signal / bruit, et **un test téléphonique composé de listes MMBA (IC seul), et de tests sur des conversations dites convenues et non convenues** (Répondre à des questions en liste fermée issues de la BIA d'Annie Dumont, prendre un message téléphonique en écoutant le répondeur et répondre aux questions d'une enquête de consommation). Elles ont mis en évidence que les compétences initiales en reconnaissance de la parole dans le calme et dans le bruit peuvent expliquer les différences interindividuelles existant entre les performances au téléphone des sujets de l'étude. Par ailleurs, au regard des résultats de leurs patients, elles ont pu constater qu'un seuil de 50% de réussite aux tests de répétition de phrases MMBA ne serait pas indispensable pour que le patient puisse commencer à téléphoner dans des situations convenues.

3.5.5. Pistes rééducatives pour la réhabilitation de la compréhension au téléphone

Callies et De Bergh (2008) proposent des pistes pour la rééducation de la compréhension au téléphone chez les patients devenus sourds implantés

cochléaires dans leur brochure d'informations « Comment aborder la communication téléphonique au cours de la rééducation orthophonique des adultes devenus sourds et implantés cochléaires ? ». En premier lieu, il est nécessaire d'apprendre au patient à **positionner le combiné par rapport au micro du processeur vocal**. Elles suggèrent ensuite **d'essayer les différents réglages du processeur et les différentes aides techniques** (position T, téléphone adapté). Puis débute l'entraînement auditif au téléphone. Nous citerons ici quelques pistes qu'elles ont proposées. Certaines nous ont été utiles pour construire notre protocole :

- **Discrimination des différentes tonalités téléphoniques** (tonalité occupée, tonalité durant une sonnerie...)
- **Répétition de mots en liste fermée** (liste donnée au patient) dans l'ordre puis le désordre
- **Répétition de phrases courtes** (puis de plus en plus longues) lues au préalable par le patient
- **Répétition de mots en liste semi-ouverte** (thème donné au patient : vacances, sports...)
- **Reconnaissance des mots d'un texte à trous à compléter**
- **Conversations sur un thème donné puis libre**
- **Petites conversations initiées par le patient dont la trame a été prédéfinie.**
- **Conversations où le sujet implanté répète chaque question posée avant d'y répondre** pour que l'orthophoniste confirme la bonne réception du message.
- **Conversation initiée par le patient où seul le thème général a été prédéfini.**
- **Exercices** demandant au patient implanté de **réaliser un certain nombre d'ordres par téléphone** (par exemple : positionner un monument sur une carte)
- Apprendre au patient les « **stratégies de réparation** » (demandes de répétition, clarification, reformulations, stratégies d'épellation, stratégies pour les nombres...).
- Travail **au téléphone** avec **des messages contenant des noms propres et des adresses.**

- Travail avec **différents types de téléphones** (portable, fixe)
- Travail avec **différents environnements** (calmes ou bruyants)
- Travail avec **différents types d'interlocuteurs** (différents âges, connus ou inconnus, plus ou moins familiers, avec un accent étranger...).
- Travail sur des **situations écologiques** (type prise de rendez-vous médical,...).
- Travail sur des **simulations d'appels**.

4. Problématique et hypothèses

L'utilisation du téléphone est une tâche complexe pour certains patients implantés cochléaires. De nombreuses études démontrent que l'implant cochléaire ne transmet pas de la même manière et avec la même qualité les indices phonémiques de la parole. Des variables intrinsèques et extrinsèques entrent en jeu dans la perception de la parole, dans le silence, dans le bruit ou encore dans le cadre d'un contexte dégradé (variabilité inter et intralocuteurs, hauteur, débit verbal). D'autres études étrangères recensées dans la partie théorique ont étudié l'impact d'un entraînement auditif à l'aide du filtrage chez les patients implantés cochléaires.

Si ces études nous renseignent sur la perception auditive des patients implantés cochléaires, sur l'influence lexicale dans la perception auditive en contexte de signal dégradé, nous n'en avons trouvé aucune ayant étudié l'impact d'un entraînement auditif écologique à base de stimuli verbaux contextuels dans le but d'une amélioration de l'utilisation du téléphone par les patients implantés.

De manière générale, peu d'études françaises se sont intéressées à l'impact de la bande passante (300-3400 Hz) sur la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires. Deux mémoires d'orthophonie ont porté sur l'implant cochléaire et le téléphone. L'un, cité antérieurement, porte sur l'évaluation de la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires (Callies et De Bergh, 2009), l'autre sur le rôle des facteurs cognitifs dans cette compréhension (Derieux et Guenser, 2010). Les auteurs arrivent à la conclusion qu'il serait intéressant d'étudier l'impact d'un entraînement auditif spécifique au téléphone, alliant travail analytique et travail de la suppléance mentale, en complément des résultats de leurs études. C'est bien le but de ce mémoire.

A court terme, le protocole a pour objectif d'améliorer la compréhension en conversation dite « convenue » (cf définition en **annexe 11 page A38**). A long terme, si l'entraînement était poursuivi, il aurait pour but d'améliorer la compréhension en conversation dite « non convenue » (cf définition en **annexe 11 page A38**), quel que soit l'interlocuteur à l'autre bout du téléphone.

Voici nos hypothèses de départ :

Hypothèse 1 : Un entraînement auditif basé sur des exercices écologiques contextuels devrait favoriser la suppléance mentale des patients, facilitant ainsi la reconnaissance de certains mots ou de certains noms propres au téléphone.

Hypothèse 2 : Un entraînement spécifique sur un vocabulaire ciblé pourrait aider le patient à reconnaître plus facilement les mots utilisés lors de conversations non convenues mais spécifiques à un domaine en particulier (rendez-vous chez le médecin, commande pour livraison à domicile, location d'un appartement, etc.).

Hypothèse 3 : Le fait de travailler avec différentes voix filtrées (voix grave, voix aiguë, débit plus ou moins rapide, intensité plus ou moins forte selon le locuteur) contribuerait à améliorer la généralisation et la perception de voix inconnues, et encouragerait le patient à initier des appels téléphoniques avec des interlocuteurs inconnus.

L'objectif de notre expérimentation est de déterminer si notre matériel présenterait un intérêt pour travailler la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires, dans le cadre de la rééducation orthophonique et dans quelle mesure il pourrait être bénéfique pour le patient.

En fin de protocole, un questionnaire proposé aux orthophonistes et aux patients de notre étude nous permettra d'analyser les ressentis des patients et des professionnels, afin de déterminer si ceux-ci ont apprécié la dimension écologique du protocole et s'ils ont pu observer une progression, tant dans les exercices qu'au téléphone à proprement parler pour ceux qui auront pu y accéder.

Nous apprécierons ensuite, à l'aide de l'analyse des résultats obtenus au fil des séances, si la population étudiée peut développer et améliorer ses compétences au téléphone à l'aide des exercices proposés.

Si l'on s'en tient aux conclusions des études citées antérieurement, la rééducation orthophonique à l'aide d'un protocole contenant des exercices de complexité progressive devrait aider les patients implantés à affiner leur perception de la parole au téléphone, leur permettant ainsi de retrouver confiance en eux pour passer des appels téléphoniques, en situation dite « convenue » au départ, comme lors de prise de rendez-vous par téléphone, puis lors de situations « non convenues » abordant différents sujets avec des interlocuteurs connus ou non. Nous discuterons donc des intérêts et des limites des différents exercices proposés dans notre protocole.

Sujets, matériel et méthode

1. Généralités

L'objectif de ce mémoire est d'étudier l'impact d'un entraînement auditif écologique dans le cadre de la réhabilitation de la compréhension au téléphone chez des patients implantés cochléaires, adolescents et adultes, de profils différents. Ce protocole a été élaboré à partir d'exercices classiquement utilisés pour la rééducation de la boucle audio-phonatoire. Certains font travailler l'audition seule. D'autres font intervenir des facteurs cognitifs comme la suppléance mentale. Les derniers exercices sont composés de conversations téléphoniques pré-enregistrées et filtrées portant sur différents thèmes.

1.1. Présentation de la démarche

A ce jour, peu d'études françaises ont porté sur l'impact d'un entraînement auditif orthophonique composé de mots, de phrases et de textes pré-enregistrés avec différentes voix filtrées. A titre d'exemple, Borel et De Bergh (2013) ont effectué une étude portant sur les bénéfices d'un entraînement auditif de 10 séances chez une patiente de 66 ans. Cet entraînement n'était pas uniquement axé sur le téléphone mais les résultats montrent à l'issue des 10 séances une amélioration de l'utilisation du téléphone avec l'implant cochléaire. Nous avons donc cherché à créer un matériel écologique spécifiquement destiné au travail de la compréhension au téléphone chez le patient implanté.

Notre démarche s'est déroulée en plusieurs étapes : nous avons tout d'abord proposé aux patients un **test orthophonique** suivi d'un **questionnaire**, pour évaluer leur **niveau initial**, leurs habitudes téléphoniques antérieures et déterminer s'ils rentraient dans nos critères d'inclusion. Puis nous avons expérimenté le protocole auprès de chacun des patients. Enfin, nous avons évalué les changements éventuels constatés par les patients et les professionnels après les séances du protocole. Nous avons aussi souhaité évaluer s'il y a eu un éventuel transfert aux situations rencontrées dans la vie quotidienne.

Cette évaluation post-protocole comprend à nouveau un **test orthophonique**, **deux questionnaires**, l'un à destination de l'orthophoniste, le second à destination

du patient et une mise en **situation réelle**. Cette mise en situation n'a cependant pu être proposée qu'à quatre des patients de notre étude.

1.2. Présentation de la population

1.2.1. Critères d'inclusion

Nous avons recruté une population de patients implantés cochléaires selon les critères suivants :

- Age minimum : 12 ans
- Surdité sévère à profonde
- Surdité congénitale ou acquise
- Implant cochléaire unilatéral ou bilatéral avec ou sans prothèse controlatérale
- Patient implanté depuis au moins 2 mois
- Port régulier de l'implant cochléaire
- Langue maternelle : français
- Assiduité régulière aux séances orthophoniques et / ou disponibilité en dehors des séances habituelles
- Motivation pour travailler la compréhension au téléphone
- Niveau socio-culturel : tous niveaux socio-culturels
- **Niveau de compréhension sans lecture labiale ( valu  à l'aide du PAV2L) suffisant pour démarrer un entraînement de la compréhension au téléphone :**
 - au moins 50% de bonnes réponses en liste fermée
 - au moins 50% des mots correctement perçus à la deuxième lecture à l'épreuve de compréhension de phrases
- Efficacité de la suppléance mentale (meilleur score en répétition de mots en liste fermée)
- Possibilité de répondre à certaines questions simples issues de la Batterie d'Intelligibilité Auditive (BIA) d'Annie Dumont, au téléphone

Nous avons déterminé le seuil d'inclusion de manière subjective, partant du postulat que le patient doit posséder une compréhension minimum des phrases sans lecture labiale avant de pouvoir commencer une rééducation de la compréhension au

téléphone. En effet, rappelons qu'au téléphone, la qualité de la parole est dégradée et que le patient ne peut pas s'appuyer sur la lecture labiale. Avec ce seuil, nous espérons pouvoir entraîner le patient à téléphoner dans des situations convenues.

1.2.2. Critères d'exclusion

- Excellent niveau de perception et de compréhension sans lecture labiale et au test au téléphone : l'entraînement proposé serait trop simple et ne permettrait a priori pas au patient de progresser
- Absence de motivation pour une rééducation de la compréhension au téléphone
- Niveau de compréhension sans lecture labiale trop faible
- Handicap associé (troubles cognitifs)
- Trouble sensoriel autre que la surdité (cécité)

1.2.3. Recrutement de la population

Nous avons contacté des orthophonistes exerçant en cabinet libéral à Paris et à Lille, ainsi que des orthophonistes travaillant en milieu hospitalier à l'hôpital Rothschild et à l'hôpital La Pitié Salpêtrière.

Nous l'avons exposé en détails, nombreux sont les paramètres intervenant dans le niveau de compréhension du patient implanté cochléaire : le type et le degré de surdité ne sont pas les seuls facteurs influents. Nous avons cependant souhaité évaluer si le niveau de compréhension au téléphone des patients implantés cochléaires pourrait s'améliorer à l'aide de ce protocole, quel que soit leur niveau initial.

C'est pourquoi les profils des patients de notre étude sont différents et leur niveau hétérogène. Le **tableau ci-après** présente succinctement les différents patients de notre étude. Les **profils détaillés** de chacun des sept patients sont proposés en **annexe pages A 15 à A 25**.

Patients	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	Monsieur P.	Madame N.	J.	F.	Monsieur X.	Monsieur R.	Monsieur S.
Sexe	M	F	F	M	M	M	M
Age	54 ans	59 ans	20 ans	13 ans	36 ans	60 ans	67 ans
Type et étiologie de la surdité	Acquise d'étiologie inconnue	Acquise d'étiologie inconnue	Congénitale d'étiologie inconnue	Congénitale génétique	Acquise et évolutive	Acquise d'origine ototoxique	Acquise (Maladie de Ménière)
Age de début de la surdité	44 ans	53 ans	Naissance	Naissance	34 ans	52 ans	6 ans
Age d'implantation	44 ans (3 mois après découverte de la surdité)	56 ans	5 ans	11 ans	34 ans à droite, 35 ans à gauche	65 ans	57 ans à gauche, 59 ans à droite
Durée de port d'une prothèse controlatérale	Absence de prothèse controlatérale	3 ans	19 ans	12 ans	Bi-implantation	Prothèse controlatérale depuis l'âge de 9 ans	Bi-implantation
Téléphones employés	HTC (patient) et Siemens Gigaset	Iphone 5 (patient) et Siemens Gigaset	Iphone 5 (patient) et Siemens Gigaset	Iphone 5 (patient) et Siemens Gigaset	Samsung (patient) et Alcatel	Siemens Gigaset	Siemens Gigaset

Tableau I. Profil des patients

2. Composition de l'évaluation

2.1. Évaluation pré-entraînement

Nous avons mis en place une expérimentation permettant une comparaison entre différents patients **adolescents** et **adultes**. Afin d'évaluer les compétences initiales des patients et de vérifier qu'ils répondaient aux critères d'inclusion de notre étude, nous avons proposé le **PAV2L** (*Évaluation de la Perception Auditive Verbale de la Lecture Labiale de l'adulte devenu sourd*), sans lecture labiale uniquement.

Le **livret de passation** utilisé se trouve en **libre accès sur internet**. Ce test comporte :

- Une **matrice de confusion phonétique**,
- Des **listes de mots ouvertes à fermées** (liste ouverte de LAFON, mots dissyllabiques en liste ouverte, semi-fermée et fermée),
- Une **épreuve appelée « compréhension de texte »** qui consiste en la compréhension globale d'un texte de quelques phrases et la répétition des phrases du texte une à une.
- Une **épreuve de répétition de nombres**
- Une **épreuve de fluence**

Nous avons choisi ce test car il permet de tester la perception des phonèmes, l'identification de mots isolés et de phrases contextuelles, tout en testant subjectivement la mémoire de travail (dans l'exercice de compréhension de phrases plus ou moins longues), et les capacités d'évocation (fluence verbale).

Au PAV2L initial, nous ajoutons une **épreuve issue de la Batterie d'Intelligibilité Auditive (BIA) d'Annie Dumont (1998) que nous faisons passer au téléphone**, afin d'évaluer les capacités du patient à répondre à des questions simples dans ce contexte. Les **tableaux ci-après** présentent les **résultats aux tests quantitatifs et qualitatifs initiaux**. Le premier présente une brève synthèse des résultats aux questionnaires initiaux concernant l'usage du téléphone et aux 10 questions issues de la BIA par téléphone. Le second présente les résultats au PAV2L. Le questionnaire proposé et les 10 questions issues de la BIA sont joints respectivement en **annexes 3 pages A7 à A12 et 4 page A13** .

