

UNIVERSITE DE POITIERS
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Ecole d'Orthophonie

Année 2012-2013

MEMOIRE
en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie
présenté par

Valérie ROSSO

**EVALUATION DES FONCTIONS AUDITIVES CENTRALES,
DE L'ATTENTION ET DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL
DANS LA COMPREHENSION DE LA PAROLE DANS LE BRUIT
CHEZ DES PATIENTS PRESBYACOUSIQUES APPAREILLES**

Directeurs du mémoire : Madame Hélène Le Roux, Orthophoniste
Monsieur Jean-Pascal Lebreton, Praticien hospitalier O.R.L.

Autres membres du jury : Monsieur Xavier Dufour, Professeur O.R.L.
Madame Michèle Baudequin, Orthophoniste
Madame Sylvie Delforge, Orthophoniste
Madame Marine Le Verge, Audioprothésiste

UNIVERSITE DE POITIERS
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Ecole d'Orthophonie

Année 2012-2013

MEMOIRE
en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie
présenté par

Valérie ROSSO

**EVALUATION DES FONCTIONS AUDITIVES CENTRALES,
DE L'ATTENTION ET DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL
DANS LA COMPREHENSION DE LA PAROLE DANS LE BRUIT
CHEZ DES PATIENTS PRESBYACOUSIQUES APPAREILLES**

Directeurs du mémoire : Madame Hélène Le Roux, Orthophoniste
Monsieur Jean-Pascal Lebreton, Praticien hospitalier O.R.L.

Autres membres du jury : Monsieur Xavier Dufour, Professeur O.R.L.
Madame Michèle Baudequin, Orthophoniste
Madame Sylvie Delforge, Orthophoniste
Madame Marine Le Verge, Audioprothésiste

REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire, je souhaite adresser ici tous mes remerciements aux personnes qui m'ont guidée dans ce projet et qui ont permis sa réalisation :

A Hélène Le Roux, ma Directrice de mémoire, orthophoniste toujours passionnée, prête à partager ses connaissances et avec le souci permanent du mieux-être des patients. Merci pour ton énergie à toute épreuve, tes précieux conseils et ta disponibilité ;

Au Dr Jean-Pascal Lebreton pour votre enseignement, votre aide dans le recrutement des patients, votre regard à la fois de scientifique et de praticien en contact avec les patients, la correction de ce mémoire et votre participation à mon jury ;

A Michèle Baudequin pour votre enseignement, pour avoir enrichi mon travail de votre regard clinique, pour votre disponibilité, votre bienveillance et votre soutien dans les moments plus difficiles, la correction de ce mémoire et votre participation à mon jury ;

A Marine Le Verge pour répondre avec autant de sympathie et de dynamisme à mes questions sur le monde de l'audioprothèse, pour l'aide dans le recrutement des patients, le choix du matériel, la mise à disposition de ta cabine d'audioprothèse, pour la relecture de ce mémoire et la participation à mon jury ;

A l'équipe ORL du CHU de Poitiers, et plus particulièrement à Louise Martin, Dr Nathalie Girault et Dr Christine Kremer, pour votre accueil durant mon stage sans oublier Monsieur le Professeur Xavier Dufour pour votre participation à mon jury ;

A Sylvie Delforge pour votre participation à mon jury et votre regard de praticienne ;

Aux audioprothésistes Cédric Rault de Audilab Poitiers, Alain Roussel de Audilab Angers et Lisa Chatelain d'Aide Audition Chatelain à Tiercé pour votre aide dans le recrutement des patients et les réponses à mes questionnements ;

A Madame Dony, du CHU de Liège, pour nos échanges sur l'utilisation du BAC ;

A l'équipe du CERTA et du Centre Charlotte Blouin à Angers qui m'a accueillie comme stagiaire en 3^{ème} année et m'a donné envie de prendre en charge des patients déficients auditifs ;

A Gilles Hunault pour votre aide très précieuse pour le traitement statistique ;

A tous les patients qui ont participé aux évaluations dans le cadre de ce mémoire ;

A Laetitia pour tous nos échanges si fructueux ;

A Toi, Luc, qui m'a tant aidée à franchir « mes montagnes » .

Je souhaite également remercier tous ceux qui ont rendu possible ma reconversion en tant qu'orthophoniste :

A tous les intervenants de l'école d'orthophonie qui ont contribué à cette riche formation avec une pensée particulière pour le Professeur Roger Gil ;

A mes maîtres de stage tout au long de ces années de formation. Merci à Nicole Leroux et l'équipe du SESSAD et de l'IME la Chaussée, Anne Remay-Jean et Elodie Saulais, Sylvie Le Villain, l'équipe des Capucins d'avoir pris le temps de me transmettre un peu de votre expérience, beaucoup de votre passion. Je remercie tout particulièrement mes maîtres de stage de 4^{ème} année, Claire Bessonneau pour ton partage d'expérience sur la prise en charge écologique et ton recul et bien sûr Béatrice Marie-Moreau, avec qui je partage désormais des liens amicaux et qui m'a tant guidée dans mes études depuis ma 2^{ème} année.

A Jeanine Andrillat qui m'a fait partager ta passion pour l'orthophonie quand je me posais des questions sur ma reconversion ;

A Laura Kuster Besnier, la 1^{ère} « vétortho », toi qui, en tant qu'aînée, m'a guidée ;

A Alo pour ton accueil à Poitiers.

Pour finir, je tiens à remercier mes proches...

A mes amis, tout spécialement ceux avec qui je partage la passion de ce métier, Laurence F., Charlotte S., Nolwenn, Marion, Léa et Laurie. Je te remercie tout particulièrement Laetitia pour ton accueil si chaleureux à Poitiers lors de cette dernière année. Un très grand merci également à Guillaume, toi qui t'est montré si accueillant pour « la coloc du jeudi ».

A la promotion Van Gogh. Moi qui m'inquiétais de me retrouver avec des « jeunettes », j'ai apprécié ces années partagées avec vous.

A mes amis Christine, Florence, Laurence M., Christiane, Sylvie, Karine, Nathalie, Jean, Manu ;

Enfin, à ma famille...

A ma mère qui affronte si courageusement la maladie ;

A ma belle famille que j'apprécie tant ;

A mon père qui m'a appris à regarder les étoiles...et que je regarde maintenant dans le ciel étoilé ;

A Raphaël et Solène, mes enfants chéris, vous qui avez si souvent dû partager votre maman avec « l'orthophonie » ;

A Toi, Luc, solide comme un roc, qui m'a promis une vie sans ennui et qui pense que rien n'est impossible. A notre nouvelle vie qui commence...

Un grand merci à vous tous !

TABLE DES MATIERES

LISTE DES GRAPHIQUES	1
LISTE DES TABLEAUX.....	1
LISTE DES SCHEMAS	2
LISTE DES ABREVIATIONS.....	2
INTRODUCTION.....	4
PARTIE THEORIQUE	6
I. COMPRENDRE LA PAROLE.....	6
I.1. La structure acoustique de la parole.....	6
A) Les caractéristiques d'un stimulus acoustique	6
B) Les indices fréquentiels et temporels de la parole	6
C) En résumé	9
I.2. Les différents traitements pour comprendre la parole	9
A) Le traitement acoustique de la parole	10
B) Le traitement visuel de la parole.....	13
C) Le traitement lexico-syntaxico-sémantique.....	14
D) Le traitement cognitif : rôle de l'attention et de la mémoire.....	15
E) En résumé	17
I.3. Cas particulier de la compréhension de la parole dans le bruit.....	17
A) L'effet de masque et la notion de rapport signal sur bruit	17
B) Le démasquage de la parole	18
C) En résumé	19
II. LES FONCTIONS AUDITIVES CENTRALES	19
II.1. Fonctions auditives périphériques et fonctions auditives centrales.....	19

II.2. Eléments d'anatomie et de physiologie des voies auditives centrales.....	21
A) Les voies auditives primaires	21
B) Les voies auditives non primaires.....	22
C) La voie efférente	22
D) Les particularités des voies auditives centrales.....	22
II.3. L'asymétrie hémisphérique	24
II.4. L'écoute dichotique : investigation de l'asymétrie fonctionnelle	25
II.5. Les troubles des processus auditifs centraux	27
III. LA PRESBYACOUSIE	28
III.1. Surdité et définitions	28
A) La définition de la surdité	28
B) Les surdités de perception	28
C) La classification audiométrique des surdités.....	29
D) Les surdités post linguales	30
III.2. La presbyacousie : importance, diagnostic et conséquences.....	30
A) Qu'appelle t-on presbyacousie ?	30
B) La cause la plus fréquente de surdité chez l'adulte de plus de 50 ans	31
C) La presbyacousie : résultat du vieillissement de l'appareil auditif périphérique	31
D) La typologie des presbyacousies	32
E) Le diagnostic de la presbyacousie.....	32
F) L'âge altère également le système central auditif.....	36
G) Les conséquences sur la perception de la parole	37
H) Le vieillissement cognitif dégrade la perception auditive	40
I) Conclusion : La presbyacousie est une pathologie multifactorielle nécessitant une prise en charge interdisciplinaire	41
III.3. La prise en charge de la presbyacousie.....	42
A) Les différents traitements.....	42
B) L'autostigmatisation du devenu sourd	47
C) Une collaboration interdisciplinaire � améliorer... ..	48