2.2. Évaluation post-entraînement

Pour l'**évaluation post-entraînement**, nous avons proposé **deux questionnaires (Annexes 8 page A29 et 7 page A26)** :

- **l'un à destination des orthophonistes** testeurs afin de recueillir leur opinion concernant le protocole en lui-même et la progression du patient. Les questions portent sur la durée et la régularité de l'entraînement, l'apport et l'intérêt éventuel des exercices, l'évolution du patient. Il avait aussi pour objectif de recueillir les remarques et suggestions des professionnels afin que ce protocole puisse éventuellement être repris et enrichi ultérieurement. Ces remarques se trouvent en **annexe 9 page A32**.
- **le second à destination des patients**, afin de savoir s'ils ont trouvé un intérêt au protocole, ce qui leur a paru simple et ce qui leur a paru plus difficile. Nous souhaitons aussi évaluer s'il a contribué à un changement quant à leur utilisation du téléphone. Les réponses à ces questionnaires seront exposées dans la partie résultats.

En complément de ces deux questionnaires, nous avons proposé à trois patients un **PAV2L post-entraînement auditif, ainsi qu'une mise en situation réelle**. Nous n'avons donc pu aller au bout de notre démarche qu'avec trois des sept patients de l'étude. Les quatre autres ont bénéficié de l'entraînement auditif complet mais n'ont pas bénéficié du bilan PAV2L post-entraînement. Ce point sera abordé dans la partie discussion.

Patients	Durée port IC	Usage téléphonique	Motivation pour travail du téléphone	Compréhension sans lecture labiale au PAV2L (Épreuve 6)	Réponses aux questions de la BIA
Monsieur P.	10 ans	Avant l'apparition de la surdité : usage fréquent	Très en demande de travail de la compréhension au téléphone	50% (2/4) de phrases répétées correctement. Niveau de compréhension sans lecture labiale supérieur à la moyenne M au PAV2L (M = 42,5%)	Réponses à des questions ouvertes au téléphone difficiles
		Depuis l'implantation : nul		Plus de difficultés sur les mots isolés	
J.	20 ans	Actuellement : Converse très bien avec des interlocuteurs familiers mais difficultés à tenir une conversation avec un interlocuteur inconnu (appréhension)	En demande de travail de la compréhension au téléphone pour téléphoner à des interlocuteurs qui n'ont pas connaissance de sa surdité.	Très bon niveau de compréhension sans lecture labiale (100% des phrases répétées)	8 questions sur 10, avec une répétition pour l'une des questions. Réponses toujours adaptées 1 seule question a nécessité d'être répétée.
F.	3 ans	Actuellement : Peut tenir une conversation avec des interlocuteurs familiers mais plus de difficultés en situation non convenue ou avec des interlocuteurs inconnus	Motivé afin de pouvoir téléphoner à des interlocuteurs moins familiers	Très bon niveau de compréhension sans lecture labiale (100% des phrases répétées au PAV2L)	7 réponses adaptées sur 10 questions. Les questions contenant moins d'éléments lui permettant de déduire par le contexte ont nécessité plusieurs répétitions
Monsieur X.	1 an à gauche, 2 ans droite	Avant l'apparition de la surdité : usage fréquent	En demande de travail de la compréhension au téléphone en séance d'orthophonie	Bon niveau de compréhension sans lecture labiale (92,3% des phrases répétées au PAV2L)	10 réponses adaptées aux 10 questions posées
		Depuis l'implantation : prend peu l'initiative de téléphoner et répond rarement au téléphone.			

Tableau II . Critères d'inclusion - Présentation des patients et résultat à l'épreuve de la BIA

Mme N.	3 ans	Actuellement : Téléphone avec haut parleur. Pas de téléphone sans haut-parleur depuis l'apparition de sa surdité	En demande de travail de la compréhension au téléphone mais beaucoup d'appréhension	Très bon niveau de compréhension sans lecture labiale (96% des phrases répétées au PAV2L)	10 réponses adaptées, mais la question « qu'avez-vous vu ? » nécessite d'être répétée et elle comprend « chez vous » pour « votre domicile » à la question « pouvez-vous m'indiquer la distance entre votre domicile et votre boulangerie ? »
Monsieur R.	A droite depuis 2013	Avant apparition de la surdité : usage personnel et professionnel fréquent	En demande de travail de la compréhension au téléphone en séance d'orthophonie	La compréhension globale est correcte et contient les idées principales. La compréhension de texte est satisfaisante. (3/4 75%)	Absence de test
		Depuis l'implantation : Prend rarement l'initiative de passer des appels téléphoniques, ne répond jamais au téléphone et ne se sent pas à l'aise au téléphone, quel que soit son interlocuteur.			
Monsieur S.	Implanté en 2012 à gauche et en 2013 à droite	Avant apparition de la surdité : usage personnel uniquement.	En demande de travail de la compréhension au téléphone en séance d'orthophonie	Compréhension globale difficile mais des idées importantes de la fin du texte sont présentes. La compréhension du début du texte est correcte et contient les idées principales mais des difficultés de mémorisation sont notées (6/6 avec une répétition sur deux phrases)	Absence de test
		Depuis l'implantation : Prend l'initiative de passer un appel téléphonique. Il ne se sent à l'aise au téléphone ni dans le cadre de conversations dites « convenues » (type prise de rendez-vous), ni dans le cadre de conversations dites « non convenues »			

Tableau II. (suite) Critères d'inclusion - Présentation des patients et résultat à l'épreuve de la BIA

Patients	Date du PAV2L	Epreuve 1 - Consonnes	Epreuve 1 - Voyelles	Total Epreuve 1	Epreuve 2 - Nbre BR	Epreuve 2 - Nbre de phonèmes	Epreuve 3	Epreuve 4	Epreuve 5	Epreuve 6 - Nbre BR	Epreuve 6 - Nbre de mots	Epreuve 7	Epreuve 8
Monsieur P.	06/12/2014	5,30% (1/19)	26,60% (4/15)	14,70% (5/34)	5,90% (1/17)	49,00% (24/50)	20,00% (4/20)	35,00% (7/20)	55,00% (11/20)	25,00% (1/4)	61,00% (26/49)	100,00% (25/25)	13 noms de fruits en 90 secondes (dont 6 erreurs et une répétition)
J.	15/02/2015	84,20% (16/19)	80,00% (12/15)	82,00% (28/34)	76,50% (13/17)	94,00% (47/50)	60,00% (12/20)	95,00% (19/20)	95,00% (19/20)	100,00% (4/4)	100,00% (52/52)	100,00% (25/25)	23 noms de fruits en 90 secondes - 27 mots en p
F.	25/01/2015	57,90% (11/19)	86,70% (13/15)	52,90% (9/17)	50,00% (10/20)	70,00% (35/50)	85,00% (17/20)	90,00% (18/20)	90,00% (18/20)	100,00% (4/4)	100,00% (52/52)	100,00% (25/25)	20 noms de fruits - 21 mots en p
Mme N.	19/03/2015	47,37% (9/19)	80,00% (12/15)	61,76% (21/34)	64,71% (11/17)	90,00% (45/50)	90,00% (18/20)	90,00% (18/20)	90,00% (18/20)	75,00% (3/4)	96,20% (50/52)	100,00% (25/25)	18 noms de fruits en 90 secondes - 22 mots en p

Tableau III. : Présentation des résultats au PAV2L initial

3. Création du protocole

Nous avons choisi de créer puis de filtrer les enregistrements prévus pour l'entraînement auditif avec des **filtres passe-haut**, imitant la **bande passante téléphonique comprise entre 300 et 3400 Hz**. Cette voix est plus « robotisée », et se veut la plus conforme possible à celle que l'on perçoit au téléphone. Nous avons enregistré les bandes sonores à l'aide du **logiciel Audacity**, que nous avons ensuite modifiées à l'aide du **logiciel PRAAT** (Onglets « Read – open from long sound file – Extract part – Filter – Filter (pass-Hann band) – From Frequency (Hz) 300 Hz to Frequency (s) 3400 – Smoothing (Hz) 100 »).

Nous avons aussi fait le choix d'utiliser les pistes proposées par Callies et De Bergh (2009) pour la création de nos exercices (cf partie théorique p. 26-27) tout en tenant compte des différents paramètres influant sur la compréhension de la parole pour les enregistrements. Ces paramètres sont les suivants :

- Enregistrements de **différentes voix** (utilisation de trois voix féminines dont deux relativement proches, et de deux voix masculines...)
- Création d'**exercices de complexité progressive** avec estompage des aides visuelles au fil des séances d'entraînement ;
- Création d'**exercices écologiques et adaptés** dans la mesure du possible à **l'âge des différents patients implantés** ;
- Création d'**exercices faisant appel à la suppléance mentale** ;
- Création de **dialogues simples et concrets**, illustrant des situations courantes comme la prise d'un rendez-vous téléphonique ou la prise d'une commande par téléphone. Nous y avons inclus **des noms propres** et des **chiffres** puisqu'il est recommandé de les travailler dans le cadre de la réhabilitation de la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires.

3.1. Composition du protocole

Nous avons retenu les thèmes suivants :

- **THEME 1 : La prise de rendez-vous médical (14 enregistrements)**

- **THEME 2 : Les loisirs** : cinéma, séries, sorties (**20 enregistrements**)
- **THEME 3 : La commande téléphonique** : commande d'une pizza par téléphone) (**19 enregistrements**)
- **THEME 4 : La demande de renseignements** : location d'un appartement (**18 enregistrements**)

Chaque **thème** est composé de **14 exercices de complexité progressive**. Le protocole complet comprend :

- **une cinquantaine d'enregistrements** (entre 12 et 20 sur quatre thèmes différents) ;
- **un livret de passation à destination des orthophonistes**. Il explique les modalités d'administration du protocole, les consignes de chaque exercice et propose des conseils pour adapter certains exercices aux patients les plus en difficulté ;
- **une fiche orthophoniste par thème**. Chaque fiche permet au thérapeute de suivre la progression du protocole au fil des exercices en même temps que le patient et de prendre des notes sur ses productions afin de pouvoir mesurer une évolution a posteriori ;
- **une fiche patient par thème**. Chaque fiche présente les consignes des exercices ainsi qu'un support visuel pour certains d'entre eux. Elle leur permet de se repérer et de lire la consigne en même temps que l'orthophoniste l'énonce. Elle permet aussi au thérapeute de vérifier que la consigne a été pleinement perçue et comprise.

3.2. Modalités d'entraînement

Afin d'étudier l'impact d'un tel entraînement sur la compréhension au téléphone, nous avons proposé un entraînement régulier à notre population d'étude (à raison d'une fois par semaine à une fois toutes les deux semaines) ou un entraînement intensif plusieurs fois par semaine sur deux semaines dans le cas où la passation sur un mois ou plus n'était pas réalisable. Nos observations qualitatives couplées aux résultats des tests nous ont permis d'évaluer l'impact de l'entraînement auditif et la progression des différents patients.

Le pré-test a été proposé lors de la première rencontre avec les patients. Le post-test a eu lieu lors de la dernière séance. Le nombre total de séances effectuées fut fonction de la date à laquelle l'entraînement auditif a commencé, de la fréquence à laquelle nous avons pu voir les patients et de leur niveau initial, mais tous ont bénéficié d'environ 10 heures d'entraînement. Le premier patient a commencé l'entraînement mi-décembre et l'a terminé mi-mars. C'est celui qui a bénéficié du plus grand nombre d'heures soit 12h d'entraînement.

Chaque séance durait en moyenne **45 minutes à 1h30**, selon l'état de fatigabilité du patient. Lors de chaque séance, le sujet était installé face au thérapeute, l'écran d'ordinateur placé sur le côté entre le patient et l'orthophoniste, afin que l'écran ne fasse pas barrière au son issu des enregistrements.

3.3. Modalités de passation

Nous avons choisi de proposer les passations dans une pièce fermée, dans le calme, et selon les exercices, à l'aide de la voix filtrée ou bien d'une pièce à l'autre au téléphone. Contrairement à l'étude réalisée par De Bergh et Borel en 2013, nous avons fait le choix de nous adapter aux conditions dans lesquelles le patient était dans la vie quotidienne et de proposer **l'entraînement en champ libre, avec implant unilatéral ou implant bilatéral et prothèse controlatérale** si le patient en possédait une. En effet, rappelons que **le facteur psychologique est important chez les patients implantés**. Les exercices étant difficiles et parfois moins bien perçus par les patients en voix filtrée, nous avons donc jugé préférable de laisser l'appareillage aux patients pendant toute la durée de passation du protocole, **le but étant de l'entraîner et non pas de le mettre en échec**.

3.4. Présentation des exercices

Le choix et la trame des exercices ont été définis au regard de ceux proposés dans les différentes études citées, et des exercices classiquement utilisés pour la rééducation de la boucle audio-phonatoire chez le patient implanté cochléaire.

Il nous a en effet semblé intéressant de reprendre et d'adapter un type d'exercices déjà existants pour la rééducation des patients sourds implantés et de les proposer en voix filtrée.

Concernant les exercices faisant travailler spécifiquement l'audition, nous nous sommes appuyés sur l'ouvrage de Malika Dupont et Brigitte Lejeune intitulé « Rééducation de la boucle audio-phonatoire chez l'adulte implanté cochléaire » (2010). Nous nous sommes aussi inspirés d'exercices issus du site FLE (Français Langue Étrangère) utilisés pour l'apprentissage de la langue française par des étrangers. Enfin, le livre « Les Presbyacousies » d'Haroutunian (2000) nous a été utile quant au choix de certains mots.

Le mémoire d'orthophonie « Manuel d'entraînement à l'éducation auditivo-verbale de l'adulte sourd implanté cochléaire » (2010), réalisé par Cardon M. et Collet C. suggère aussi divers exercices travaillant la suppléance mentale chez le patient implanté cochléaire. Nous avons choisi d'en proposer certains en voix filtrée comme les devinettes, qui est un exercice classiquement utilisé pour le travail de la suppléance mentale chez les patients sourds.

Lors de l'élaboration de ce matériel, nous avons cherché à ce que les exercices soient nombreux et variés afin de ne pas lasser le patient. Il entraîne à la fois l'audition pure (reconnaissance et identification de mots et de phrases filtrées), les pré-requis à la suppléance mentale (fluence contextuelle, attention auditive, flexibilité mentale, concentration) et la suppléance mentale contextuelle à l'aide d'exercices écologiques.

Si chaque protocole basé sur un thème suit une trame précise, certains exercices ont été adaptés voire supprimés au fil des séances, pour mieux répondre aux besoins et aux capacités des patients. Ils font cependant toujours appel aux mêmes compétences.

L'ordre des exercices correspond à celui classiquement proposé en séance d'orthophonie pour la rééducation de la boucle audio-phonatoire et s'axe principalement sur les deux dernières étapes : **la reconnaissance et l'identification**. A titre d'exemple, **le premier thème « prise de rendez-vous médical » est présenté en annexe n°10 pages A34 à A37.**

Nous avons laissé le choix aux orthophonistes testant le protocole de proposer les exercices :

- en voix filtrée à l'aide des enregistrements ;
- directement au téléphone, d'une pièce à l'autre, notamment dans les cas où la parole téléphonique était plus facilement reconnue que la parole filtrée.

Voici une présentation des différents exercices proposés sur chaque thème.

3.4.1. Exercice de fluence

Objectifs : Entraîner le patient à mobiliser rapidement son lexique interne sur un champ lexical donné en chronométrant l'activité. **En le mettant en pleine conscience d'un champ sémantique donné, nous pensons favoriser l'accès lexical.** Cette activité permettrait ainsi au patient de faire des liens plus rapidement dans le contexte des exercices proposés. Ainsi, il pourrait combler plus facilement les éléments non perçus, améliorant sa compréhension lexicale en conversation convenue au téléphone.

Consigne : « Je vais vous demander de me donner le plus de mots qui concernent, en 90 secondes. Il pourra tout aussi bien s'agir de noms de..... »

Exemple issu du thème 1 – « la prise de rendez-vous médical » :

« Je vais vous demander de me donner le plus de mots qui concernent le domaine de la santé, le domaine médical, en 90 secondes. Il pourra tout aussi bien s'agir de noms de médecins, que de lieux, que de parties du corps. »

N.B. : L'orthophoniste note alors tous les mots énoncés par le patient, afin de pouvoir les réutiliser lors de l'exercice de répétition de mots au téléphone.

3.4.2. Un même radical et des mots

Objectif : Travailler la reconnaissance ou l'identification de mots. Il s'agit de faire différencier ou de faire identifier aux patients des mots de la même catégorie sémantique et/ou phonétiquement proches, ces mots étant susceptibles d'être rencontrés au cours de conversations téléphoniques sur les thèmes travaillés. Selon leurs facilités à percevoir la parole filtrée au fil des séances, c'est à l'orthophoniste de faire le choix de leur laisser ou de retirer le support visuel sur lequel ils peuvent s'appuyer.

Consigne : « Vous allez entendre des mots qui ont le même radical et que vous pouvez être amenés à entendre ou à prononcer dans une situation de..... Ces mots imitent la perception que vous avez au téléphone. Ils vous seront d'abord proposés dans l'ordre que vous avez sous les yeux. Ils vous seront ensuite proposés dans le désordre. Je vous demanderai alors de pointer ou d'énoncer le mot que vous aurez entendu ».

Exemple issu du thème 1 - « la prise de rendez-vous médical » : Pour le premier thème, les pointillés sont remplacés par « prise de rendez-vous médical ». Les mots suivants sont proposés au patient :

- Médecin – médecine – médical
- Urgent – urgence – urgentiste
- Malade – malaise – malin – maladie

3.4.3. Une catégorie et des mots

Objectif : **Travailler la perception auditive de mots**. Il s'agit d'un exercice de répétition de mots appartenant à une catégorie sémantique donnée. On travaillera plus spécifiquement la reconnaissance de mots si on laisse le support visuel au patient, l'identification de mots si on le lui enlève. Le choix de laisser un support visuel revient à l'orthophoniste, qui s'adapte aux capacités du patient. Le support visuel permet de rassurer certains patients peu en confiance.

Consigne : « Vous allez entendre des mots qui se ressemblent. Certains appartiennent au champ lexical du D'autres non. Je vous demanderai de répéter les mots que vous avez entendus. »

Exemple issu du thème 2 - « le cinéma » :

- **Commande** – Comédie – Commis
- Drame – Dame – **Trame**
- **Film** – Mine – Fine

N.B. : Sur la fiche patient, aucun mot des trois listes n'est en surbrillance. Sur la fiche orthophoniste, les listes de mots sont présentées comme ci-dessus. Seuls ceux en gras sont énoncés par l'orthophoniste ou par la voix filtrée.

3.4.4. Mots phonétiquement proches

Objectif : Travailler la reconnaissance de mots en faisant différencier aux patients des mots qui se ressemblent, et qui sont en rapport avec le thème travaillé.

Consigne : « Vous allez prendre connaissance des mots ci-dessous. Vous allez entendre certains de ces mots. Vous allez me dire s'ils appartiennent à la catégorie travaillée ou non, avant de répéter le mot que vous aurez entendu ».

Exemple issu du thème 2 - « Le cinéma » :

- **Santé** – Ciné – Filmer – Sortie
- **Dernier** – Donner – Doué – Dîner
- **Synopsis** – Syphilis – Scénario – Cinéma
- **Sous-titre** – Sous-fifre – Sourire – Soupir

N.B. : Seuls les mots en gras sont énoncés dans les enregistrements (ou au téléphone). Il est demandé au patient d'entourer ceux qu'il a entendus.

3.4.5. Des mots et un thème

Objectif : Travailler la perception (reconnaissance ou identification) et l'attention auditive. Le support visuel de cet exercice est proposé à tous les patients sauf à ceux ayant été très performants avec support visuel dans les exercices précédents. Il s'agit du dernier exercice faisant travailler la perception de mots isolés avec support visuel (reconnaissance de mots). Nous avons fait le choix de les placer en début de protocole car ils sont plus simples et plus rassurants pour les patients.

Consigne : « Vous avez une liste de trois mots sous les yeux. Vous allez entendre des enregistrements de mots dont la voix imite la perception que vous avez au téléphone. Attention, certains feront partie de cette liste. D'autres non. A vous de me répéter ceux que vous aurez entendus. »

Exemple issu de la fiche orthophoniste - thème 1 - « La prise de rendez-vous médical » :

- Médicament – **médecin** – examen

- Médicament – médecin – examen – **magicien**
- Médecine – médecin – préface – **examen** – magicien
- **Médecine** – médecin – préface – examen – magicien
- Médecine – **médecin** – préface – examen – magicien

N.B. : Les mots en surbrillance sont proposés par l'orthophoniste ou par la voix filtrée. **Le patient a uniquement la première liste sous les yeux, mais sans le mot « médecin » en surbrillance.**

3.4.6. Répétition de mots

Objectif : Travailler la reconnaissance ou l'identification des mots. Cet exercice, tout comme les précédents, peut nécessiter un support visuel pour les patients les plus en difficulté, auquel cas il s'agit d'un exercice de reconnaissance de mots.

Il s'agit d'un exercice couramment pratiqué pour la rééducation de la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires. Afin de s'adapter au mieux aux capacités des patients, **des niveaux de complexité progressive** (mots plurisyllabiques et monosyllabiques séparés) ont été créés. C'est à l'orthophoniste de proposer ou non un support visuel et de sélectionner le niveau qu'il souhaite en fonction des capacités du patient.

L'exercice est découpé en quatre parties :

- 1) Répétition de mots en **liste fermée**
- 2) Répétition de mots en **liste semi-ouverte**
- 3) Répétition de mots issus de la **liste de fluence du patient** (liste semi-ouverte)
- 4) Répétition de mots en **liste ouverte**

Consigne : « Vous allez entendre des mots qui appartiennent au domaine de..... Je vais vous demander de les répéter. Si vous ne l'avez pas perçu, le mot pourra être répété deux à trois fois, avant de vous donner la réponse et de vous le faire réentendre en condition filtrée (imitation de la perception au téléphone).»

Modalités de passation :

Voici les différents niveaux que nous avons proposés :

Niveau 1 : Les mots sont énoncés en voix filtrée ou directement au téléphone suivant l'ordre de la liste que le patient a sous les yeux. L'objectif est qu'il se fasse une première image auditive de ces mots. Puis on les lui fait écouter dans le désordre et on lui demande de les répéter un à un. Seul l'orthophoniste possède les deux listes (dans l'ordre et dans le désordre) sous les yeux.

Niveau 2 : On laisse la liste de mots sous les yeux du patient mais les mots à répéter sont directement énoncés dans le désordre.

Niveau 3 : On ne propose aucun support visuel au patient et on lui demande de répéter ce qu'il a entendu.

Exemple de listes issues du thème 4 - « la location d'un appartement » :

- **Mots plurisyllabiques**
- Meublé, Salon, Salle à manger, Cuisine, Salle de bains, Loyer, Voiture, Parking
- **Mots monosyllabiques**
- Lit, Linge, Drap, Eau, Chambre, Pièce, Meubles

Sur la fiche orthophoniste, nous avons suggéré certaines remarques :

Si la répétition se fait aisément, il est possible de se rendre sur le site internet www.soundsnap.com, utilisé en séance par les orthophonistes de l'hôpital Rothschild à Paris, et d'y ajouter un bruit de fond correspondant à la situation travaillée. Il faudra alors veiller à ce que le rapport signal / bruit soit équilibré.

Pour chaque exercice, il est important de lire les consignes au patient tout en s'assurant qu'il ait les mêmes sous les yeux, de façon à lui fournir des repères et à ne pas l'induire en erreur.

3.4.7. Qui est l'intrus ?

Objectif : Travailler la perception et l'attention auditive. Le patient doit trouver **l'intrus sémantique**, c'est-à-dire identifier celui qui n'appartient pas à la même catégorie sémantique. Cet exercice est donc un travail d'identification de mots en liste ouverte mais fait également appel aux capacités de catégorisation du patient.

Consigne : « Vous allez entendre des mots appartenant au champ lexical de..... pour la plupart. Cependant, certains sont des « intrus ». Je vous demanderai de me dire quand vous aurez entendu un « intrus » et de répéter ce mot intrus. »

3.4.8. Répétition de phrase de plus en plus longue

* Cet exercice est directement inspiré du livre *Rééducation de la boucle audio-phonatoire chez l'adulte implanté cochléaire (2010)* de Malika Dupont et Brigitte Lejeune. Les textes ont été inventés de façon à correspondre aux thèmes de chaque protocole.

Objectif : Travailler l'identification de phrases de plus en plus longues. Cet exercice, proposé sans support visuel, permet l'abord de la perception du **rythme de la parole** au niveau de la **phrase**. Il fait aussi intervenir d'autres paramètres comme **la suppléance mentale** puisque le patient peut s'appuyer sur certains éléments perçus pour deviner la suite de la phrase. La première phrase ne contient qu'un sujet et un verbe. Les phrases suivantes reprennent la première et l'enrichissent, allongeant ainsi l'énoncé proposé. Le patient doit ainsi maintenir son attention jusqu'à la fin de la phrase et suivre la parole du locuteur, en complétant au fur et à mesure des différentes écoutes les éléments qu'il n'avait pas perçus en première intention.

Consigne : « Vous allez entendre une phrase. Cette phrase sera reprise trois fois mais sera de plus en plus longue. Je vous demanderai de la répéter après chaque écoute. »

Exemple de phrases issues du thème 3 - « la commande par téléphone » : Comme tous les exercices précédents, celui-ci propose des phrases, étant un minimum en lien avec le thème travaillé. Sur le thème de la commande téléphonique, nous rappelons au patient qu'il y a un rapport avec l'alimentation.

- Ses enfants ont faim
- Ses enfants ont faim et sont fatigués
- Ses enfants ont faim et sont fatigués : c'est l'heure
- Ses enfants ont faim et sont fatigués : c'est l'heure du souper

3.4.9. Répétition de phrases phonétiquement proches

Objectif : Travailler l'**identification de phrases**. Ces phrases sont différentes mais se ressemblent phonétiquement. Le patient peut difficilement faire appel à sa suppléance mentale puisque presque toutes appartiennent au même contexte.

Consigne : « Vous allez entendre des phrases qui se ressemblent. Je vous demande de répéter ce que vous entendez. »

Exemple issu du thème 1 - « La prise de rendez-vous médical » :

- J'ai mal à la tête
- J'ai mis mes chaussettes
- J'ai des maux de tête
- J'ai plus toute ma tête

3.4.10. Devinettes

Objectif : Faire deviner des mots au patient à l'aide des enregistrements ou au téléphone directement. Cet exercice travaille l'**identification de mots cibles dans des phrases** ainsi que la **suppléance mentale**. Il vise à obliger le patient à faire des liens avec les mots qu'il a perçus, même s'il ne parvient pas à reconstituer la devinette complète. De complexité et de longueur différentes, elles contiennent plusieurs indices permettant au patient de trouver le mot attendu. Chaque devinette est composée d'une à cinq phrases.

Consigne : « Vous allez entendre des devinettes sur le thème de Je ne vous demande pas de répéter les phrases que vous allez entendre mais vous pouvez le faire si cela vous aide à mémoriser ou à comprendre certains éléments. »

Exemple issu du thème 4 - « la location d'un appartement » :

Devinette : « Je suis construit en hauteur. Vous pouvez y habiter. Vous n'êtes généralement pas seul dedans. Les autres personnes qui m'habitent sont vos voisins. Au sein d'une ville, il y en a beaucoup. Je suis ? » **Un immeuble**

N.B. : L'orthophoniste possède la devinette sous les yeux et sa réponse. Quatre niveaux sont proposés dans le premier protocole.

3.4.11. Questionnaire à choix multiples (QCM) / Questionnaire à réponse unique (QRU)

Objectifs : Le but des deux exercices suivants est de **travailler la perception auditive de la parole téléphonique ou filtrée (reconnaissance et identification de mots)**, ainsi que **l'attention auditive, la suppléance mentale et les erreurs pouvant être générées par la suppléance mentale**. En effet, le patient n'a pas les énoncés sous les yeux et doit se mettre à la place de celui qui lui pose une question pour en imaginer la réponse et inversement. Le patient doit alors choisir les réponses qui lui semblent les plus adaptées. Certaines de ces réponses sont totalement inappropriées. D'autres sont plus en lien avec l'énoncé, ce qui rend le choix de réponses les plus adaptées plus complexe.

3.4.11.1. Trouvez la ou les bonnes réponses (QCM)

Consigne : « Vous allez entendre des questions qui portent sur le thème de Je vous demanderai de cocher la ou les phrases QCM qui semblent répondre le mieux à la question entendue. »

Exemple d'un QCM issu du thème 3 - « la commande par téléphone » :

QCM :

Cela vous fera un total de 1500 euros de commande pour vos pizzas. Est-ce que cela vous convient ?

- C'est parfait !
- **Non, ça ne va pas du tout !**
- **C'est très cher ! Vous avez dû faire une erreur !**
- Oui, ça me convient

3.4.11.2. Trouvez la bonne question (QRU)

Consigne : « Vous allez entendre des phrases qui portent sur le thème Ces phrases sont des réponses à des questions qui auraient pu être

posées. Je vous demanderai de cocher la phrase qui semble répondre le mieux à la question entendue. »

Exemple d'un QRU issu du thème 3 - « la commande par téléphone » :

QRU :

Vous avez donc commandé un menu 1 et deux menus 3. Le montant de votre commande s'élève à 63 euros

- **A combien s'élève le montant total de ma commande ?**
- Est-ce que je peux payer par carte bancaire ?
- Combien coûte le menu 1 ?
- Combien coûte le menu 3 ?
- Pour combien de personnes est le menu 3 ?

N.B. : Pour les exercices de QCM et de QRU, les réponses attendues étaient en couleur sur la fiche orthophoniste.

3.4.12. Exercices à base des dialogues pré-enregistrés

Pour les épreuves à suivre, nous suggérons de faire un premier test avec le patient sur les trois premières lignes : si le patient parvient avec aisance à effectuer l'exercice de speech tracking, nous proposons de passer directement à l'exercice de compréhension générale. Les exercices de textes à trous et de speech tracking sont plus simples mais restent intéressants pour travailler l'identification de noms propres et de chiffres (textes à trous) ou la reconnaissance de mots (speech tracking).

3.4.12.1. Speech tracking

Objectifs : Travailler passivement la perception et l'attention auditive par l'écoute d'un court texte enregistré avec deux voix différentes filtrées. «La relation entre le speech tracking et les tests de reconnaissance phonétique de mots est linéaire alors qu'elle est non-linéaire avec la reconnaissance phonétique de phrases. La suppléance mentale améliore la reconnaissance des phrases. » (Gallego, 1998). Le speech tracking favoriserait donc la reconnaissance phonétique de mots et la dimension écologique de cet exercice présenterait un avantage. Et même si le

patient est passif, c'est une façon de travailler l'audition, en lui donnant confiance en ses capacités.