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	50
I. PROBLÉMATIQUE.....	50
II. ETAT DE L'ART	51
II.1. La presbyacousie : pathologie multifactorielle	51
II.2. Le rôle majoré des fonctions auditives centrales et cognitives dans le bruit.....	51
II.3. Comment explorer « facilement » les fonctions auditives centrales ?.....	51
A) Les aptitudes mesurées par le BAC.....	51
B) Les indications du BAC	52
II.4. Le BAC chez des patients porteurs de prothèses auditives : résultats d'un essai	52
III. HYPOTHESES DE TRAVAIL	53
III.1. Objectifs.....	53
III.2. Hypothèses	54
A) Hypothèse 1.....	54
B) Hypothèse 2.....	54
C) Hypothèse 3.....	55
D) Hypothèse 4.....	55
E) Hypothèse 5	55
F) Hypothèse 6	55
G) Hypothèse 7.....	55
H) Hypothèse 8.....	55
MATERIEL ET METHODES	56
I. DESCRIPTION DE LA POPULATION	56
I.1. Choix de la population.....	56
A) Critères d'inclusion.....	56
B) Critères d'exclusion	57
I.2. Recueil de l'échantillon	58
I.3. Présentation de l'échantillon.....	59
A) Description générale	59
B) Type de surdité	59
C) Appareillage	60

II. PROTOCOLE.....	61
A) Conditions générales de passation.....	61
B) Description des épreuves.....	62
C) Matériel	71
D) Dépouillement des résultats	72
 PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS	 73
I. OUTILS STATISTIQUES	73
II. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	75
II.1. Résultats des différentes épreuves.....	75
A) Evaluation des fonctions auditives centrales : résultats du BAC	75
B) Evaluation de l'attention et de la mémoire de travail	80
C) Quantification de l'apport de l'appareillage : réponses au questionnaire APHAB	81
II.2. Recherche de corrélations.....	83
A) Recherche d'une corrélation entre la discordance T/V et le niveau de gêne dans le bruit.....	83
B) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit, une discordance T/V et une altération des fonctions auditives centrales	84
C) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit, une discordance T/V et une altération de l'attention et/ou de la mémoire de travail.....	84
D) Recherche d'une corrélation entre les résultats du BAC, du PASAT et de la double tâche de Baddeley	84
E) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit, le niveau de surdité et la durée de privation auditive	85
F) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit et la qualité de l'appareil auditif	85
 DISCUSSION	 86
I. VALIDATION DES HYPOTHÈSES.....	86
I.1. Hypothèse 1.....	86
I.2. Hypothèse 2.....	86
I.3. Hypothèse 3.....	87

I.4. Hypothèse 4.....	88
I.5. Hypothèse 5.....	88
I.6. Hypothèse 6.....	88
I.7. Hypothèse 7.....	89
I.8. Hypothèse 8.....	89
II. LES LIMITES ET CRITIQUES DE NOTRE ETUDE.....	89
II.1. Critique par rapport à l'état de l'art.....	89
II.2. Nombre de patients	90
II.3. Pathologie	90
II.4. Age	90
II.5. Interprétation de la discordance T/V	91
II.6. Durée de la privation auditive	91
II.7. Type d'appareil auditif	91
II.8. Réglage de l'appareil auditif.....	91
II.9. Durée de port de l'appareil auditif	92
II.10. Types d'épreuve	92
A) MMS	92
B) APHAB	92
C) BAC	92
D) Double tâche de Baddeley.....	93
E) PASAT	93
II.11. Durée de l'évaluation et ordre de passation des épreuves	93
III. PERSPECTIVES ORTHOPHONIQUES.....	94
III.1. Dans un cadre de recherche	94
A) Poursuivre et améliorer cette étude	94
B) Mettre au point des outils de rééducation auditivo-cognitive	94
C) Valider l'intérêt de la rééducation auditivo-cognitive	94
D) Evaluer les fonctions auditives centrales dans d'autres pathologies	94
III.2. Dans la pratique clinique.....	95
A) Evaluer les fonctions auditives centrales	95
B) Evaluer et prendre en charge les troubles de l'attention et/ou de la mémoire de travail	96

C) Quelles pourraient être les indications de l'orthophonie ?.....	96
D) Sensibiliser les ORL à l'importance d'une prescription d'un bilan orthophonique....	97
E) Quelle pourrait être la collaboration avec l'audioprothésiste ?	97
F) Quel pourrait être le rôle de l'orthophoniste ?	97
CONCLUSION	99
BIBLIOGRAPHIE	101
ANNEXES	I

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Aptitude dichotique et Test de Lafon AB chez des patients appareillés (essai J.P. Demanez)	53
Graphique 2 : Seuil moyen auditif des patients de l'échantillon d'étude	60
Graphique 3 : Niveau technologique des appareils auditifs de l'échantillon d'étude	60
Graphique 4 : Résultats du BAC - Tests du Lafon SB et AB	75
Graphique 5 : Résultats du BAC - Aptitude dichotique	76
Graphique 6 : Résultats du BAC - Prévalence d'Oreille.....	77
Graphique 7 : Résultats du BAC - Configurations en hauteur et en durée.....	78
Graphique 8 : Résultats du BAC - Test du MLD (score brut et valeur centrée réduite).....	79
Graphique 9 : Résultats du PASAT - Niveaux de performance	80
Graphique 10 : Résultats de la double tâche de Baddeley.....	81
Graphique 11 : Scores APHAB : Gêne dans le bruit (Axe Bruit Ambiant)	82
Graphique 12 : Scores APHAB : Score global	83
Graphique 13 : Corrélation entre la discordance T/V et le niveau de gêne dans le bruit.....	83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fonctions auditives périphériques et centrales	20
Tableau 2 : Tableau synthétique des différents codages et analyses sur les voies auditives	23
Tableau 3 : Pourcentage de sujets presbyacousiques selon différentes tranches d'âge	31
Tableau 4 : Répartition de l'échantillon d'étude selon le NSC.....	59

LISTE DES SCHEMAS

Schéma 1 : Courbe audiométrique de l'oreille humaine.....	7
Schéma 2 : "Banana speech" (Siemens Audiology).....	8
Schéma 3 : Décomposition de la structure temporelle du logatome [acha]	9
Schéma 4 : Principe de traitement en flux par le système auditif	13
Schéma 5 : Les voies auditives centrales.....	21
Schéma 6 : Schéma explicatif des voies auditives primaires et non primaires.....	22
Schéma 7 : Bases anatomo-fonctionnelles de l'écoute dichotique	26
Schéma 8 : Audiométrie tonale d'un patient presbyacousique	33
Schéma 9 : Evolution de l'audiométrie tonale en fonction de l'âge.....	34
Schéma 10 : Audiométrie vocale d'un patient presbyacousique	34
Schéma 11 : Interprétation de l'audiométrie vocale	35

LISTE DES ABREVIATIONS

ANOVA : Analyse de Variance

APD : Auditory Processing Disorders = troubles des fonctions auditives centrales

APHAB : Abreviated Profile of Hearing Aid Benefit = profil abrégé de bénéfice prothétique

BA : Bruit Ambiant

BA app : Bruit Ambiant appareillé = dans le questionnaire APHAB , score sur l'axe Bruit Ambiant, quand le patient est appareillé.

BAC : Bilan Auditif Central

BIAP : Bureau International d'Audiophonologie

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CI : Colliculus Inférieur

dB : Décibel

ECPP : Effets Centraux dus à une Perturbation Périphérique

ECVB : Effets Centraux dus au Vieillissement Biologique

ET : Ecart Type

FNO : Fédération Nationale des Orthophonistes
GRAP Santé : Groupe de Recherche Alzheimer Presbycusie Santé
GRECO : Groupe de Réflexion sur les Evaluations Cognitives
GREFEX : Groupe de Réflexion pour l'Evaluation des Fonctions Exécutives
HAS : Haute Autorité de Santé
HD : Hémisphère Droit
HG : Hémisphère Gauche
Hz : Herz
MLD : Masking Level Difference test = test de démasquage du BAC
MMS : Mini Mental State
NSC : Niveau Socio-Culturel
OD : Oreille Droite
OG : Oreille Gauche
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ORL : Oto-Rhino-Laryngologiste
PASAT : Paced Auditory Serial-Addition Task = Test d'attention auditive soutenue
PO : Prévalence d'Oreille
REA : Right Ear Advantage
RSB : Rapport Signal sur Bruit
SCA : Système Central Auditif
T/V : (Discordance) Tonale/Vocale

INTRODUCTION

Avec le vieillissement de la population, la surdité liée à l'âge ou presbyacousie est un problème de santé publique. En effet, 70 % des personnes de plus de 65 ans ont des problèmes auditifs (Willott & al., 2001). Or, la surdité acquise chez l'adulte est un handicap sous diagnostiqué et peu pris en charge en France. Pourtant, l'individu devenu sourd est handicapé de manière importante dans sa capacité de communication avec autrui. Sa principale difficulté concerne l'intelligibilité : « J'entends, mais je ne comprends pas ».