Consigne : « Je vous donne une version du texte que vous allez entendre. Ce texte est un dialogue entre deux personnes et a pour thème..... Gardez-le sous les yeux. Munissez-vous d'un crayon. Lorsque je lancerai l'enregistrement, je vous demanderai de pointer chaque mot entendu avec votre crayon, afin de suivre précisément la progression du dialogue. A certains moments, j'arrêterai l'enregistrement. Je vous demanderai de mettre un trait à côté du dernier mot que vous aurez entendu. »

N.B. : Sur la fiche orthophoniste, les mots écrits en caractères gras sont ceux après lesquels nous proposons d'arrêter les enregistrements. Certains arrêts se font en début de phrase, d'autres en milieu et en fin de phrase, afin de mobiliser l'attention du patient tout au long de l'exercice.

3.4.12.2. Dictée à trous

Objectif : Travailler l'attention et la perception auditive (la reconnaissance et l'identification de mots) en incluant des numéros de téléphone et des noms propres (noms de rue, prénoms, noms de famille), de façon à garder la dimension écologique de l'exercice et à travailler sur ce type de mots, souvent rencontrés dans les situations convenues et parfois difficiles à identifier sans erreur par les patients implantés cochléaires.

Consigne : « Vous allez entendre une conversation téléphonique entre deux personnes. Vous avez le texte sous les yeux. Mais il manque certains mots. A vous de les compléter en fonction de ce qui est dit dans l'enregistrement. »

Remarque : Trois niveaux de complexité progressive sont proposés (de plus en plus de trous à combler, et des types mots de plus en plus complexes à identifier (noms propres par exemple). L'orthophoniste possède le texte à trous qu'il a sélectionné pour chaque patient sous les yeux. C'est à lui de mettre pause après chaque espace afin que le patient ait le temps de noter le mot entendu.

3.4.13. Compréhension générale du texte

Objectif : Travailler la compréhension d'un texte enregistré en voix filtrée à l'aide de différentes voix. Il s'agit d'entraîner le patient à comprendre un dialogue de deux à trois minutes entre deux interlocuteurs, l'un masculin, le second féminin dans un contexte simple de la vie quotidienne.

Consigne : « Vous allez entendre une conversation téléphonique entre deux interlocuteurs. Je vais vous donner une feuille. Vous pouvez prendre des notes si vous le souhaitez et si vous avez peur d'oublier certaines informations. Cependant, l'essentiel est de vous concentrer sur le sens global du texte. »

Exemple : Un exemple de texte issu du thème « **la prise de rendez-vous médical** » est proposé en **annexe n° 10 page A 37**.

Résultats

Nous exposerons dans ce chapitre les **résultats obtenus** pour **chaque patient à l'issue du protocole**, en analysant leur **progression** au fil des séances. Nous exploiterons ainsi les résultats selon quatre axes principaux, alliant observations **qualitatives** et **quantitatives** concernant :

- la compréhension de la parole filtrée proposée à travers les enregistrements
- la compréhension de la parole au téléphone
- l'amélioration de l'estime de soi et de la confiance en soi pour passer seul des appels téléphoniques
- la possibilité de passer des appels téléphoniques de type « conversation convenue »

Nous tiendrons compte de **certaines variables** (influence du niveau socio-culturel, de l'âge d'implantation, de l'âge du sujet) dans l'analyse des résultats observés. Nous avons pu constater que les facteurs de réussite de la prise en charge orthophonique des patients implantés cochléaires et les bénéfices apportés par l'implant dépendaient de nombreuses variables, dont :

- **le temps de privation auditive** : plus le temps de privation auditive est élevé, plus longue et plus difficile sera la récupération auditive. Il en est de même concernant le temps d'arrêt de l'utilisation du téléphone ;
- **le caractère acquis ou congénital de la surdité** : les adultes sourds de naissance n'ont pas les mêmes attentes ni les mêmes motivations que les adultes devenus sourds qui souhaitent récupérer leur audition antérieure. Les adolescents sourds congénitaux ont de plus grandes capacités d'adaptation et sont souvent plus performants au téléphone ;
- **le port de l'implant cochléaire** : plus l'implant est porté et utilisé, plus le patient est exposé à des situations auditives diverses et plus il est stimulé. Meilleures seront alors ses performances au téléphone avec l'implant ;
- **le port éventuel d'une prothèse controlatérale** : les stimulations auditives après implantation cochléaire étant très éloignées de celles auxquelles est confronté le patient avec sa prothèse, ce dernier les intégrera plus rapidement s'il privilégie et sollicite son audition via l'implant cochléaire seul ;
- **la situation du patient à domicile** : les patients qui vivent seuls sont moins stimulés et moins motivés pour travailler seuls à domicile. C'est d'autant plus le cas concernant le téléphone pour lequel ils ont souvent beaucoup d'appréhension ;

- **la motivation du patient** : elle a une influence directe sur le port de l'implant cochléaire, la stimulation personnelle en dehors et au cours des séances ;
- **le nombre d'électrodes activées et fonctionnelles** : il arrive que certaines électrodes n'aient pas pu être insérées correctement au niveau de l'oreille interne. Le bénéfice prodigué par l'implant sera donc moindre que si le patient avait eu la totalité des électrodes et cela s'en ressentira sur ses capacités auditives.

A ces variables, nous en ajoutons certaines, ayant un impact potentiel sur la réussite aux exercices de notre protocole :

- **Le niveau socio-culturel** : il peut avoir une influence sur les capacités de suppléance mentale ;
- **L'âge des patients** : l'utilisation du téléphone antérieure à la surdité ou depuis son apparition diffère selon l'âge des sujets, qui a une influence directe sur leur motivation ;
- **L'âge d'implantation** : plus le sujet sourd congénital est implanté jeune, meilleures seront ses capacités de perception avec l'implant, en champ libre comme au téléphone ;
- **Les différences de débit verbal et des accents entre les interlocuteurs** dans les différents enregistrements ;
- **La directivité de la parole** lors des enregistrements ;
- **Le degré de dégradation du signal** (certains patients présentaient plus de difficultés à percevoir la parole filtrée que le téléphone et inversement) ;
- **Les paramètres suprasegmentaux de la parole** (intonation, débit, hauteur et timbre de la voix).
- **Le nombre d'électrodes activées après implantation qui dépend du modèle de l'implant**

1. Présentation quantitative et qualitative des résultats observés

Nous allons à présent exposer les résultats quantitatifs pré-test et post-test de quatre patients et ainsi mesurer une éventuelle progression. Les profils détaillés de

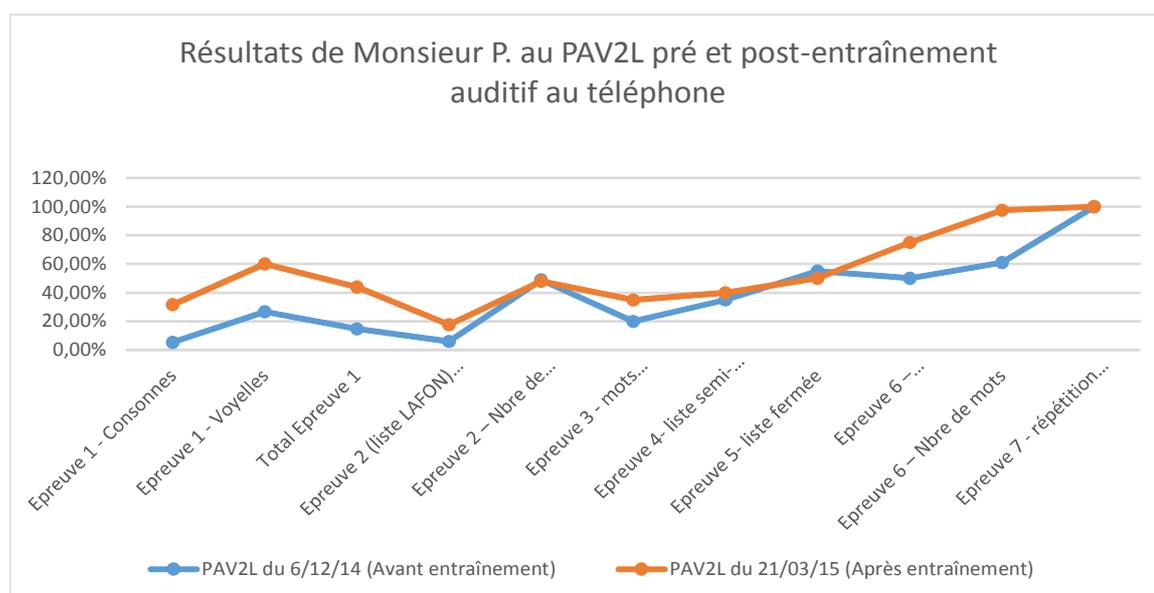
tous les patients de l'étude sont présentés en annexe (**Annexe n°6, page A15**). Puis nous présenterons la synthèse des résultats qualitatifs obtenus aux questionnaires proposés aux orthophonistes testeurs et aux différents patients de notre étude, afin d'évaluer la pertinence de notre protocole.

1.1. Monsieur P. , 54 ans

1.1.1. Résultats quantitatifs

Epreuves	Epreuve 1 - Consonnes	Epreuve 1 - Voyelles	Total Epreuve 1	Epreuve 2 - Nbre BR	Epreuve 2 - Nbre de phonèmes	Epreuve 3	Epreuve 4	Epreuve 5	Epreuve 6 - Nbre BR	Epreuve 6 - Nbre de mots	Epreuve 7
PAV2L du 21/03/15	31,60%	60,00%	44,00%	17,65%	48,00%	35,00%	40,00%	50,00%	75,00%	97,48%	100,00%

Tableau IV : Résultats obtenus au PAV2L du 21/03/15 post-entraînement, sans lecture labiale



Le graphique ci-dessus objective l'évolution de Monsieur P. entre le premier PAV2L début décembre 2014 et le second fin mars 2015. Si les scores en répétition de mots isolés n'ont pas beaucoup évolué, nous avons constaté une augmentation de 26,3% dans la reconnaissance de consonnes isolées, de 33,4% dans la reconnaissance de voyelles isolées. De plus, au bout de deux répétitions, le nombre de phrases correctement répétées est passé de 2/4 à 3/4, et le nombre de mots reconnus dans ces phrases a augmenté de 36,48%. La compréhension de phrases contextuelles sans lecture labiale serait donc meilleure après entraînement auditif. **Le tableau pré et post-entraînement montrant l'évolution de Monsieur P. est disponible en annexe n°6 page A17.**

1.1.2. Analyse qualitative

1.1.2.1. Analyse de la progression

En quatre mois, sur **12 séances de 1h à 1h30**, Monsieur P., qui n'avait pas téléphoné depuis son implantation il y a 10 ans, est passé d'une **perception nulle des enregistrements** à une **perception de certains mots en répétition et dans les exercices proposés**. Il est **capable de répondre à certaines des devinettes** même s'il ne perçoit pas tout le texte. Nous avons observé une nette progression au niveau de ses capacités de suppléance mentale : il fait plus de liens entre les mots perçus et répond plus rapidement aux devinettes alors qu'il ne percevait aucun mot distinctement quatre mois auparavant. Il perçoit aussi plus rapidement les mots. La compréhension de mots isolés reste complexe, tant au téléphone qu'en voix filtrée. Enfin, il parvient à **comprendre globalement**, sans qu'on ne lui annonce le thème, **une conversation pré-enregistrée en voix filtrée : il peut situer l'action, distinguer les voix féminines des voix masculines, et faire un résumé du dialogue**.

1.1.2.2. Analyse de l'appel convenu

Lors de la dernière séance, nous avons proposé au patient d'appeler une personne connue afin de voir s'il percevait certaines de ses questions et s'il était capable d'y répondre par téléphone. Nous avons donc téléphoné à sa fille qui lui a posé quatre questions simples de son choix. Au préalable, nous avons présenté les questions au patient, en lui précisant que sa fille ne les lui poserait pas dans cet ordre. Les questions étaient les suivantes :

- A quelle heure je dois passer te chercher ?
- Qu'as-tu regardé à la télé hier ?
- Qu'est-ce que tu as pensé du film Interstellar ?
- Quel nouveau DVD comptes-tu acheter prochainement ?

Il a su répondre seul sans aide à la seconde question mais a présenté plus de difficultés pour les autres.

1.2. J., 20 ans

J. a bénéficié d'un entraînement plus court et rapproché mais d'une durée sensiblement similaire aux quatre autres patients de notre étude, soit **9h réparties**

sur deux semaines. Lors des premières séances, les exercices ont été proposés avec support visuel, mais devant sa facilité à effectuer les tâches proposées, nous avons supprimé le support dès la deuxième séance.

1.2.1. Analyse quantitative

Epreuves	Epreuve 1 - Consonnes	Epreuve 1 - Voyelles	Total épreuve 1	Epreuve 2 – Nbre BR	Epreuve 2 – Nbre de phonèmes	Epreuve 3	Epreuve 4	Epreuve 5	Epreuve 6	Epreuve 7
PAV2L du 28/03/15	68,42%	86,70%	76%	64,70%	86%	100%	90%	95%	100,00%	100,00%

Tableau V. : Résultats obtenus au PAV2L du 28/03/15 post-entraînement, sans lecture labiale

Les résultats obtenus aux deux PAV2L ne nous permettent pas de tirer de conclusions sur l'amélioration des capacités d'identification de mots et de compréhension de phrases sans lecture labiale. En effet, certains scores en identification de mots ont augmenté quand d'autres ont diminué, malgré des conditions de passations identiques.

Le tableau comparatif et le graphique des résultats pré et post-entraînement de J. sont disponibles en annexe n°6 page A18.

1.2.2. Analyse qualitative

Compte tenu de ses résultats aux exercices du protocole, nous avons proposé à J. d'essayer de **passer un appel en situation « convenue » avec un interlocuteur inconnu, malgré son appréhension.** Il s'agissait d'une commande de pizza. Pour cette mise en situation réalisée à partir d'un **téléphone Siemens Gigaset**, nous avons procédé en deux étapes :

- 1) **Préparation de la conversation au préalable** en mettant **sur papier** toutes les questions auxquelles elle devait s'attendre dans l'ordre dans lequel elles seraient probablement posées.
- 2) **Conversation écologique réelle** avec le téléphone placé du côté de l'implant cochléaire. Sur la totalité de la conversation qui a duré **trois minutes**, elle a fait répéter **son interlocuteur à trois reprises mais la compréhension était bonne dans l'ensemble.** Le son lui a semblé **plus faible que sur un téléphone portable** mais la voix lui a paru plus nette. Cette expérience lui a permis **de diminuer son appréhension concernant les appels téléphoniques en situation convenue à des interlocuteurs inconnus.**

1.3. F., 12 ans

1.3.1. Analyse quantitative

Nous n'avons pu proposer à F. une seconde évaluation quantitative (PAV2L) post-entraînement auditif. Les résultats obtenus avec F. à l'issue de ce protocole n'ont pu être interprétés que qualitativement. **L'annexe n°6 page A 18 présente plus en détail le profil du patient.**

1.3.2. Analyse qualitative

A l'issue de l'entraînement sur trois thèmes (sept heures réparties sur un mois), nous souhaitions évaluer si F. avait les capacités de passer un réel appel téléphonique. Nous lui avons d'abord proposé une simulation de commande par téléphone dans deux pièces séparées. Pour cet appel, nous avons procédé en deux étapes :

- 1) **Préparation de la conversation au préalable** : écriture de la trame de la conversation qu'il avait sous les yeux comme support en cas de nécessité.
- 2) **Conversation en situation écologique réelle** : le port de l'implant étant fluctuant, nous avons décidé de lui proposer une mise en situation identique à celle que nous avons faite en séance, soit effectuer l'appel en champ libre, avec le haut-parleur. Le téléphone était positionné plus près de l'implant. Sur l'appel d'une durée de **trois minutes** environ qui consistait en une commande de pizza, **seules deux questions n'ont pas été comprises et ont nécessité une aide de notre part. Une autre a été comprise après une demande de répétition.** Le support lui a permis de percevoir rapidement les questions qui étaient posées par le livreur et d'y répondre facilement. Seules les questions qui n'avaient pas été anticipées lui ont posé problème.

1.4. Madame N., 59 ans

1.4.1. Analyse quantitative

Epreuves	Epreuve 1 - Consonnes	Epreuve 1 - Voyelles	Total Epreuve 1	Epreuve 2 - Nbre BR	Epreuve 2 - Nbre de phonèmes	Epreuve 3	Epreuve 4	Epreuve 5	Epreuve 6 - Nbre BR	Epreuve 6 - Nbre de mots	Epreuve 7
PAV2L du 26/03/15	68,40%	60,10%	65,00%	64,70%	78%	75,00%	85,00%	85,00%	100,00%	100%	92,00%

Tableau VI. : Résultats obtenus au PAV2L du 26/03/15 post-entraînement, sans lecture labiale

Les résultats obtenus aux deux PAV2L ne nous permettent pas de tirer de conclusions quant à l'amélioration des capacités de d'identification de mots et de compréhension de phrases sans lecture labiale. Cependant, on note une légère amélioration de la compréhension de phrases sans lecture labiale.

Le tableau comparatif et le graphique des résultats pré et post-entraînement de Madame N. sont disponibles en annexe n°6 page A 21.

1.4.2. Analyse qualitative

Dès la troisième séance, nous avons pu observer une meilleure perception de la voix filtrée dans les enregistrements. Nous avons parallèlement pu constater un phénomène d'habituation dans les exercices proposés. L'entraînement s'est terminé par une mise en situation réelle. En notre présence en séance d'orthophonie, Madame N. a pu tenir une conversation téléphonique convenue mais non programmée avec une amie proche qui a connaissance de sa surdité. Divers sujets d'actualité ont pu être abordés au cours de cette conversation d'environ trois minutes. Elle nous signale qu'elle n'a pas perçu certains éléments de la conversation, qui ne l'ont cependant pas gênée dans la compréhension globale de son interlocutrice.

2. Synthèse des questionnaires

2.1. Synthèse des réponses aux questionnaires patients après entraînement auditif

Ce questionnaire avait pour objectif d'évaluer la pertinence de notre protocole, tant sur la qualité des exercices et des enregistrements proposés que sur les thèmes proposés. Il permettait aussi de voir s'il avait contribué à une diminution de l'appréhension quant à l'utilisation du téléphone. Enfin, il visait à évaluer un éventuel transfert dans la vie quotidienne. Les résultats de ces questionnaires sont présentés

dans les deux tableaux ci-après. Un exemplaire du **questionnaire d'évaluation du protocole à destination des patients** est joint en **annexe n°7, page A26**.

2.2. Synthèse des réponses aux questionnaires orthophonistes après entraînement auditif

Ce questionnaire visait à évaluer la pertinence de notre protocole selon le point de vue de l'orthophoniste. Les questions posées étaient donc plus destinées à déterminer l'apport de ce protocole pour la pratique orthophonique. Il faisait aussi référence à des notions théoriques comme l'intérêt d'avoir inclus des exercices faisant travailler la suppléance mentale. Il se découpait ainsi en quatre parties :

- Les conditions d'administration du protocole ;
- Sa mise en application et l'évolution des patients ;
- La qualité des exercices et des enregistrements ;
- Son intérêt pour travailler la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires.

Un exemplaire du **questionnaire d'évaluation du protocole à destination des orthophonistes** est disponible en **annexe n°8 page A 29**.

2.3. Tableaux récapitulatifs des réponses aux questionnaires

Sur les deux pages suivantes, nous présentons une synthèse des questionnaires adressés aux orthophonistes et aux patients qui ont participé à notre étude. Il nous a semblé plus clair d'exposer les résultats sous forme de tableau plutôt que de les exposer au cas par cas. Dans le tableau VII, les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre de réponses des patients pour un item donné. Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre de réponses obtenues par item. Ainsi, par exemple, cinq patients ont trouvé les consignes d'administration du protocole claires (5), un patient les a trouvées très claires (1) et un dernier les a trouvées peu claires (1). Dans le questionnaire à destination des orthophonistes, certains chiffres correspondent à un nombre de patients (Exemple : Conditions de passation du protocole - Question 3 : quatre patients ont bénéficié de séances de 45 minutes et trois ont bénéficié de séances d'une durée d'une heure trente).

Administration du protocole	Exercices du protocole	Transfert dans la vie quotidienne
1. Clarté des consignes :	1. Opinion sur les exercices :	1. Possibilité de passer des appels de façon autonome côté IC sans haut-parleur
- Très claires (1)	- Adaptés (7)	Oui en situation convenue (5)
- Claires (5)	- Intéressants (6) (1 : le plus souvent mais pas toujours)	Oui en situation convenue mais avec Haut-parleur (2)
- Peu claires (1)	- Utiles (7)	Oui en situation non convenue (1)
- Pas claires (0)	- Rassurants quant à l'utilisation du téléphone (6)	Non j'ai encore peur d'essayer en situation non convenue sans haut-parleur (3)
2. Fréquence : Une fois par semaine (5) ; Deux fois par semaine (2)	- N'en a pas compris l'intérêt (0)	2. A quel type de personnes
3. Durée :	2. Le fait que les exercices soient basés sur des situations de la vie courante a-t-il été motivant pour les patients ?	Personnes proches (7)
- 4 mois (1)	Oui (6)	Personnes connues mais moins proches (1)
- 3 mois (1)	Non (1)	3. Capacité à passer des appels de quelques minutes à un proche
- 2 mois (3)	3. Exercice le plus facile :	oui (6)
- 1 mois (2)	- Speech tracking (1)	non (1)
4. Temps consacré / séance : 45 min (4) à 1h30 (3)	- Aucun (1)	4. A quel type de personnes
	- Absence de réponse (3)	- Personnes proches (6)
	- Répétition en liste fermée (1)	- Personnes connues mais moins proches (2)
	4. Exercice le plus difficile :	5. Capacité à passer des appels à une personne inconnue pour une conversation convenue : Oui (3) Non (3)
	- Mise en situation avec l'implant (1)	6. Suggestion : Inclure dans le protocole des exercices travaillant compréhension dans le bruit et perception de la musique
	- Dialogue car débit rapide (1)	7. Remarque : « J'ai trouvé l'entraînement utile car on a besoin de plus en plus du téléphone et très concret avec les situations de dialogue dans les textes. »
	- Devinettes (1)	

Tableau VII : Synthèse des questionnaires patients post-protocole

Concernant les exercices du protocole, les patients n'arrivaient pas tous à déterminer quel exercice leur a paru simple et quel exercice leur a paru difficile, ce qui explique le fait que le nombre de réponses n'atteigne pas sept.

Pour d'autres questions à l'inverse, plusieurs réponses étaient possibles ce qui explique que le nombre total de réponses dépasse parfois sept.

Conditions de passation du protocole	Mise en application du protocole	Concernant les enregistrements	Appréciation générale
1. Séances régulières : oui (7)	1. Administration des exercices : par téléphone et par ordinateur (3)	1. Imitation correcte de la qualité de la parole au téléphone	1. Ce protocole vous a-t-il semblé intéressant pour travailler la compréhension au téléphone? Dans l'ensemble oui (3)
2. Fréquence : - 2 fois par semaine (2) - 1 fois par semaine (5)	2. Type de téléphone employé : - Portable (5) et fixe (1) - Les deux (1)	- Pas toujours (3), cela dépend des voix : « Parfois oui (de portable à fixe ou à portable quand le réseau n'est pas optimal), parfois cela me semblait imprécis. Pour certains mots, difficultés en tant que normo-entendants à comprendre certains mots »	2. Vous a-t-il semblé intéressant pour travailler d'autres compétences ? Oui, particulièrement la suppléance mentale (3)
3. Temps consacré / séance : 45 min (4) à 1h30 (3)	3. Le fait qu'il y ait différents interlocuteurs n'ayant pas le même débit ni la même prosodie vous a-t-il semblé gênant ? Oui (1) Non (2) «Oui car l'une des interlocutrices parlait moins distinctement mais c'est bien car c'est pareil dans la vie quotidienne»	2. Perception de la parole meilleure en voix vocodée ou au téléphone ? - En voix vocodée (1) - Au téléphone (2)	3. Avez-vous d'autres remarques ? (se référer aux annexes pour les remarques des orthophonistes)
	3.Type d'exercices proposés pour les conversations : Speech tracking (4), texte à trous (7), Compréhension (5)	3. Le fait qu'il y ait différents interlocuteurs n'ayant pas le même débit ni la même prosodie vous a-t-il semblé gênant ? Oui (1) Non (2) «Oui car l'une des interlocutrices parlait moins distinctement mais c'est bien car c'est pareil dans la vie quotidienne»	
	4. Dimension écologique adaptée ? Oui plutôt (3)		
	5. Niveaux des activités adaptés ? Globalement oui (3)		
	6. Progression cohérente et adaptée ? Oui (3)		
	7. Vous a-t-il fallu intervenir souvent / adapter le matériel ? Non (2) Oui (1)		
	8. Évolution observée ? Oui, souvent dès la 3e séance (3)		
	9. Impact psychologique ? Oui (6)		

Tableau VIII : Synthèse des questionnaires orthophonistes post-protocole

Discussion

1. Rappel des résultats

L'analyse des questionnaires envoyés aux différents orthophonistes ayant testé le protocole et nos observations qualitatives sur les patients à qui nous l'avons administré nous ont permis de constater des **progrès au bout de trois séances en moyenne**. Sur les sept patients de notre étude, trois ont pu tenir une conversation téléphonique à la fin du protocole, dans des conditions différentes de celles qu'ils utilisaient avant entraînement :

- Les **deux patients adolescents** ont ainsi pu **effectuer une commande téléphonique** alors qu'ils n'avaient jamais pu ou souhaité appeler un interlocuteur inconnu.
- Une **patiente adulte** a pu avoir une **conversation non convenue** en appelant une amie sans haut-parleur, chose qu'elle n'avait plus réessayé depuis l'apparition de sa surdité.
- Un **patient adulte** a pu s'entretenir brièvement avec sa fille au téléphone sur deux questions ouvertes et une question fermée, alors qu'il n'avait pas téléphoné depuis 10 ans. Même si l'échange demandait beaucoup de répétitions et n'était pas fluide, il constitue un progrès pour ce patient. De plus, ses résultats au PAV2L attestent d'une réelle progression.

Si les autres patients semblent avoir progressé, nous ne pouvons analyser leurs performances que dans une moindre mesure : seuls les questionnaires relatant les observations qualitatives des professionnels et des patients ont pu nous apporter des informations sur leur progression.

D'une manière générale, les orthophonistes ayant testé le protocole y ont vu un intérêt dans le cadre de la rééducation de la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires. Il comporte cependant quelques aspects négatifs, relevés dans le tableau récapitulatif des réponses aux questionnaires qui pourraient être améliorés.

Les défauts de ce protocole sont inhérents aux difficultés que nous avons rencontrées. C'est pourquoi nous allons les exposer ici avant de suggérer des pistes et ouvertures qui permettraient d'améliorer ce protocole.

2. Difficultés rencontrées

2.1. Recrutement de la population

La première difficulté rencontrée concerne le recrutement de la population. Malgré le nombre important de patients implantés cochléaires en demande de travailler le téléphone, il a été difficile de trouver des patients correspondant exactement à nos critères d'inclusion initiaux et qui n'étaient pas suivis en milieu hospitalier (nous avons contacté plusieurs hôpitaux à Paris, mais de trop nombreuses études étaient déjà en cours sur les patients suivis).

En cabinet libéral, nous avons contacté une quinzaine d'orthophonistes mais nous n'avons pu recruter que peu de patients correspondant à nos critères d'inclusion. Certains étaient trop avancés dans la rééducation au téléphone, d'autres pas encore assez performants, ou non assidus aux séances de rééducation. Enfin, grâce aux avancées de la technologie, certains parviennent à comprendre correctement grâce aux **aides techniques**, et n'étaient donc pas en demande de travail de la compréhension au téléphone en séance d'orthophonie. Nous avons référencé ces aides techniques en **annexe n°12 page A 39**.

2.2. Qualité des enregistrements filtrés

2.2.1. Choix des logiciels

C'est à la lumière de différentes études étrangères et des mémoires d'orthophonie cités antérieurement que nous avons fait le choix de proposer des enregistrements en voix filtrée plutôt que des enregistrements avec ajouts de bruit cocktail party. En effet, nous ne possédions pas les outils nécessaires pour contrôler le rapport signal / bruit et faire en sorte que celui-ci reproduise une situation d'entraînement adaptée et conforme à celle rencontrée au téléphone dans la vie courante.

Si les enregistrements imitaient globalement correctement la perception du téléphone, leur qualité n'était pas toujours optimale, selon les orthophonistes ayant testé le protocole, et la perception directement au téléphone était parfois meilleure. Ce n'était cependant pas le cas pour tous les patients de l'étude : sur les sept patients, nous avons constaté que trois percevaient mieux la voix au téléphone quand les quatre autres avaient plus de facilités à reconnaître la voix filtrée. De plus,

la qualité de la parole n'étant pas toujours optimale au téléphone, il est courant de ne pas percevoir correctement un mot énoncé par notre interlocuteur. Ce défaut de qualité complexifie les exercices mais il augmente parallèlement la dimension écologique du protocole : dans la vie quotidienne, la compréhension au téléphone dépend aussi fortement du contexte (calme ou bruyant) et de la qualité du réseau téléphonique.

2.2.2. Choix des locuteurs

Nous nous étions fixé comme objectif de proposer différentes voix filtrées (féminines et masculines, de hauteur, de timbre et de débit différents) dans tous les exercices. En définitive, seules les conversations proposées en fin de protocole ont été enregistrées à l'aide de différentes voix. Certains locuteurs n'étant pas sensibilisés au domaine de la surdité, leur débit et leur intonation étaient moins adaptés, rendant parfois certains mots inintelligibles, y compris pour des personnes normo-entendantes comme les thérapeutes ayant testé le protocole.

Pour contourner ce biais, il faudrait effectuer une nouvelle version des enregistrements, afin qu'ils soient bien tous d'une qualité homogène et adaptés aux patients les plus en difficulté.

2.3. Hétérogénéité des profils

Notre objectif était de recruter des patients de profils hétérogènes afin d'observer les progrès possibles à l'aide de ce protocole, quel que soit le niveau initial (à condition que le patient soit suffisamment performant sans lecture labiale).

Pour l'élaboration de ce protocole, nous avons été confrontés à la difficulté d'élaborer des exercices dont le niveau et le contenu étaient adaptés à différents types de profils : adolescents et adultes de niveaux de compréhension sans lecture labiale hétérogènes. Après l'avoir testé sur plusieurs patients, nous avons pu l'enrichir et l'améliorer au fil des séances.