L'orthophoniste est un des professionnels qui peut intervenir pour pallier ce type de troubles. Mais si la presbyacousie est connue et reconnue de tous les professionnels gravitant autour de ces patients, le fait que l'orthophonie puisse apporter un bénéfice complémentaire à l'appareillage n'est pas encore banalisé. Le domaine, où actuellement la rééducation orthophonique est tout à fait intégrée dans la prise en charge de l'adulte devenu sourd est celui de l'implantation cochléaire. Elle consiste à entraîner à découvrir et intégrer le nouveau monde sonore auquel le patient est exposé. Elle permet ainsi de maintenir et d'améliorer sa communication verbale. Mais dans le cadre de l'appareillage conventionnel d'un patient presbyacousique, l'orthophoniste est très peu sollicité, et si c'est le cas, pratiquement exclusivement pour la lecture labiale...

En gravitant dans l'environnement des devenus sourds, nous nous sommes également rendus compte que même les médecins ORL et les audioprothésistes intervenant auprès de ces patients n'avaient pas pleinement conscience de l'intérêt d'une telle rééducation et que tous les professionnels de l'audition ne collaboraient pas entre eux de manière systématique.

Dans l'élaboration de notre réflexion sur le rôle de l'orthophonie auprès des patients presbyacousiques, nous sommes partis du constat suivant. Au delà des résultats obtenus au niveau des seuils auditifs et en dépit du port régulier de l'appareillage auditif, les patients presbyacousiques se plaignent de façon récurrente de ne pas comprendre dans le bruit. Nous conjecturons qu'une rééducation orthophonique spécifique incluant un entraînement auditif

ciblé, la stimulation de l'attention et de la mémoire de travail améliorerait la communication dans le bruit. Cela suppose donc au préalable d'affiner le diagnostic orthophonique en précisant l'origine du trouble.

Suite à une revue de la littérature, de réflexions dans le cadre du groupe de travail au sein du GRAP Santé et du Diplôme Universitaire de réhabilitation et réadaptation des fonctions auditives de l'adulte dispensé à Angers, nous avons été sensibilisés aux troubles de l'audition centrale.

Nous cherchons donc à répondre à cette question : l'insatisfaction de certains patients vis-à-vis d'un appareillage auditif pour la compréhension de la parole en milieu bruyant est-elle la conséquence d'une altération des processus auditifs centraux, de troubles de la mémoire et/ou de l'attention ?

En premier lieu, nous présenterons le cadre théorique sur lequel nous nous sommes appuyés pour élaborer notre problématique. Nous ferons ainsi un état des lieux sur les mécanismes permettant la compréhension de la parole et ce, surtout en milieu bruyant. Nous insisterons sur le rôle de l'attention et de la mémoire de travail. Nous tenterons ensuite de mieux appréhender les fonctions auditives centrales et leur éventuel dysfonctionnement. Puis, nous définirons les caractéristiques de la presbyacousie en tentant de mieux comprendre les impacts de l'âge sur l'audition et les structures centrales de décodage. Dans une seconde partie, nous exposerons notre problématique et les hypothèses que nous avons formulées. Nous exposerons ensuite notre protocole expérimental ainsi que les résultats obtenus que nous analyserons. Enfin, nous terminerons par une discussion critique de notre expérimentation et des résultats pour ouvrir sur de nouvelles perspectives en orthophonie. Ainsi, nous discuterons de l'intérêt de ces évaluations dans la pratique orthophonique. Nous tenterons également de définir des indices prédictifs de ce type d'atteinte et donc les indications d'un bilan orthophonique. Nous insisterons sur l'intérêt d'une prise en charge interdisciplinaire.

PARTIE THEORIQUE

I. COMPRENDRE LA PAROLE

Comprendre la parole, a fortiori dans le bruit, implique de nombreux mécanismes que nous allons tenter d'appréhender.

I.1. La structure acoustique de la parole

A) Les caractéristiques d'un stimulus acoustique

Pour caractériser un stimulus acoustique sur le plan fonctionnel, il y a **cinq dimensions psychophysiques** :

- la durée (en ms ou s),
- la hauteur ou fréquence fondamentale (en Hz),
- l'intensité ou amplitude (en dB),
- le spectre sonore (composition fréquentielle),
- la localisation spatiale.

Ces cinq dimensions, ainsi que leurs évolutions au cours du temps, sont transmises, transformées et associées au niveau des différents relais auditifs (Perrot, 2010). La perception et l'intégration d'un son impliquent donc la combinaison de divers mécanismes qui concernent l'ensemble du système auditif.

B) Les indices fréquentiels et temporels de la parole

Du point de vue acoustique, la parole est un signal présentant une structure spectrale et temporelle complexe (Gnansia, de Cheveigné & Lorenzi, 2009).

En effet, tous les sons peuvent être illustrés par deux types de fonctions :

- **une fonction spectrale** qui décrit les variations d'intensité du phénomène acoustique en fonction de la fréquence ;
- **une fonction temporelle** qui décrit les variations d'amplitude de la vibration en fonction du temps.

Notons que la parole contient des informations spectrales et temporelles redondantes et complémentaires. Ceci permet une variabilité extraordinaire tant dans la production de la parole que dans son analyse (Bishoff & Bizaguet, 2008).

➤ Les aspects fréquentiels de la parole

La parole est constituée de plusieurs éléments, appelés phonèmes, dépendants les uns des autres. On peut caractériser ces phonèmes ainsi que leurs liens grâce à leurs aspects fréquentiels : présence ou non du fondamental laryngé, de formants, de transitions phonétiques ainsi que de bruits d'explosion ou de friction.

Les caractéristiques des différents paramètres de la modulation d'amplitude de la parole sont les suivantes :

Le spectre de la parole est compris entre 125 et 8000 Hz. La zone, qui s'étend de 325 à 1000 Hz, transmet 95 % de l'énergie de la parole et 40 % des éléments nécessaires à sa compréhension. La zone recouvrant les fréquences de 1000 à 8000 Hz ne contient que 5 % de l'énergie de la parole mais véhicule 60 % des éléments pertinents. « Pour résumer, on peut dire que dans le grave on trouve l'énergie, alors que l'articulation se situe dans l'aigu » (Hugon, 2008, p. 309).

- La fréquence de modulation est plus ou moins rapide, elle passe de moins de 1 Hz à environ 30 Hz lorsque l'on considère la durée d'un mot par exemple.
- La profondeur de modulation de la parole est d'environ 30 dB pour une situation donnée. C'est la dynamique de la parole.

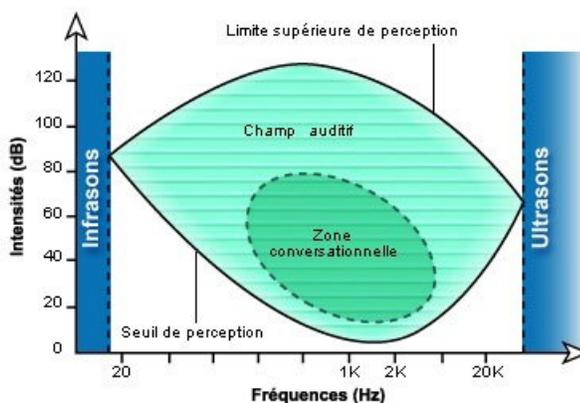


Schéma 1 : Courbe audiométrique de l'oreille humaine

Dans la chaîne parlée, les phonèmes sont émis à un rythme de 10 à 12 par seconde. Les sons les plus intéressants sont ceux qui sont impulsionnels ; leur durée est plutôt brève (inférieure à la seconde).

Les consonnes apportent plus d'informations que les voyelles, elles sont plus importantes pour l'intelligibilité du message. La « banana speech » permet de visualiser l'impact de la surdité, en fonction de sa gravité, sur la perception des voyelles et des consonnes.