C'est en nous retrouvant confrontés à ces difficultés que nous avons pu trouver les axes de travail les plus adaptés pour les patients implantés de notre étude. C'est aussi au contact des professionnels ayant testé le matériel que nous avons pris conscience de la nécessité de créer des niveaux de difficulté adaptés à chaque patient pour tous les exercices.

2.4. Modalités de passation du protocole

Les modalités de passation du protocole ont différé d'un patient à l'autre. Nous avons en effet été obligés de tenir compte de variables extrinsèques (niveau initial et disponibilité matérielle de chacun). Si pour la plupart des patients, l'administration du protocole a duré deux mois, certains ont bénéficié d'un entraînement sur quelques semaines rapprochées. Pour l'un d'entre eux, il a été proposé pendant quatre mois. En effet, les exercices étaient effectués bien plus rapidement par les patients ne présentant pas ou peu de difficultés à les exécuter sans support visuel car il n'était pas nécessaire de leur proposer plusieurs répétitions. A l'inverse, certains nécessitaient plus de répétitions avant d'accéder à la compréhension des mots et phrases proposés et il fallait donc plus que les 45 minutes initialement prévues pour effectuer la totalité de la séance.

2.4.1. Analyse des résultats

Cette analyse est à la fois qualitative (questionnaires) et quantitative (PAV2L). L'analyse qualitative nous a permis de recueillir un certain nombre d'informations sur les points positifs et sur les points négatifs du protocole, tant du point de vue des professionnels que du point de vue des patients. Le manque de recul et la courte durée d'administration du protocole ne nous permettent pas de tirer de réelles conclusions quant à un transfert dans la vie quotidienne. Rappelons cependant qu'il a permis à **trois patients de l'étude de téléphoner** dans des **situations dites convenues**, ce qu'ils ne faisaient pas avant entraînement auditif. Les réponses aux questionnaires donnent des pistes à exploiter dans le cas d'une poursuite de mémoire qui viserait à améliorer ce protocole.

Quant à l'analyse quantitative, elle ne concerne que trois patients de notre étude. En effet, n'ayant pas nous-mêmes administré le protocole aux autres patients, nous ne pouvions pas imposer aux orthophonistes de leur faire passer le PAV2L alors qu'elles souhaitaient travailler d'autres compétences en rééducation. Nous n'avons donc pas pu leur proposer un PAV2L post-entraînement auditif. En conséquence, pour quatre des patients de notre étude, l'analyse n'a pu être que qualitative. Elle s'est basée principalement sur les questionnaires que nous avons remis aux orthophonistes ayant testé notre protocole, sur ceux que nous avons

proposés aux patients, ainsi que sur la réussite ou non des mises en situation proposées à certains patients à la fin du protocole.

Par ailleurs, si on ne peut pas considérer l'hétérogénéité des profils comme un biais dans notre étude, les résultats obtenus sont peu comparables et donc difficiles à généraliser. Si l'on ne peut pas démontrer que ce protocole a amélioré la perception auditive de la voix filtrée, nous pouvons néanmoins affirmer que des patients sont parvenus à atteindre un premier objectif à l'issue des séances : téléphoner dans des conditions dans lesquelles ils ne téléphonaient plus.

Discutons à présent de l'analyse des résultats obtenus au PAV2L et à l'issue de la situation téléphonique proposée post-entraînement :

2.4.1.1. Monsieur P., 54 ans

Le patient étant implanté depuis 10 ans. Il est passé d'une perception nulle des enregistrements à une perception relative aux exercices proposés. Nous pouvons émettre l'hypothèse que l'amélioration de son score au PAV2L ainsi que la possibilité de comprendre des questions simples au téléphone seraient en partie liées à l'entraînement auditif effectué sur 4 mois. Pour en avoir la confirmation, il aurait fallu tester le protocole sur une durée plus importante. Concernant la compréhension au téléphone, nous ne possédons pas suffisamment de données quantitatives pour témoigner d'une amélioration.

2.4.1.2. J., 20 ans

J. présentait une forte appréhension pour passer des appels téléphoniques à un interlocuteur inconnu. Les exercices du protocole lui ont semblé globalement simples : elle comprenait les textes aisément et comblait les pointillés des textes à trous sans une erreur. Sur une si courte durée, le protocole ne lui a probablement pas permis d'améliorer ses performances auditives.

Nous ne notons pas d'amélioration notable au second PAV2L, ce qui ne nous permet pas d'émettre de conclusions quant à un éventuel impact du protocole sur la compréhension sans lecture labiale, tant des mots que des phrases. Peut-être pouvons-nous attribuer cela à la courte durée d'entraînement.

Concernant le téléphone, nous pouvons supposer que le fait de percevoir aisément des voix filtrées inconnues et la réussite d'une mise en situation réelle face au thérapeute ont contribué à diminuer son appréhension du téléphone.

2.4.1.3. F., 12 ans

Comme avec tous les patients, nous avons fait le choix de faire travailler F. avec son implant et sa prothèse controlatérale. F. percevait bien la parole filtrée dans les enregistrements dès le début des séances. Il percevait relativement aisément les mots isolés sans la nécessité qu'ils soient répétés plusieurs fois et réussissait globalement bien les exercices. Cependant, nous avons pu constater qu'il percevait beaucoup mieux les mots en voix filtrée que ceux proposés directement au téléphone depuis une autre pièce. Nous supposons que cet écart de performance est dû au fait que le port de son implant est irrégulier et au fait qu'il se sert plus de sa prothèse que de son implant pour téléphoner à ses proches. Il présentait des difficultés sur la reconnaissance des noms propres.

F. n'a pas bénéficié d'un entraînement suffisamment long pour nous permettre d'observer une réelle progression dans les exercices. Nous n'avons pu proposer de PAV2L post entraînement à ce patient car ne bénéficiant que d'une séance d'orthophonie par semaine et l'ayant déjà mobilisé pour lui faire passer le protocole, il en avait besoin pour travailler d'autres domaines plus importants pour lui à l'heure actuelle.

Concernant la mise en situation téléphonique, les questions qu'il n'a pas comprises sont celles que nous n'avions pas anticipées sur le support papier, ce qui attesterait bien l'apport du support visuel. **Dans un premier temps, il serait donc utile** de le proposer à des patients qui souhaitent apprendre ou réapprendre à téléphoner en **situation convenue**.

2.4.1.4. Madame N., 59 ans

Madame N. présente un manque de confiance en elle, visible tant dans les tests que dans les exercices proposés. Ce manque de confiance a pu avoir des répercussions parfois importantes sur ses performances. Cependant, au fil des séances, les exercices étant sensiblement les mêmes, elle s'est habituée et l'influence du facteur psychologique sur ses performances a diminué en conséquence. Nous n'avons pu noter d'amélioration évidente concernant la compréhension sans lecture labiale de Madame N. au vu des résultats du PAV2L post-entraînement. Une fois encore, peut-être pouvons-nous attribuer cela à la courte durée d'entraînement.

Si à l'heure actuelle, elle ne téléphone pas de façon autonome sans haut-parleur, l'entraînement auditif et la mise en situation téléphonique semblent avoir diminué l'appréhension que Madame N. avait du téléphone. Peut-être pouvons-nous attribuer cette diminution de l'appréhension à la réussite de certains exercices proposés dans le protocole et au fait qu'elle ait pu tenir une conversation convenue en notre présence.

3. Facteurs d'influence sur la perception des enregistrements ou de la voix au téléphone

3.1. L'âge d'implantation

L'âge d'implantation peut être un facteur d'influence dans la progression du patient. En effet, nous avons constaté que les sourds congénitaux, habitués à travailler l'audition depuis le plus jeune âge - 0-6 ans étant la période de plasticité cérébrale la plus propice aux apprentissages - possédaient de meilleures capacités initiales à comprendre la parole au téléphone. C'est d'autant plus le cas pour les sourds congénitaux implantés très tôt. Comparés aux adultes devenus sourds, ces patients seront donc plus rapidement amenés à pouvoir téléphoner aisément et à tenir des conversations non convenues que les adultes devenus sourds.

3.2. la durée journalière du port de l'implant

La durée journalière du port de l'implant est aussi un facteur qui joue tant sur le niveau initial de performances du patient que sur son évolution. En effet, moins l'implant sera porté, plus longue sera la période d'adaptation à de nouvelles stimulations. Les progrès se feront ressentir moins vite et l'efficacité du protocole administré serait moindre.

3.3. L'environnement

L'environnement dans lequel était administré le protocole (phénomène de rayonnement affectant la dégradation du signal, qualité du réseau téléphonique, écho) est un facteur qui a pu avoir une influence sur la perception de la parole par les patients de l'étude. En effet, les passations se sont effectuées sur quatre lieux différents. Si nous avons essayé de faire en sorte que les conditions de passation

soient le plus homogène possible, nous pouvons cependant penser qu'un bruit interférent occasionnel, les phénomènes de rayonnement et / ou de réverbération sur les différents lieux de passation ont pu avoir un impact sur la reconnaissance de la parole dans les enregistrements. La qualité des différents réseaux téléphoniques et l'écho ont aussi pu jouer dans la reconnaissance des stimuli proposés directement au téléphone.

4. Facteurs d'influence sur la réussite des exercices

4.1. Influence des capacités de suppléance mentale

Au téléphone, la suppléance mentale est restreinte puisque le patient n'a pas accès aux indices donnés par le visage de son locuteur (lecture labiale, mimiques faciales et gestuelles) et a une perception encore plus dégradée de la parole.

Certains exercices proposés dans le protocole nous ont permis d'observer les capacités du patient à recourir à sa suppléance mentale. Nous avons pu constater que ceux possédant des difficultés à y accéder dans les devinettes lorsqu'ils ne percevaient pas un mot avaient aussi plus de difficultés à répéter les mots hors contexte. De manière générale, nous avons néanmoins pu constater une progression dans ces exercices faisant appel à la suppléance mentale.

4.2. État émotionnel du patient

Les patients avaient des profils et des demandes différents et certains ont adhéré plus facilement au support que d'autres. Pour certains, le téléphone était plus facile que les enregistrements par ordinateur.

Pour d'autres, c'était l'inverse. La motivation initiale et l'état émotionnel du patient pendant les premières séances ont pu influencer leurs performances et leur progression.

5. Critiques méthodologiques sur l'élaboration du protocole

L'élaboration du protocole s'est faite de manière progressive et est passée par différents stades de réflexion. Ajout de bruit blanc / cocktail party ou non, mesure précise de l'intensité ou non, choix des exercices et des thèmes à travailler. Initialement, 16 conversations recouvrant différents thèmes de la vie quotidienne ont été créées et enregistrées dans le but d'être associées à des exercices de reconnaissance, d'identification, de suppléance mentale.

Dans le souci de respecter un ordre de progression précis et devant le fait que seuls quatre thèmes ont pu être proposés en plus ou moins 10 séances, seules quatre conversations pré-enregistrées ont été utilisées. Les autres auraient pu être proposées ultérieurement au patient sous forme de texte à trous, de speech-tracking, ou d'exercice de compréhension générale.

5.1. Choix des thèmes

Nous avons fait le choix de proposer des situations simples susceptibles d'être rencontrées au téléphone avec des interlocuteurs inconnus (type prise de rendez-vous ou commande par téléphone). Certains thèmes se sont cependant révélés inadaptés à l'âge et aux intérêts des patients : en effet, certains n'ont par exemple jamais effectué de commande de pizza par téléphone et d'autres ne vont que très rarement, voire jamais, au cinéma. Nous aurions probablement dû sélectionner d'autres thèmes parmi les dialogues proposés et créer les exercices associés.

5.2. Analyse de la pertinence des exercices

D'une manière générale, les consignes étaient claires même si certaines nécessiteraient d'être simplifiées. Du point de vue des patients comme des professionnels, les exercices en eux-mêmes, quant à eux, étaient globalement adaptés et intéressants. Nous avons recueilli l'avis des professionnels sur l'ensemble des exercices, et en sont ressorties plusieurs remarques. Voici une analyse succincte de leur pertinence :

5.2.1. Exercice de fluence

L'un de nos objectifs en proposant cet exercice était d'évaluer si les patients percevaient mieux la voix filtrée ou la voix au téléphone. Pour cela, nous avons évalué si la répétition au téléphone des mots évoqués était plus aisée que ceux que nous avons sélectionnés dans les exercices. Nous avons aussi tenté de déterminer si le fait d'avoir évoqué en début de séance certains mots sur un thème précis leur a permis d'identifier plus facilement ceux qui se seraient éventuellement retrouvés dans les exercices. Contrairement à nos attentes, nous n'avons pas pu le vérifier. En effet, **cet exercice est intéressant mais il n'a pas forcément aidé tous les patients pour la suite des exercices car certains se sont limités à une catégorie restreinte de mots** (donner uniquement des parties du corps pour le thème du domaine médical par exemple). La critique que l'on pourrait émettre est que finalement, peu de mots proposés dans l'exercice de fluence se retrouvent dans les exercices suivants.

5.2.2. Un même radical et des mots

Le support visuel proposé dans cet exercice de perception auditive a permis de rassurer le patient en début de protocole. *Cet exercice s'est révélé assez simple pour la plupart d'entre eux. C'est la raison pour laquelle il a été réduit à seulement trois puis deux listes de mots, et finalement supprimé dans les dernières séances.*

5.2.3. Une catégorie et des mots

Cet exercice (répétition de mots correspondant à la catégorie sémantique travaillée) s'est révélé efficace pour travailler la reconnaissance de mots, contextuelle et non contextuelle. Le fait de leur laisser un support visuel était là encore rassurant.

5.2.4. Mots phonétiquement proches

Cet exercice demande une perception parfois fine des enregistrements proposés. Proposant à la fois des mots s'inscrivant dans un contexte et des mots hors contexte, il s'est révélé être plus difficile en voix filtrée pour certains patients.

5.2.5. Des mots et un thème

Cet exercice d'attention et de perception auditive a semblé adapté et plutôt facile pour tous les patients. Il prend relativement peu de temps à faire passer et permet de mettre en confiance le patient.

5.2.6. Répétition de mots

C'est l'exercice qui s'est révélé être le plus complexe pour les patients. Dans les premiers protocoles, un support visuel n'était pas proposé de façon systématique et la liste proposée n'était enregistrée qu'une seule fois, dans l'ordre des mots écrits sur la fiche orthophoniste. Sur les conseils de certains orthophonistes, et pour répondre aux besoins de certains patients en difficulté, nous avons donc pour les troisième et quatrième protocoles enregistré deux listes, l'une dans l'ordre, la seconde dans le désordre, avec possibilité pour le patient de recourir au support visuel des mots sur sa propre fiche si nécessaire.

5.2.7. Qui est l'intrus ?

Dans cet exercice, les termes proposés n'étaient pas toujours considérés comme intrus par les patients. De plus, certains patients étaient plus attachés à répéter tous les mots qu'à trouver l'intrus. Le travail d'attention auditive initialement visé par l'exercice n'était donc pas effectué par certains patients et il devenait un simple exercice d'identification de mots. Enfin, certains patients auraient eu besoin d'un support visuel car ils présentaient des difficultés pour la répétition de mots isolés en début de protocole. Une critique que l'on pourrait émettre à l'égard de cet exercice est la dimension infantilisante de son aspect ludique, ressentie par certains des patients les plus âgés de notre étude.

5.2.8. Répétition de phrases de plus en plus longues

Cet exercice s'est révélé intéressant pour tous les patients de l'étude, qui, à mesure qu'ils écoutaient les phrases, parvenaient à combler les éléments manquants. Il a parfois été frustrant pour certains patients qui ne percevaient pas toute la phrase en première intention mais parvenaient finalement à saisir l'intégralité de la phrase après une écoute supplémentaire ou un indice sur un mot non perçu.