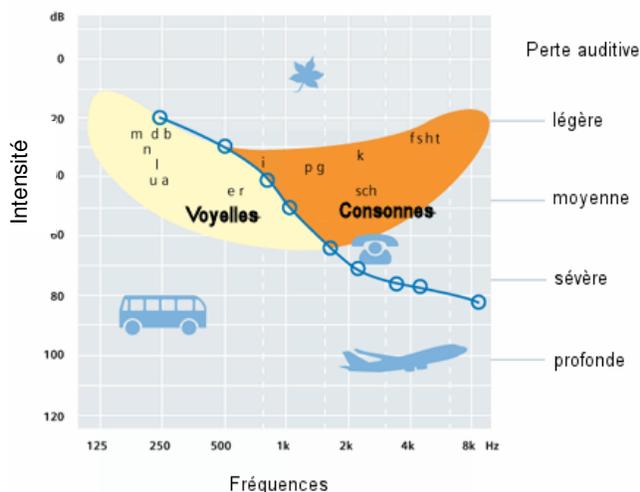


Schéma 2 : "Banana speech" (Siemens Audiology)

Ainsi, on note que la perception des voyelles nécessite une bonne conservation des fréquences graves, et la perception des consonnes une bonne conservation des fréquences aiguës.

➤ Les aspects temporels de la parole

Au sein de la structure temporelle, on distingue :

- **les fluctuations temporelles lentes (ou enveloppe du signal)** qui sont les modulations d'amplitude inférieures à 50 Hz. Elles contiennent notamment le débit syllabique. En effet, dans la parole continue, le débit syllabique est de 3-4 Hz.
- **les fluctuations temporelles rapides (ou structure fine)**, qui sont les modulations comprises entre 500 et 5000 Hz.

La transformée de Hilbert permet d'isoler chacun de ces deux types de fluctuations temporelles.

L'acuité temporelle auditive ou résolution temporelle auditive est la capacité à détecter les modifications de l'enveloppe temporelle d'un son.

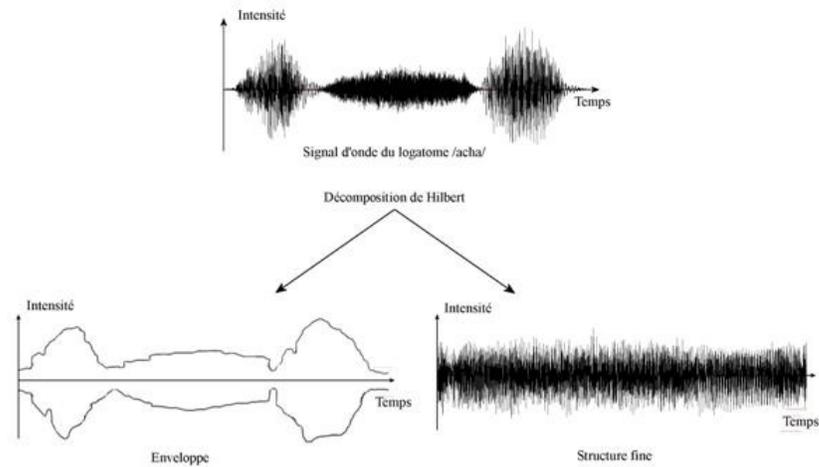


Schéma 3 : Décomposition de la structure temporelle du logatome [acha] afin d'obtenir d'une part sa structure temporelle lente (enveloppe) et d'autre part sa structure temporelle rapide (structure fine) (Debrulle & Garnier, 2006)

Selon Rosen (1992), quatre grands types d'informations linguistiques sont véhiculés par l'enveloppe temporelle : le mode d'articulation, le voisement, l'identification des voyelles et les indices prosodiques

C) En résumé

La parole est donc un mélange de sons complexes avec des caractéristiques fréquentielles et temporelles précises mais elle est aussi constituée d'éléments fins. Tout ceci est détecté grâce aux modulations fines lentes ou rapides du spectre. La notion d'intelligibilité dépend essentiellement de ces éléments (Renard & Azéma, 2008).

I.2. Les différents traitements pour comprendre la parole

« Entendre est le résultat d'un processus physiologique linéaire mais reconnaître et comprendre le langage supposent la mise en marche de processus complexes au cours desquels interviennent différents facteurs tels que l'attention, l'intelligence, la connaissance préalable du contenu du message et de la langue utilisée. » (Juàrez & Monfort., 2003, p.20).

Comme cette citation l'exprime, la seule analyse périphérique des sons du langage, d'après leurs cinq dimensions psychophysiques, ne suffit pas à la compréhension de la parole.

« La parole est d'une grande complexité. Son analyse globale est impossible ; il nous faut la décomposer à travers différentes analyses : acoustique, psychoacoustique, phonologique et perceptive » (Renard & Azéma, 2008, p. 271).

L'information sonore est codée. Lorsque les informations auditives arrivent au niveau du cortex sous forme d'impulsions électriques, elles vont être traitées par toute une série de processus agissant en parallèle et en interactions permanentes.

L'intégration auditive peut se diviser en **quatre étapes** :

- **l'audibilité** : reconnaissance d'un stimulus sonore simple,
- **la netteté** : reconnaissance d'un son,
- **l'intelligibilité** : reconnaissance d'un mot,
- **la compréhension** : reconnaissance du langage.

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

A) Le traitement acoustique de la parole

Les indices spectraux et temporels sous tendent très largement la perception et l'analyse de la parole en flux auditifs.

➤ **Analyse fréquentielle**

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

Le traitement acoustique se poursuit par l'extraction d'invariants ou plutôt par le regroupement de caractéristiques phonétiques dans ce qui est analysé, car le filtrage cochléaire varie selon le locuteur, selon les circonstances d'émission. Les phénomènes de co-articulation font varier l'image spectrale de chaque phonème en fonction de ceux qui

l'entourent. A ce degré d'analyse, le cerveau a la charge de repérer et de relier les données semblables par l'information qu'elles véhiculent, mais dont la forme varie.

➤ **Rôle majeur du traitement des informations temporelles**

Les derniers travaux soulignent l'importance du traitement des informations temporelles pour la perception de la parole. Afin de mieux comprendre ce processus, plusieurs études ont été réalisées sur la base des notions d'enveloppe et de structure fine. Dans ce but, les chercheurs utilisent des vocodeurs. Ce sont des systèmes qui permettent la synthèse de signaux de parole dégradés. En effet, ils ne conservent ainsi que les informations de structure d'enveloppe ou de structure temporelle fine. Le but est de déterminer, chez des sujets sains et malentendants, la nature des informations utilisées, et leur part dans la compréhension du message.

De nombreuses études montrent qu'une identification presque parfaite peut être obtenue dans le silence et après entraînement sur la base uniquement des informations d'enveloppe temporelle (Shannon, Zeng & al., 1995 - Lorenzi, Gilbert & al., 2006).

En présence de bruit, ce sont les informations structurelles fines qui sont particulièrement pertinentes. Les résultats montrent que d'excellents niveaux d'intelligibilité peuvent être obtenus à l'issue d'un entraînement individuel de quelques heures chez les normo-entendants jeunes pour chaque type de signal. Cependant, en cas de structure temporelle fine uniquement, l'entraînement est plus long et la variabilité interindividuelle est plus grande. Ce constat s'expliquerait peut être en partie par le fait que « *les indices d'enveloppe temporelle apparaissent - à première vue - plus redondants que ceux de structure fine* » (Desaunay, Fleuriot, Debruille, Garnier & coll., 2007, p. 48).

➤ **Les voies du « what » et du « how »**

L'existence de 2 voies ventrale et dorsale est rapportée par Deggouj et Demanez (2010). Nous verrons ultérieurement que les sons à contenu phonologique stimulent préférentiellement l'hémisphère gauche. D'ores et déjà, il est intéressant de noter qu'à partir de l'aire associative proche du cortex auditif, vont intervenir, comme pour la vision, deux voies : une voie ventrale et une dorsale.

- **La voie ventrale ou du « what »** donnerait accès à l'information lexicale. Cette région est également activée lorsque le contenu spectral d'une stimulation complexe est l'objet d'une variation, que ce soit de la parole ou non.
- **La voie dorsale ou phonologique ou du « how »** analyse la façon dont les sons sont produits et agencés. Ce réseau est activé également par des changements du contenu temporel de stimulations complexes, qu'elles soient de parole ou non. Il détecte des variations rapides de stimuli, comme les stimuli phonologiques.

Ainsi, la voie ventrale permet de diminuer la charge cognitive, en donnant accès directement au sens, au lexique mais les mots peuvent également être reconnus uniquement sur la base de l'enveloppe de leurs variations temporelles. La voie dorsale peut donc elle aussi permettre de donner accès au sens.

➤ **Notion de flux auditifs et analyse perceptive des scènes auditives**

Dans la plupart des situations naturelles d'écoute, un ensemble de sons nous parvient simultanément et successivement. Le système auditif parvient à isoler et à identifier les différentes sources présentes dans l'environnement sonore.

« Pour pouvoir identifier les sons qui composent la mixture parvenant aux oreilles, le système auditif doit créer des descriptions isolées, fondées uniquement sur les composants issues d'une même source de l'environnement. Pour cela, il utilise un processus appelé l'analyse des scènes auditives » (Bregman, 1990 cité par Renard & Azéma, 2008, p. 290.) Ces scènes auditives peuvent être composées à la fois de parole et/ou de bruits.

Pour réaliser l'analyse de ces situations, le système perceptif suit un ensemble de principes de traitement de l'information. Il s'agit en effet de repérer et de regrouper dans un canal perceptif unique les informations fréquentielles supposées provenir de la même source sonore. Ce phénomène est appelé « **la fusion** ». Le système auditif devra également localiser dans l'espace les sources sonores. Enfin, après avoir isolé les différentes sources sonores, il s'agira de traiter les flux sonores. Ce phénomène est appelé « **phénomène de ségrégation** ».

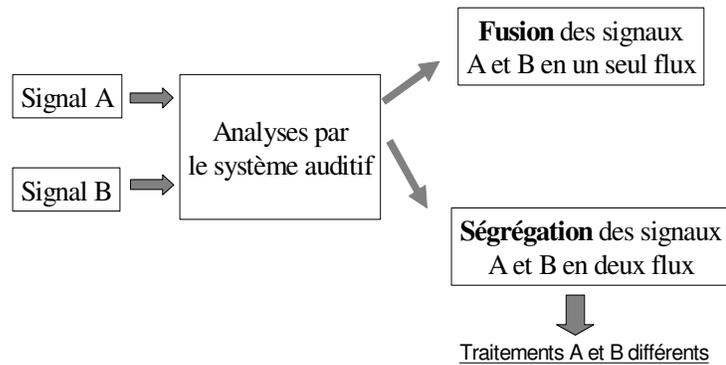


Schéma 4 : Principe de traitement en flux par le système auditif
(Renard & Azéma, 2008)

B) Le traitement visuel de la parole

Dans la vie quotidienne, il faut souligner que la perception de la parole est en général audiovisuelle (Deggouj & al., 2010). L'intégration audiovisuelle est un processus central permettant d'améliorer la perception de la parole dans différentes conditions d'écoute que les sujets soient normo ou malentendants. Chez les sujets normo-entendants, elle est particulièrement utile lorsque les messages acoustiques de la parole sont mal définis. Dans le bruit, elle permet également d'améliorer l'intelligibilité en apportant un gain équivalent à une élévation du rapport signal sur bruit pouvant atteindre 5 dB. Or nous le verrons ultérieurement, chaque dB d'amélioration de ce rapport permet d'augmenter de 10 % l'intelligibilité de la parole dans le bruit. Enfin, en cas de surdité, il est admis que l'intégration audiovisuelle permet une meilleure perception de la parole. Notons que, cette capacité d'intégration diminue entre 20 et 80 ans.

Ces effets positifs sont obtenus lorsque les informations auditives et visuelles sont concordantes. Lorsqu'elles ne le sont pas, on peut assister à différents types de perceptions :

- **une capture auditive** : on perçoit ce qu'on entend
- **une capture visuelle** : on perçoit ce qu'on voit
- **une perception « intégrée »** : on perçoit quelque chose qui intègre l'information donnée par la lecture labiale et par l'audition. Ce phénomène est connu sous le nom d'effet McGurk.

C) Le traitement lexico-syntaxico-sémantique

Ce traitement met en œuvre un circuit cortical temporo-pariéto-frontal que les chercheurs ont nommé Cortex Auditif Sensible au Langage (CASL). Plusieurs théories expliquent la façon dont le cerveau extrait du sens du signal neuronal. Nous mentionnons celles qui nous semblent pertinentes, démontrant les liens existant entre les processus de bas niveau (traitement phonétique) et les processus de haut niveau (traitement lexical, syntaxique, sémantique, émotionnel, ...), et attestant de l'importance du co-texte et du contexte dans les phénomènes de compréhension (Legargasson & Piriou, 2011).

➤ Le modèle de la cohorte

Développé par Marslen-Wilson et ses collaborateurs, il explique qu'un mot est reconnu grâce au contexte dans lequel il est émis et aux interactions existant entre les différentes étapes du traitement. Le contexte syntaxique et sémantique de l'énoncé ainsi que l'agencement du lexique interne d'une personne permet à l'auditeur de faire des « hypothèses lexicales » permettant l'identification d'un mot avant la fin de son énonciation. Tous les niveaux de traitement, qu'ils soient phonologiques, lexicaux, syntaxiques ou sémantiques, travaillent en parallèle et en interaction permanente, mais la primeur des informations reste phonologique afin d'éviter l'invention d'un mot correspondant au contexte. Les niveaux supérieurs ont un rôle de confirmation et de validation du mot retenu. Cela peut être imagé par une sorte de gros entonnoir virtuel dans lequel se présentent les mots potentiellement acceptables pour un énoncé, qui élimine au fur et à mesure des informations reçues, les mots ne correspondant plus aux critères. Le choix se porte alors sur le seul mot restant.

➤ Le modèle de la trace

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

Le traitement lexical implique la constitution d'un lexique interne, stock de mots que la personne a acquis, qui reste disponible dans la mémoire, dans lequel chaque mot a une

représentation mentale établie et stable dès son acquisition. Il implique que ce lexique soit organisé de façon efficace pour pouvoir être activé rapidement (Dumont (1994) cité par Legargasson & al.(2011)).

Il est aussi nécessaire d'avoir une certaine connaissance de la langue et de sa structure syntaxique. C'est ce qui est mobilisé dans la suppléance mentale. Lorsque le sujet ne reçoit pas tous les éléments du message, il peut alors le compléter en se basant sur son expérience de la langue, ses connaissances syntaxiques, la pragmatique habituelle du discours, le vocabulaire attendu d'après le contexte, ou sur des indices non verbaux comme les gestes, les mimiques et l'intonation (Parent, 2002).

D) Le traitement cognitif : rôle de l'attention et de la mémoire

De récents travaux prouvent que des processus « top-down » interviennent également dans la perception de la parole. En effet, certains mécanismes de haut niveau (habiletés linguistiques, mémoire, attention, apprentissages...) semblent intervenir sur les mécanismes perceptifs de bas niveau (audition, vision) (Bodenes, 2008). Nous allons nous focaliser sur l'action de deux grandes fonctions cognitives, l'attention et la mémoire, essentielles à la perception et à la compréhension de la parole.

➤ L'attention

L'attention, fonction cognitive de base impliquée dans toutes les activités quotidiennes, regroupe un ensemble de notions plus spécifiques comme l'alerte et la vigilance, ainsi que différents processus attentionnels. Ces derniers sont au nombre de quatre :

- **l'attention sélective** qui permet le traitement privilégié d'une source d'information en présence d'une autre,
- **l'attention partagée** qui autorise le traitement simultané de plusieurs informations,
- **l'attention soutenue** qui permet de focaliser son attention sur une même source pendant une certaine durée,
- **le switching** qui permet de focaliser l'attention en alternance sur deux tâches.

La perception et la compréhension de la parole nécessitent de mobiliser des ressources attentionnelles dans les deux modalités sensorielles que sont l'audition et la vision. La

question qui divise de nombreux chercheurs est de savoir s'il existe un système attentionnel unique ou deux pôles distincts. L'état actuel de la recherche semble tendre vers l'existence d'un système attentionnel unique de haut niveau, tandis qu'un système attentionnel multimodal serait davantage représentatif du traitement des informations de bas niveau.

L'attention peut être divisée sur plusieurs pôles ou sélective, c'est-à-dire focalisée sur une source particulière. Elle est relativement allégée lors de l'écoute dans le silence. La situation d'écoute dans le bruit est celle qui demande le plus d'attention soutenue et sélective.

Des études utilisant la neuro-imagerie ont mis en évidence l'activation d'un ensemble de régions corticales reflétant probablement des stratégies attentionnelles auditives spécifiques chez des patients implantés cochléaires. Ce recrutement accru d'attention est interprété comme une tentative de compensation du signal de parole dégradé (Giraud, Truy & al., 2000).

➤ **La mémoire**

Si par le passé, les concepts d'attention et de mémoire de travail ont été très souvent considérés de façon distincte, il est de plus en plus admis que ces deux domaines sont extrêmement liés tant sur le plan clinique qu'anatomique. En effet, des données d'imagerie médicale « montrent que ces deux aspects du fonctionnement cognitif sont unis par des liens étroits. » (Van der Linden & Collette, 2002).

Si de très nombreuses « mémoires » (mémoire à court terme, de travail, épisodique...) sont décrites, toutes n'interviennent pas de la même manière dans la compréhension de la parole. Ainsi, par exemple, la mémoire à long terme permet la reconnaissance de paysages sonores caractéristiques de situations ou d'endroits particuliers. Elle sous-tend également la reconnaissance des émotions et des actes de langage qui peuvent se manifester par la parole mais aussi par tous les éléments suprasegmentaux comme les intonations, la mélodie, les mimiques, les expressions et les gestes.