N'ayant la possibilité de recourir ni au support écrit ni à la lecture labiale au téléphone, nous avons fait le choix de proposer cet exercice sans support écrit.

Cependant, il aurait sans doute été nécessaire de proposer un support visuel de façon systématique pour les patients les plus en difficulté.

5.2.9. Répétition de phrases phonétiquement proches

Cet exercice s'est révélé trop difficile en voix filtrée, c'est pourquoi il n'a été proposé que dans le premier protocole portant sur la prise de rendez-vous médical. Il aurait été plus logique de le proposer en fin de protocole, lors des dernières séances.

5.2.10. Devinettes

La critique principale de cet exercice concerne une trop importante intervention du facteur cognitif, quel que soit le thème proposé. Ce fut tout particulièrement le cas pour le thème 2 (cinéma) dans lequel le facteur socio-culturel, et la culture générale intervenaient fortement. Les personnalités choisies dans les devinettes de ce thème n'étaient pas toujours adaptées à l'âge des patients.

Par ailleurs, plusieurs niveaux avaient initialement été créés pour le thème 1 (prise de rendez-vous médical). Ils ont été supprimés dans les protocoles suivants, car ces exercices, sans support visuel, font davantage travailler la suppléance mentale, nécessaire pour pouvoir converser librement au téléphone, même en conversation convenue. Cependant, il aurait peut-être été judicieux de conserver ces niveaux dans un premier temps, notamment pour pouvoir proposer un support adapté aux patients les plus en difficulté.

Même si les patients ont apprécié cet exercice qui changeait des exercices d'audition pure, il est vrai qu'ils avaient parfois plus tendance à se focaliser sur la devinette qu'à faire attention aux mots qu'ils avaient perçus et qui pourraient leur permettre de trouver la réponse. Il était donc important de préciser au patient de prêter attention à ce qu'il entendait. Si le contenu de cet exercice était retravaillé, il resterait donc intéressant pour travailler à la fois l'audition et la suppléance mentale.

5.2.11. Questionnaire à choix multiples (QCM) / Questionnaire à réponse unique (QRU)

L'aspect négatif de ces deux exercices est une nouvelle fois l'intrication trop importante de facteurs cognitifs. De plus, les patients ont parfois exprimé leur incompréhension quant à l'apport de cet exercice pour travailler l'audition. Aussi, le QCM placé en fin de protocole est beaucoup plus facile que certains exercices de répétition de mots isolés. Cependant, il était souvent proposé en début de deuxième séance sur un thème et permettait de commencer une nouvelle séance de façon progressive, avant de proposer des exercices nécessitant beaucoup d'attention, entre autres le speech tracking, le textes à trous, et l'exercice de compréhension générale du dialogue.

5.2.12. Conversations « convenues »

Ce protocole d'entraînement permet de **préparer le patient à passer des appels téléphoniques en conversation de type « convenue »**, c'est-à-dire sur un sujet connu et / ou avec un interlocuteur connu. Il s'agit donc d'une première approche de la rééducation de la compréhension au téléphone. En début de rééducation, les patients de notre étude ne possédaient bien souvent pas le niveau pour suivre des conversations dites « non convenues » au téléphone. C'est pourquoi nous avons fait le choix de les entraîner à passer des appels de type « convenus » uniquement. Pour augmenter encore sa dimension écologique, il pourrait être enrichi par la création de nouveaux dialogues, plus « spontanés », relatant une discussion entre deux interlocuteurs sans sujets prédéterminés.

5.2.12.1. Speech Tracking

Le speech tracking fut proposé à tous les patients. Même s'il leur a paru plus simple que les autres exercices, tous y ont vu un intérêt. Proposé en fin de protocole, il permet d'effectuer un travail passif et nécessite moins d'attention que pour un exercice de répétition de phrases par exemple. En fin de séance cependant, certains patients ont pu présenter quelques difficultés de concentration.

5.2.12.2. Texte à trous

Cet exercice n'a pas posé de grandes difficultés aux patients en règle générale pour combler les trous par des noms communs. Ils avaient en revanche beaucoup plus de difficultés à percevoir les noms propres : seuls les patients ayant un très bon niveau au PAV2L initial y sont parvenus facilement. Nous avons cependant noté une légère amélioration dans la reconnaissance des noms propres sur la fin du protocole pour deux patients. Comme nous l'avons expliqué antérieurement, il est difficile de pouvoir quantifier cette amélioration tant les stimuli verbaux proposés différaient d'un thème à l'autre.

5.2.12.3. Compréhension générale

Tous les patients ont globalement pu avoir accès à cet exercice en début de protocole, avec plus ou moins de facilités pour répondre à des questions plus précises portant par exemple sur le nom des interlocuteurs, ou les numéros (de téléphone, de carte bancaire)

5.3. Limites du protocole

5.3.1. Taille de l'échantillon de population

Nous avons pu rassembler sept patients pour notre étude et seuls trois ont pu effectuer le PAV2L à la fois en pré-test et en post-test. Il est donc difficile d'établir des conclusions à partir d'un si faible échantillon. Il s'agit de trois des quatre patients à qui nous avons nous-mêmes administré le protocole. Pour des raisons d'ordre méthodologique, nous aurions dû exclure les quatre autres patients de l'étude. Cependant, il nous a paru intéressant d'exposer les conclusions qui sont ressorties des séances qui leur ont été administrées, même si nos observations ne sont que d'ordre qualitatif.

5.3.2. Temps d'expérimentation

Le protocole fut expérimenté sur deux mois en moyenne pour chaque patient. Ce n'est donc pas suffisant pour tirer des conclusions concernant l'efficacité d'un tel entraînement.

5.3.3. Conditions de passation

- **Des thérapeutes différents** : la façon de procéder est nécessairement différente d'un orthophoniste à l'autre. Malgré un protocole précis, certains ont dû s'adapter au niveau de leurs patients pour ne pas les mettre trop en échec. De plus, la voix de l'examineur était différente lors des exercices proposés directement au téléphone. Les stimuli proposés n'étaient donc pas identiques et ce facteur peut représenter un biais dans notre étude.
- **Des passations différentes selon les patients** : certains protocoles ont été proposés au téléphone directement, d'autres uniquement par ordinateur en fonction des facilités du patient à reconnaître la voix filtrée.
- **Une mesure approximative de l'intensité** dans les enregistrements. Le but était de proposer les exercices à intensité moyenne (environ 60 dB) mais cela s'est révélé trop facile pour certains et trop difficile pour d'autres. Comme il s'agit d'un protocole de rééducation, le but n'est pas d'évaluer le patient : nous avons donc fait le choix de toujours tenir compte des potentialités des patients et de nous adapter au fur et à mesure en augmentant ou en diminuant l'intensité, voire en ajoutant un bruit blanc à la voix filtrée. Mais ces différences ne nous ont pas permis de comparer les résultats obtenus par les patients avec une grande précision.
- **Influence de la prothèse controlatérale (si existante)** : nous avons souhaité que la rééducation se fasse dans les conditions les plus proches de celles dans lesquelles le patient se trouve en dehors des séances, de façon à ne pas le mettre en échec en début de rééducation. C'est pourquoi pour la plupart des patients, les séances se sont déroulées en champ libre. Mais le champ libre ne reflète pas la condition téléphonique puisque le patient se sert à la fois de son implant cochléaire et de sa prothèse controlatérale pour entendre. Nous aurions pu demander aux patients d'éteindre leur prothèse pendant la rééducation comme l'ont fait Borel et De Bergh (2013) dans leur protocole. Nous avons fait le choix de ne pas le faire pour éviter le risque de mettre le patient en échec dès le début des séances, même si l'entraînement aurait sans doute été plus bénéfique pour améliorer les performances au téléphone sans la prothèse. Seul l'un des patients de notre étude possédait un kit mains libres reliant directement son téléphone à l'ordinateur. Il ne se servait

ainsi que de son implant pour travailler. Il n'avait pas de prothèse contralatérale donc les résultats n'ont pas été biaisés par cet intermédiaire, même si le patient avait plus de facilité avec son câble qu'en champ libre.

6. Vérification des hypothèses

Hypothèse 1: Un entraînement auditif basé sur des exercices écologiques contextuels devrait favoriser la suppléance mentale des patients, facilitant ainsi la reconnaissance de certains mots ou de certains noms propres.

L'hypothèse 1 serait plausible, mais faute de données quantitatives, nous n'avons pu la vérifier. Nous avons pu constater qu'au fil des séances d'entraînement, les patients présentaient plus de facilités à faire les liens pour répondre aux devinettes et avaient moins d'hésitation concernant l'exercice de QCM/QRU. Nous n'avons pas pu vérifier s'il y a eu transfert de l'utilisation de la suppléance mentale à des situations de la vie quotidienne.

Hypothèse 2: Un entraînement spécifique sur un vocabulaire ciblé pourrait aider le patient à reconnaître plus facilement les mots utilisés lors de conversations non convenues mais spécifiques à un domaine en particulier (rendez-vous chez le médecin, commande pour livraison, location d'un appartement, etc.).

L'hypothèse 2 n'a pu être vérifiée puisque les deux seuls patients avec lesquels nous avons effectué une réelle mise en situation téléphonique dite convenue portant sur l'un des thèmes travaillés (la commande de pizzas) avaient initialement des facilités à identifier ce vocabulaire en voix filtrée, que ce soit en liste fermée ou en liste ouverte.

Hypothèse 3: Le fait de travailler avec différentes voix filtrées (voix grave, voix aiguë, débit plus ou moins rapide, intensité plus ou moins forte selon le locuteur) contribuerait à améliorer la perception de voix inconnues, et encouragerait le patient à initier des appels téléphoniques avec des interlocuteurs inconnus.

L'hypothèse 3 n'a pu être que partiellement vérifiée chez certains patients qui ont pu téléphoner à des interlocuteurs inconnus après avoir expérimenté ce protocole ou diminuer leur appréhension vis-à-vis du téléphone. Quant à l'amélioration de la perception de voix inconnues, nous n'avons pu le vérifier, même

si nous supposons que c'est le cas pour le patient qui a bénéficié des quatre mois d'entraînement. Rappelons en effet que le patient est passé d'une perception quasiment nulle de notre voix filtrée à la compréhension de stimuli simples.

7. Apports du protocole

Malgré les imperfections de ce protocole, il semble présenter plusieurs avantages pour la rééducation de la compréhension au téléphone. Les points positifs à retenir en vue d'une éventuelle reprise pour qu'il soit amélioré sont les suivants :

7.1.1. Aspects positifs du protocole

- Des exercices de complexité progressive
- Des situations écologiques
- Différentes voix, masculines et féminines, dont l'accent, le débit, l'intonation, la hauteur et l'intensité diffèrent d'un enregistrement à l'autre. Cet aspect, qui complexifie les exercices, a été décrit par les professionnels comme difficile pour certains patients, tout en restant un bon entraînement car proche des situations de la vie réelle
- Des mises en situation réelles

7.1.2. Bénéfices du protocole sur l'utilisation téléphone

- Une amélioration de la perception auditive au bout de trois séances en moyenne
- Un impact psychologique positif permettant de diminuer l'appréhension du téléphone

7.2. Perspectives et ouvertures

Dans l'idéal, pour construire un matériel varié et adapté à l'âge des patients, un questionnaire recensant les centres d'intérêt de différents patients selon l'âge et le niveau socio-culturel, pourrait être proposé. Ainsi, ces intérêts pourraient être utilisés aussi bien pour l'élaboration d'exercices analytiques (répétition de mots) que contextuels comme les devinettes et les dialogues. Tenant compte des remarques des orthophonistes testeurs du protocole, les consignes pourraient être simplifiées.

Cette étude, loin d'être exhaustive, ne nous permet pas de conclure à l'efficacité d'un tel protocole. Elle donne cependant des pistes à exploiter pour la

rééducation de la compréhension au téléphone chez le patient implanté cochléaire. Les réponses aux questionnaires proposés après entraînement auditif apportent des éléments qui permettraient d'améliorer ce protocole. Il pourrait ainsi être repris, et proposé à une population plus importante, afin d'en mesurer véritablement l'efficacité.

Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif de créer un protocole écologique à destination des orthophonistes permettant de travailler de façon ciblée la compréhension au téléphone chez les patients implantés cochléaires. Nous souhaitons évaluer si un travail d'entraînement auditif à l'aide d'enregistrements de diverses voix filtrées imitant la bande passante du téléphone (300-3400 Hz) contribuerait à améliorer la perception de la voix au téléphone chez ces patients, quel que soit leur niveau initial.

Les réponses recueillies aux questionnaires attestent que les sept patients de notre étude ont trouvé l'entraînement utile et beaucoup semblent avoir apprécié la dimension concrète des dialogues proposés. Quant aux professionnels, ils ont constaté une légère amélioration de la perception de la parole filtrée (300-3400 Hz) au bout de trois séances en moyenne et ont dans l'ensemble trouvé ce protocole intéressant pour la rééducation au téléphone des patients implantés.

L'hypothèse que certains des mécanismes de haut-niveau interviennent dans le traitement de la parole a déjà été suggérée dans plusieurs recherches (Hannemann et al., 2007, Zekveld et al., 2006, Davis and Johnsrude, 2007).

Derieux and Guenser (2010) avaient elles-mêmes émis l'hypothèse que ces mécanismes interviennent dans le traitement général de la parole filtrée par les patients implantés. De plus, les résultats aux PAV2L pré et post-entraînement démontrent une évolution dans la compréhension de phrases pour les patients que nous avons pu évaluer. C'est pourquoi nous pensons qu'un tel entraînement fondé sur des exercices contenant des stimuli lexicaux contextuels serait bénéfique pour le patient implanté cochléaire. Il pourrait donc être intéressant de poursuivre cette recherche, afin d'améliorer ce protocole et d'apprécier quantitativement son efficacité sur un plus grand nombre de patients.

Bibliographie

- [1] **Adams JS, Hasensatb MS, Pippin GW, Sismanis A.**, (2004). *Telephone use and understanding in patients with cochlear implants*, 83 (2). *Ear, Nose and Throat Journal* [96, 99-100, 102-3] [février 2014]
- [2] **Ambert-Dahan E.** (2011). *Optimisation du mode de réhabilitation des surdités sévères et profondes de l'adulte : de nouveaux outils pour une réhabilitation auditive optimale*. Les entretiens de Bichat, Paris.
- [3] **Anderson Gosselin P.** (2015) *The Influence of Age and Speech Presentation Modality on Listening Effort*. The official publication of the academy of doctors of audiology. URL : <http://www.audiologypractices.org/the-influence-of-age-and-speech-presentation-modality-on-listening-effort>
- [4] **Azema B., Bescond G., Biscoff H., Bizaguet E., Coez A., Guillarm G., Hugon B., Jillot J., Laurant S., Lefevre F., Le Her F., Renard C., Renard X., Ruaux C., Vinet A.** (2008). *Production, phonétique acoustique et perception de la parole - Précis d'Audioprothèse Tome I*. Les Editions du collège national d'Audioprothèse. Editions Masson p.26-323
- [5] **Bigand, Musquet et Moatti** (2005). *Dossier connaissances et surdité Mars n°11*, p15-16
- [6] **Bigand E.** (2004). *Perception auditive et mémoire Synthèse de l'intervention lors des Journées d'Etudes Acfos de janvier 2004 par le Dr Busquet et le Dr Moatti*. Laboratoire d'études des apprentissages et du développement, Université de Bourgogne Dijon.
- [7] **Bizaguet E.** (2014). **Conférence « La problématique de l'appareillage dans le bruit »**. *Forum Bucodès SurdiFrance - Ensemble pour mieux entendre, Paris*.
- [8] **Bizaguet et autres auteurs** (1997). *L'appareillage de l'adulte Tome I. Le Bilan d'Orientation Prothétique*. Paris : Masson
- [9] **Borel S., De Bergh M.** (2013). *Entraînement auditif pour les situations d'écoute complexes chez l'adulte implanté cochléaire : Environnement bruyant, Téléphone, Musique*. Les entretiens de Bichat, Paris.
- [10] **Botte M.-C. , Sorin C.** Encyclopædia Universalis en ligne, AUDITION Psycho-acoustique, consultée le 15 décembre 2014.
URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/audition-psycho-acoustique/>
- [11] **Callies and De Bergh** (2009). *La Communication Téléphonique Chez Les Adultes Devenus Sourds Et Implantés Cochléaires*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Université La Pitié Salpêtrière Paris.
- [12] **Cardon M., Collet C.** (2010). *Manuel d'entraînement à l'éducation auditivo-verbale de l'adulte sourd implanté cochléaire*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Institut Gabriel Decroix. Université Lille 2.
- [13] **Cote N.** (2005). *Qualité perçue de parole transmise par voie téléphonique large-bande*. Paris : mémoire pour le Master Sciences et Technologie de l'UPMC.