Mais attardons nous sur la mémoire de travail car c'est elle qui est particulièrement impliquée dans la compréhension de la parole. Elle assure le recueil des informations perceptives, les stocke pendant leur traitement cognitif et affectif. Elle permet d'utiliser immédiatement ces données ou de les transférer en mémoire à long terme. C'est également

elle qui permet de conserver des traces acoustiques, phonétiques, sémantiques ou encore prosodiques de ce que l'on entend, afin de comprendre l'ensemble d'un énoncé.

C'est en 1974 que Baddeley crée ce concept de mémoire de travail qu'il définit « comme le système de maintien temporaire et de manipulation de l'information nécessaire à la réalisation de tâches cognitives complexes telles que l'apprentissage, le raisonnement et la compréhension ». La mémoire de travail constituerait donc, comme le soulignent Dumont et coll. (2002), « une interface cruciale entre perception et cognition ».

D'autre part, plusieurs études prouvent qu'une des fonctions de la mémoire de travail est de contrôler l'attention sélective. Or comme nous l'avons déjà évoqué, l'attention sélective revêt une importance fondamentale dans la compréhension de la parole et ce, surtout en milieu bruyant. (Van der Linden & al., 2002).

E) En résumé

Le signal acoustique codé retrouve tout son sens grâce à l'interaction de plusieurs opérations mentales. Celles-ci traitent les informations phonologiques, syntaxiques, sémantiques, mais aussi pragmatiques, émotionnelles, et visuelles en recrutant l'attention et la mémoire. Afin de réaliser cette "mise en sens", la structure cérébrale active différentes régions en fonction de la tâche à accomplir. Il est important de rappeler que tous ces traitements sont réalisés en parallèle et non consécutivement (Deggouj & al., 2010).

I.3. Cas particulier de la compréhension de la parole dans le bruit

Le brouhaha des clients du bar pendant une conversation au comptoir, une musique de fond sur un dialogue au cinéma... sont autant de bruits de fond, de sons concurrents et pourtant de situations quotidiennes d'écoute de la parole. Pourtant, force est de constater que pour la plupart des personnes jeunes ne souffrant pas de troubles auditifs ou langagiers, les capacités de compréhension orale n'en sont pas moins conservées en milieu bruyant.

A) L'effet de masque et la notion de rapport signal sur bruit

Dans une situation bruyante, il faut une différence minimale de 5 dB entre le fond sonore et la parole que l'on veut comprendre. En dessous, la compréhension diminue de 50% (Virole, 1996), car le bruit de fond couvre la parole que l'on tente de comprendre par

recouvrement des fréquences ; c'est l'effet de masque. On appelle rapport signal sur bruit (RSB) cette différence, exprimée en décibel, du niveau d'intensité entre le signal vocal et le bruit masquant.

B) Le démasquage de la parole

Le démasquage de la parole correspond à la capacité humaine à percevoir la parole en milieu bruyant. Il faut souligner que le démasquage s'améliore lorsque le bruit de fond présente des fluctuations spectrales ou des fluctuations temporelles d'amplitude. En effet, l'étude princeps de Miller et Licklider (1950) citée par Gnansia et al. (2009) démontre que notre capacité auditive à identifier des sons de la parole est bien meilleure en présence de bruit masquant interrompu que de bruit masquant stationnaire. Ce phénomène auditif est complexe, comme en témoignent de nombreuses études indiquant que le démasquage serait sous le contrôle d'au moins six mécanismes sensoriels et cognitifs ! Toutefois, au vu des dernières études sur le démasquage (Füllgrabe, Berthommier & al., 2006 – Lorenzi & al., 2006), les mécanismes les plus importants semblent les suivants :

➤ **« Ecoute dans les vallées du bruit »**

Cette capacité semble être l'une de celles ayant le plus d'effet sur le démasquage. Il s'agit en fait de la capacité du système auditif à tirer profit des vallées temporelles ou spectrales du bruit de fond pour détecter des signaux de parole lorsque le RSB est maximal. En effet, il peut accéder à certains « creux » temporels quand le niveau global de la voix est faible. C'est le cas lors des pauses dans le discours ou lors de la production de phonèmes à « faible énergie » comme [m], [n], [k], ou [p].

Les « creux » spectraux sont pour leur part liés au fait que le discours cible est généralement différent de celui du bruit de fond. Bien que certaines parties du spectre du discours puissent être complètement masquées, d'autres parties peuvent l'être à peine. Le RSB peut souvent dépasser 20 dB.

➤ **Importance de la structure temporelle fine**

L'autre mécanisme à souligner est la capacité à utiliser des disparités d'informations spectrales et de structure temporelle fine afin de distinguer la parole du bruit de fond. Ainsi, conformément aux résultats de Gnansia et al. (2008), la profondeur minimale d'une vallée de

bruit engendrant du démasquage (exprimée en rapport signal sur bruit local dans la vallée du bruit) est de l'ordre de -5 dB.

L'audition dans le bruit recruterait plus l'hémisphère droit (Deggouj & al, 2010) avec des réponses hémisphériques droite et gauche différentes selon la nature de masque.

D'autre part, l'équilibre binaural est la condition sine qua non d'une bonne localisation spatiale sonore. Les processus de démasquage de la parole dans le bruit ne seront en effet réalisés de façon optimale, qu'en redonnant un équilibre au système auditif.

C) En résumé

En conclusion, la présence de bruit diminue la capacité à distinguer les modulations d'enveloppe en venant les masquer. Ainsi, dans le bruit, la structure fine de la parole est utilisée pour compenser la dégradation des modulations temporelles lentes. Un normo-entendant semble pouvoir tirer profit des fluctuations temporelles ou spectrales d'un signal masquant. Il a, en effet, l'aptitude à écouter la parole dans les vallées spectro-temporelles du bruit. Ces capacités lui permettent d'améliorer l'intelligibilité de la parole dans un bruit fluctuant, par rapport à une situation où le masque est stationnaire.

II. LES FONCTIONS AUDITIVES CENTRALES

II.1. Fonctions auditives périphériques et fonctions auditives centrales

« L'audition ne s'arrête pas au tournant de l'hélicoptère ! Non, l'au-delà n'est pas habité par ce monstre du Loch Ness qui n'aurait été que parfois aperçu en salle de neurologie! » (Demanez, 2011, p. 34).

Il est habituel de penser que l'oreille, avec ses fonctions de transmission et de perception du stimulus sonore, représente l'essentiel de l'audition. Et pourtant, l'ensemble des fonctions auditives est beaucoup plus étendu. Si l'anatomie et la physiologie de la partie sensorielle du système auditif, l'oreille, sont bien connues, celles de l'audition centrale sont

en revanche nettement plus complexes. Il reste encore aujourd'hui beaucoup à explorer et à comprendre.

Encore récemment, tout semblait opposer les fonctions auditives périphériques et centrales : connaissance de leur anatomie et physiologie respectives, sensibilité vis-à-vis des agents pathogènes, richesse des moyens d'exploration et de correction...

Nous rappelons ici leurs différentes fonctions :

Fonctions auditives périphériques	Fonctions auditives centrales
la détection l'analyse spectrale	le décodage phonétique l'écoute dichotique (séparation, intégration) la discrimination des configurations temporelles (durée, fréquence) l'intégration binaurale (localisation, latéralisation, fusion)

Tableau 1 : Fonctions auditives périphériques et centrales

Les structures cérébrales procèdent à la fusion des informations venant de chaque oreille en une information commune. Cette fusion permet la localisation de la source sonore grâce au partage des informations venant des deux oreilles et au décalage temporel et d'intensité produit systématiquement par la différence de distance entre la source et chaque récepteur.

Les processus auditifs centraux concernent donc tous les traitements réalisables par les voies auditives centrales et permettent la détection, la discrimination et l'intelligibilité correcte des stimulations acoustiques. Cela va de la perception correcte des fréquences, des intensités, des durées à la détection correcte des variations de ces différents paramètres (Deggouj & al., 2010).

Au-delà du simple « je n'entends pas », l'altération d'une seule de ces fonctions conduit au symptôme le plus commun d'une dysfonction des processus auditifs centraux : la difficulté de démasquage qui se traduit donc par le constat récurrent des patients : « Dans le bruit, je ne comprends pas ».

Mais n'oublions pas de rattacher aussi des éléments auditifs dans des fonctions qui ne sont pas spécifiquement spécialisées dans les phénomènes auditifs : la mémoire, l'attention, l'apprentissage et les processus neurocognitifs.

II.2. Eléments d'anatomie et de physiologie des voies auditives centrales

Le but ici n'est pas de détailler l'anatomie des voies auditives centrales, mais de mettre en exergue quelques points qui paraissent importants (Collette, Bouccara & Demanez, 2005).

A) Les voies auditives primaires

L'influx nerveux auditif est véhiculé dans un premier temps par le nerf cochléaire : c'est la portion rétro cochléaire.

Ensuite seulement débutent les voies auditives centrales proprement dites, passant d'abord par le tronc cérébral, où se trouvent différentes structures de traitement (noyaux cochléaires, complexe olivaire supérieur, colliculus inférieur).

Elles entrent ensuite dans l'encéphale via les corps genouillés médians.

Elles se dirigent enfin vers le cortex auditif primaire où l'influx est recueilli avant d'être traité par les aires auditives associatives.

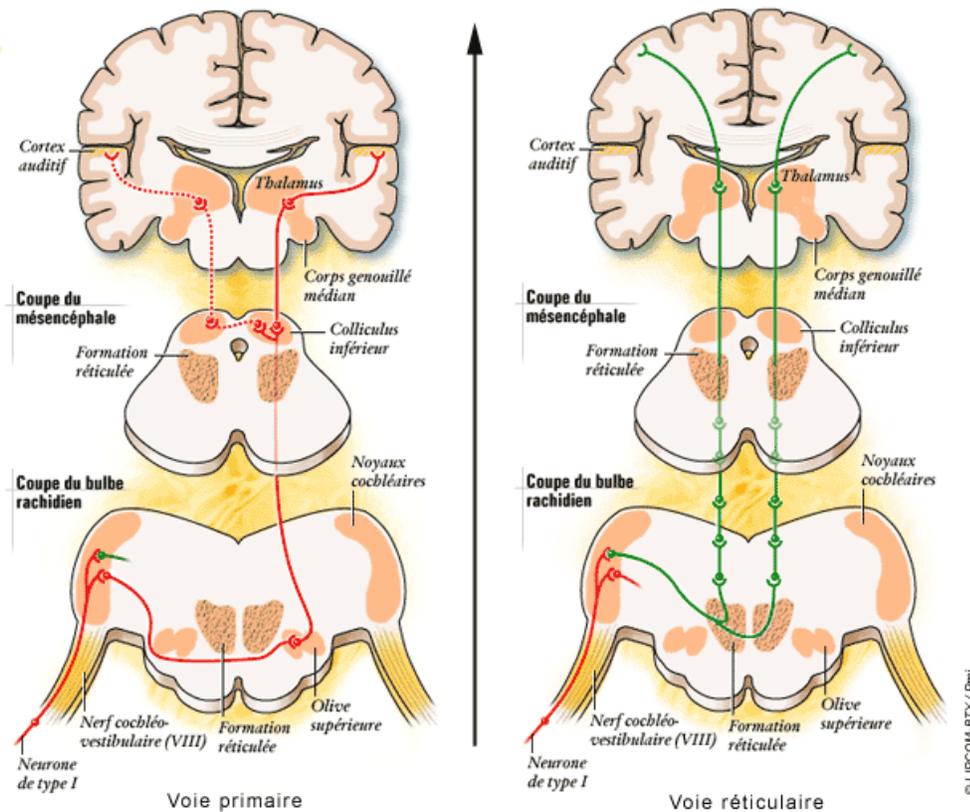


Schéma 5 : Les voies auditives centrales

B) Les voies auditives non primaires

Les voies auditives non primaires ou réticulaires sont situées après le premier relais (noyaux cochléaires), et communiquent avec la voie réticulaire ascendante, commune à toutes les modalités sensorielles. Elles sont reliées à différents centres, dont celui des motivations et de l'éveil, et aux centres de la vie végétative. Ces voies aboutissent au cortex polysensoriel. Leur rôle est de hiérarchiser les informations afin de savoir lesquelles traiter en priorité.

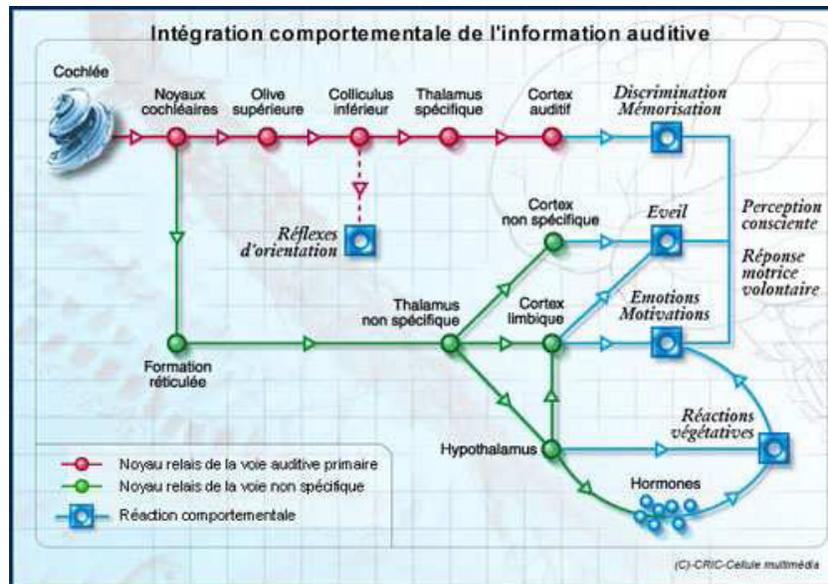


Schéma 6 : Schéma explicatif des voies auditives primaires et non primaires (site promenade autour de la cochlée)

C) La voie efférente

Le système efférent est une des originalités du système auditif. Il comprend le faisceau olivo-cochléaire ainsi qu'une série de fibres descendantes issues du cortex, du colliculus inférieur, des noyaux olivaires et peut-être de la formation réticulée. Le système efférent pourrait servir au contrôle du récepteur périphérique ou du premier relais (noyau cochléaire) par les centres supérieurs.

D) Les particularités des voies auditives centrales

Contrairement au système visuel, une grande partie du décodage de l'information auditive, et notamment la localisation du stimulus sonore, se réalise déjà avant même

d'atteindre le cortex. En effet, au cours du trajet, chaque relais effectue un travail spécifique de décodage et d'interprétation de l'influx nerveux :

- les noyaux cochléaires analysent l'intensité, la fréquence et la durée du signal ;
- l'olive supérieure et le CI ont un rôle dans la localisation sonore spatiale ;
- le thalamus permet l'intégration sensori-motrice.

Sur le plan fonctionnel, l'ensemble des structures auditives centrales présente une organisation tonotopique (Perrot, 2010). Chacune d'entre elles comporte une ou plusieurs cartes de représentation fréquentielle, dont l'organisation est semblable à celle de la cochlée.

Il est important également de noter le nombre de décussations des voies auditives. En effet, alors que les autres voies neurosensorielles ne présentent qu'un seul croisement de leurs voies, il en existe quatre dans le système auditif. Notons le rôle majeur du corps calleux qui réunit les hémisphères droit et gauche et qui concourt à un échange continu entre les aires auditives associatives.

Périphérie	Système afférent Codage, F, T, I	Système efférent Contrôle, protection	Analyse acoustique
Voies auditives	Transfert et codage	Régulation, inhibition Renforcement	Analyse phonétique et psychoacoustique
Centres auditifs	Perception, reconnaissance	Attention, mémoire, volonté	

Tableau 2 : Tableau synthétique des différents codages et analyses sur les voies auditives (Renard & Azéma, 2008)

Sur le plan perceptivo-cognitif, le traitement de l'information auditive s'organise de manière séquentielle et fait intervenir **trois niveaux successifs de complexité croissante** :

- **Un traitement simple de transduction périphérique**, consistant en l'encodage neuronal de l'information acoustique spectrale et temporelle, est d'abord réalisé au niveau de la cochlée et transmis au nerf cochléaire.
- Ensuite, **un traitement complexe intermédiaire**, aboutissant à une représentation stable de profils spectraux, temporels et spatiaux (binauralité),

est réalisé au niveau des différents relais des voies auditives ascendantes et au niveau du cortex auditif primaire.

- Enfin, le cortex auditif secondaire et les aires corticales associatives sont le siège d'un **traitement cognitif de haut niveau**, permettant l'utilisation symbolique d'« images auditives », en fonction des représentations et connaissances activées. A ce niveau, se développent également des processus cognitifs modulateurs, à l'origine des mécanismes de rétroaction. **Ainsi, à une voie ascendante de « traitement sensoriel », répond une voie descendante de « traitement cognitif ».**

Leusie, Prevel, Aubel, Dhoub, Ferry, Taurand et Vergnon (2011) utilisent le sigle « STNIP A » pour désigner ce système de traitement neuronal des informations perçues auditives .

II.3. L'asymétrie hémisphérique

Focalisons-nous sur l'asymétrie de traitement de l'information auditive car elle a des implications cliniques directes dans les troubles auditifs de la personne âgée. Nous nous référons à l'article de synthèse de Lazard, Collette, Sterkers et Perrot (2010).