- [14] Chang Y., Fu Q.-J. (2006). *Effects of talker variability on vowel recognition in cochlear implants*. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, Vol 49.
- [15] Chouard C.-H., (2010). *Histoire de l'implant cochléaire*. Paris : Masson.
- [16] Chuping Liu, Qian-Jie Fu, and Shrikanth S. Narayanan (2009), *Effect of bandwidth extension to telephone speech recognition in cochlear implant users*. The Journal of the Acoustical Society of America, 125(2), 77.
- [17] De Brier F., Guitard J. (2007). *L'étendue lexicale de l'adolescent sourd profond : apport indépendant et/ou combine de l'implant cochléaire et de la langue française parlée complétée (code LPC)*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Université Claude Bernard Lyon.
- [18] Dehaene-Lambertz, G., Pallier C., Serniclaes W., Sprenger-Charolles, L., Jobert A., Dehaene S. (2005). *Neural correlates of switching from auditory to speech perception*. Journal NeuroImage Volume 24, Issue 1, Pages 21–33
- [19] Derieux L. et Guenser P. (2010). *Compréhension par des adultes implantés cochléaires de la parole téléphonique simulée : rôle des facteurs cognitifs*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Université La Pitié Salpêtrière Paris.
- [20] Donaldson G. S. et Nelson D. A. (2000). *Place-pitch sensitivity and its relation to consonant recognition by cochlear implant listeners using the MPEAK and SPEAK speech processing strategies*. Journal of the Acoustical Society of America 107, 1645.
- [21] Dumont A. (1998). *Implantations Cochléaires - Guide pratique d'évaluation et de rééducation*. Ortho Edition.
- [22] Dumont A. (2008) *Orthophonie et Surdités*. Ortho Edition.
- [23] Dupont M., Lejeune B. (2010). *Rééducation de la boucle audio-phonatoire Chez les adultes sourds porteurs d'un implant cochléaire*. Paris : Masson.
- [24] Fu Q.-J. et Galvin J.J. (2007). *Computer Assisted Speech Training for Cochlear Implant Patients : Feasibility, Outcomes, and Futures Directions*. In *Seminars in hearing* (Vol. 28, No. 2). NIH Public Access.
- [25] Fu Q.J. , Nogaki G., Galvin J. (2005). *Auditory Training with Spectrally Shifted Speech: Implications for Cochlear Implant Patient Auditory Rehabilitation*. Journal of the Association for Research in Otolaryngology, Volume 6, Issue 2, pp 180-189.
- [26] Gallego (1998) *Préservation de l'enveloppe temporelle pour la compression du signal de parole*. Proceeding du congrès de la Société Française d'Audiologie, Clermont Ferrand.
- [27] Georges H. (2008). *La compréhension de l'adulte devenu sourd : création d'un matériel de rééducation visant à améliorer cette compréhension, en limitant les erreurs générées par la suppléance mentale*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Institut Gabriel Decroix. Université Lille 2.

- [28] Hannemann R. , Obleser J. et Eulitz C., (2007). *Top-down Knowledge supports the retrieval of lexical information from degraded speech*. Brain Research, 134-143.
- [29] Haroutunian D. **Les presbycousies (2000)**. *Manuel de rééducation de la compréhension pour surdités acquises*. Ortho Editions.
- [30] Hartmann William M. (1997). *Signal, Sounds and Sensations, Modern acoustic and signal processing*. Springer Science & Business Media, 9 janv. 1997 p. 283
- [31] Henshaw H., Ferguson A. (2013). *Efficacy of Individual Computer-Based Auditory Training for People with Hearing Loss : A Systematic Review of the Evidence*. PLOS ONE, 8(5), e62836. doi:10.1371/journal.pone.0062836.
- [32] Ji, C., Galvin J.J., Xu. A., Fu. Q.-G. (2013). *Effects on speaking rate on recognition of synthetic and natural speech by normal-hearing and cochlear implant*. Ear and hearing (Impact Factor: 2.83). 12/2012; 34(3).
- [33] Wu J.-L., Yang H.-M., Lin Y.-H., and Fu Q.-J. (2007) *Effects of computer-assisted speech training on Mandarinspeaking hearing-impaired children*. Published in final edited form as: *Audiol Neurootol*.
- [34] Kirk, Prusick, French and al., (2012). *Assessing spoken word recognition in children who are deaf or hard of hearing: a translational approach*. J Am Acad Audiol. 2012 Jun;23(6):464-75.
- [35] Lecocq, Segui (1989). *L'accès lexical*. Lille : Presses universitaires de Lille.
- [36] Li Yongxin, Zhang Guoping, Galvin III J., Fu Qian-Jie (2014), *Mandarin Speech Perception in Combined Electric and Acoustic Stimulation*. PLOS ONE 9(11): e112471. doi:10. 1371/journal.pone.0112471.
- [37] Lorenzi, C., Husson, M., Ardoint, M. & Debrulle, X. (2006). *Speech masking release in listeners with flat hearing loss: Effects of masker fluctuation rate on identification scores and phonetic feature reception*. Int. J. Audiol., 45, 487-495.
- [38] Lorenzi, C., Gilbert, G., Carn, H., Garnier, S., & Moore, B.C.J. (2006). *Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 103, 18866-18869.
- [39] McAdams, S., Winsberg, S., Donnadiou, S., De Soete, G., et Krimphoff, J. (1995). *Perceptual scaling of synthesized musical timbres : Common dimensions, specificities, and latent subject classes*. Psychol. Res., 58 : 177–192.
- [40] Matthew H. Davis A., Ingrid S., Johnsrude B. (2007). *Hearing speech sounds: Top-down influences on the interface between audition and speech perception*. MRC Cognition and Brain Sciences Unit.
- [41] Marslen-Wilson W.D., Welsh A. (1978) *Processing interactions and lexical access during word recognition in continuous speech*, Cognitive Psychology. Volume 10, Issue 1, Pages 29–63.

- [42] Marx M. (2013). *Approche psychophysique de la perception auditive para et extra linguistique chez le sujet sourd implanté cochléaire*. Thèse de Neurosciences, comportement, cognition soutenue à l'Université Paul Sabatier - Toulouse III.
- [43] McClelland J.L., Elman J.L., (1986) *The TRACE model of speech perception*. Cognitive Psychology Volume 18, Issue 1, Pages 1–86.
- [44] Medina et Serniclaes (2009), *Le développement de la perception catégorielle chez les enfants sourds*. Connaissances surdité n°27 p.7-9.
- [45] Milchard and Cullington's (2004). *An investigation into the effect of limiting the frequency bandwidth of speech on speech recognition in adult cochlear implant users*. Int J. Audiol, 43, 356-362
- [46] Nelson, P. B., and Jin, S.-H. (2004). *Factors affecting speech understanding in gated interference: Cochlear implant users and normal-hearing listeners*. J. Acoust. Soc. Am. 115, 2286–2294.
- [47] Nie Y., Svec A. Nelson P. et Munson B. (2013). *The effects of temporal envelope confusion on listeners' phoneme and word recognition*. Proceedings of Meetings on Acoustics, Vol. 19, 060111
- [48] Nygaard L., Sommers M.S., Pisoni D.B. (1994). *Speech Perception as a Talker-Contingent Process*. Psychological Science vol. 5 no. 1 42-46.
- [49] Oba, Fu, Galvin (2011). *Digit training in noise can improve cochlear implant's users' speech understanding in noise*. Ear Hear, 2011 ; 32(5)-573-581.
- [50] Pisoni, David B (2000). *Cochlear Implants: Some Thoughts on Perception, Learning, and Memory in Speech Perception*. Ear and hearing. p. 70-78.
- [51] Pisoni, David B. (1990). *Effects of talker variability on speech perception : Implication for current research and theory*. Proceedings on the 1990 International Conference On Spoken Language Processing p.1399-1407, In H. Fujisaki (Ed.), Kibe, Japan : Acoustical Society of Japan
- [52] Rist C. (1999). *200 mots à la minute : le débit oral des médias*. Revue Communication et langage numéro 119 p.66-75
- [53] Ryalls, B.O., Pisoni, D.B., (1997). *The effect of talker variability on word recognition in preschool children*. Developmental Psychology, 33 p. 441-452.
- [54] Shafiro V. , Stanley Sheft, Sejal Kuvadia, Brain Gygi and Kim Ho (2012) *Auditory and cognitive factors in speech and environmental sound perception of cochlear implant listeners*. J. Acoust.- Soc. Am. 131, 3515.
- [55] Shannon et al. (1995). *Speech recognition with primarily temporal cues*. Science Volume 270 numéro 5234 pp. 303-304

- [56] Sharpe V., Fogerty D. et Den Ouden, (2014). *The role of fundamental frequency and temporal envelope in processing sentences with temporary syntactic ambiguities*. Acoustical Society of America, Volume 21, Issue 1.
- [57] Sheffert, S. M., Pisoni, D. B., Fellowes, J. M., & Remez, R. E. (2002). Learning to Recognize Talkers From Natural, Sinewave, and Reversed Speech Samples. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 28(6), 1447–1469.
- [58] Takayanagi S., Dirks D.D., Moshfegh A., (2002). *Lexical and talker effects on word recognition among native and nonnative listeners with normal and impaired hearing*. *Journal of Speech, Language and hearing Research*45(3), 585-597.
- [59] Tourmel M. (2007) – *Validation du PAV2L (Evaluation de la Perception Auditive Verbale de la Lecture Labiale de l'adulte devenu sourd)*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Institut Gabriel Decroix. Université Lille 2.
- [60] Vignault, F., Laborde, M.L. (2009). *Compréhension au téléphone chez les adultes implantés*
- [61] Walton Julie H., and Orlikoff Robert F., (1994). *Speaker Race Identification From Acoustic Cues in the Vocal Signal*. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, August 1994, Vol. 37, p. 738-745.
- [62] Zeitler, Daniel M., Kessler, Megan A., Terushkin, Vitaly; Roland, J. Thomas Jr., Svirsky, Mario A., Lalwani, Anil K., Waltzman, Susan B. (2008). *Speech Perception Benefits of Sequential Bilateral Cochlear Implantation in Children and Adults: A Retrospective Analysis*. *Otology & Neurotology*, Volume 29 - Issue 3 – p. 314-325
- [63] Zekveld A., Heslenfeld D.J., and al. (2006), *Top-down and bottom-up processes in speech comprehension*. *NeuroImage* Volume 32, Issue 4, p. 1826–1836

Associations et sites internet :

- [64] **Site du CISIC** : consulté pour l'exploitation de graphiques et données issus de l'enquête « implant cochléaire au quotidien » (2010) et de la plaquette d'information sur l'implant cochléaire (2012)!
http://cistic.fr/CISIC/media/doccistic/Guide_CISIC_2011.pdf
http://www.cistic.fr/CISIC/media/doccistic/synthese_questionnaire_cistic2012.pdf
- [65] **Site de l'IFIC** (banques d'exercices à destination des sujets implantés) :
<http://www.implant-ific.org/exercices>
- [66] **Site du FLE** pour la recherche de thématiques conversations téléphoniques, de listes de vocabulaire courant et pour la recherche d'idées d'exercices :
<http://fog.ccsf.edu/~creitan/q3rev/q3rev.htm>

<http://www.podcastfrancaisfacile.com/englishmenu/french-communication-dialogue-daily-life-listen-to-mp3.html>

[67] Site **NOVLEX** afin de rechercher des données lexicales pour la création du matériel : <http://www2.mshs.univ-poitiers.fr/novlex/novlex1frm.htm>

[68] Site **COCHLEA**. Site qui s'adresse aux professionnels, consulté pour le visionnage de vidéos explicatives du fonctionnement auditif et du fonctionnement de l'implant) : <http://www.cochlea.eu/>

[69] Site de la **Haute Autorité de la Santé (HAS)** : <http://www.has-sante.fr/>, «Le traitement de la surdité par implants cochléaires ou du tronc cérébral » , consulté pour des informations sur l'implant cochléaire.

[70] **Les cahiers de l'audition** : <http://www.college-nat-audio.fr/>

[71] Site **ASHA**: <http://www.asha.org/aud/articles/auditory-training-adults-cochlear-implants/>, consulté pour un article sur l'entraînement auditif des adultes sourds implantés cochléaires.

[72] <http://airdame.asso.free.fr/cmsms/index.php?page=parole-2>, consulté pour la lecture d'un article de Dumont A.

[73] <http://www.journee-audition.org/>, consulté pour l'obtention d'informations sur la conférence « Ensemble pour mieux entendre » du 27 septembre 2014

[74] Site d'un orthophoniste diplômé, consulté pour un tutoriel sur l'utilisation du logiciel PRAAT : <http://pierrou.free.fr/praat2.htm>

[75] Site de la **Société Française d'Audiologie (SFA)**. Consulté pour un article sur l'influence du bruit et de la réverbération sur la discrimination vocale : http://sfaudiologie.fr/Drupal/sites/default/files/SFAnews/SFA_05.pdf

Liste des annexes

Liste des annexes :

**Annexe n°1 : Acougrammes phonétiques de Borel
Maisonny**

**Annexe n°2 : Tableau récapitulatif de la démarche
d'évaluation et d'entraînement de la
compréhension au téléphone**

**Annexe n°3 : Questionnaire initial à destination des
patients sourds implantés cochléaires**

**Annexe n°4 : Conversation spontanée issue de la BIA
d'Annie Dumont**

Annexe n°5 : Photo du dispositif Bluetooth MED-EL

Annexe n°6 : Profils détaillés des patients

**Annexe n°7 : Questionnaire d'évaluation du protocole à
destination des patients**

**Annexe n°8 : Questionnaire d'évaluation du protocole à
destination des orthophonistes**

**Annexe n°9 : Observations et suggestions des
orthophonistes ayant testé le protocole**

Annexe n°10 : Exemple de protocole (Thème 1)

**Annexe n°11 : Définition des termes « conversations
convenues » et « conversations non convenues »**

**Annexe n°12 : Quelles aides techniques utiles pour le
patient implanté cochléaire ?**

**Annexe n°13 : Schéma illustrant le passage de la détection
à l'intelligibilité d'un message acoustique**

Annexe n°14 : Lettre de consentement