- L'hémisphère gauche (HG) préférerait traiter des événements temporels rapides.
- L'hémisphère droit (HD) est plus enclin à analyser les indices spectraux.

L'imagerie a confirmé ces données avec une activation temporelle gauche pour des syllabes et droite pour de la musique.

L'hypothèse est que le signal auditif serait d'abord traité en parallèle dans les aires auditives primaires permettant une représentation spectro-temporelle détaillée et une dissociation secondaire des informations se produirait dans les aires associatives en fonction de deux fenêtres d'intégration temporelle :

- **L'HG** traiterait les informations répondant à **une fenêtre de modulations temporelles rapides** (20-50 ms, correspondant au contraste phonémique)
- **L'HD** traiterait les informations répondant à **une fenêtre de modulations acoustiques plus lentes** (150- 300 ms, correspondant à des changements spectraux sans contenu langagier et à l'enveloppe du signal).

Cette théorie connue sous le nom de « Asymmetric sampling in time theory » (AST) tend à prendre une importance notable dans la compréhension du cerveau (Lazard & al., 2010).

II.4. L'écoute dichotique : investigation de l'asymétrie fonctionnelle

L'écoute dichotique consiste en la présentation simultanée de deux signaux acoustiques différents dans chaque oreille et l'estimation du stimulus le mieux perçu. Elle permet justement d'explorer les relations inter-hémisphériques de l'asymétrie auditive.

La première étude réalisée sur un large échantillon (n=1000, Kimura (1967) cité par Lazard & al.(2010)) a mis en évidence un avantage de l'oreille droite (Right Ear Advantage : REA). Ce REA reflète la prédominance de l'HG pour le langage complétée par une inhibition totale des voies périphériques ipsilatérales. Cette inhibition est certes présente dans les autres situations d'écoute mais elle est incomplète. Cet exemple démontre la prédominance de l'HG pour le traitement du langage. En effet, les informations verbales perçues par l'oreille gauche doivent passer de l'HD vers l'HG.

Afin de mieux comprendre les bases de l'écoute dichotique, aidons-nous du schéma ci-dessous. Anatomiquement, les voies auditives périphériques croisées sont, nous l'avons vu, prédominantes, mais une certaine quantité d'information est véhiculée par les voies ipsilatérales. En revanche, en condition d'écoute dichotique, des stimuli différents sont en compétition et les voies ipsilatérales sont inhibées (cf. lignes en pointillé interrompues par une croix).

Situation A : le patient écoute des paroles. Les phonèmes sont traités de façon prédominante par la voie oreille droite / hémisphère gauche. En effet, les phonèmes correspondent à la fenêtre d'intégration temporelle courte de l'HG (FITC). Quant aux stimuli arrivant à l'oreille gauche, ils sont retardés par le temps nécessaire au transfert transcallosal de l'HD à l'HG (cf. traits pointillés allant de l'HD à l'HG).

Situation B : le patient écoute de la musique. Inversement, il existe une prédominance de la voie oreille gauche / hémisphère droit pour le traitement de la musique, liée à la spécialisation de l'HD du fait d'une fenêtre d'intégration temporelle longue (FITL). Les stimuli arrivant à l'oreille droite sont retardés par le temps nécessaire au transfert transcallosal de l'HG à l'HD.

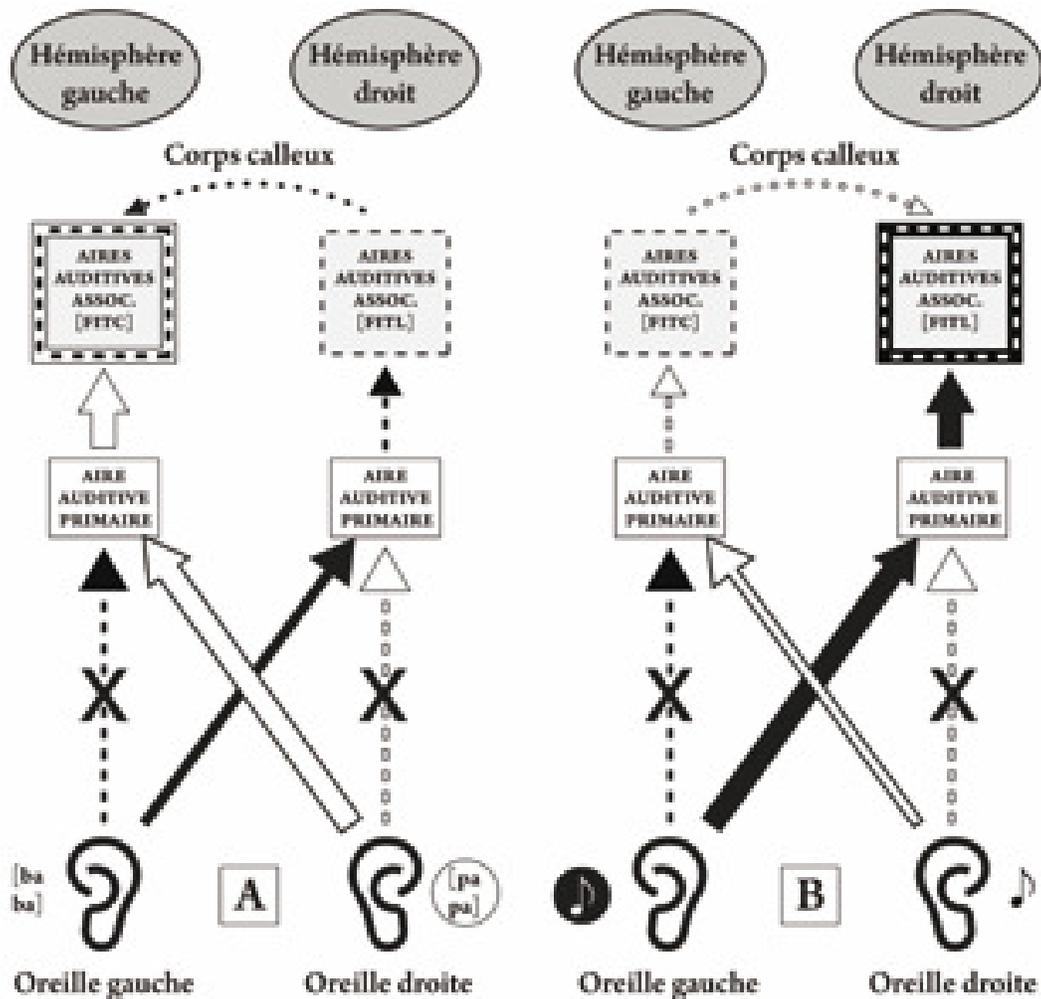


Schéma 7 : Bases anatomo-fonctionnelles de l'écoute dichotique (Lazard & al., 2010)

Ce test mesure les aptitudes de séparation et d'intégration binaurales. Il permet également de quantifier le degré d'asymétrie auditive en calculant **la prévalence d'oreille** (PO). La PO est donc un indice indirect de différence de latéralité entre les hémisphères du cerveau lorsqu'ils sont activés par chaque oreille.

Le matériel verbal administré peut être des mots, des chiffres, des syllabes ou des phrases.

Le rappel peut être libre. On parle alors de condition « **oreille non désignée** ». Dans ce cas, c'est l'attention divisée qui est sollicitée. A contrario, dans la condition « **oreille désignée** », le patient doit mobiliser une attention dirigée. La présentation dichotique de

stimuli auditifs verbaux conduit habituellement à un avantage en faveur de l'oreille droite tout du moins en condition de rappel libre.

II.5. Les troubles des processus auditifs centraux

Les désordres des processus auditifs centraux nous intéressent donc tout particulièrement car ils touchent en particulier le traitement de la parole. L'intérêt porté aux sujets présentant ces troubles renaît ces derniers temps.

Différents sigles sont utilisés pour qualifier ces troubles. Dans la littérature anglo-saxonne, on parle de CAPD (Central Auditory Processing Disorders) ou plus récemment de APD (Auditory Processing Disorders) suite au consensus de 2005 de l'ASHA (American Speech-Language-Hearing Association). L'ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec a défini en 2006 le TTA (trouble du traitement auditif). D'autres parlent de TAC (troubles de l'audition centrale).

Les troubles des processus auditifs centraux qualifient des difficultés dans au moins un des phénomènes comportementaux auditifs suivants :

- la localisation dans l'espace et la latéralisation du son,
- la discrimination auditive,
- la réponse aux aspects temporels du son (intégration, discrimination, masquage),
- l'extraction de l'information auditive d'environnements acoustiques défavorables. En effet, les troubles auditifs centraux se révèlent particulièrement dans les conditions où les stimuli sont très dégradés (sons dégradés, articulation floue ou débit de parole très rapide, parole produite par un locuteur étranger) ou dans des conditions d'écoute non favorables (interférence avec du bruit, des voix concurrentes) (Deggouj & al., 2010).

III. LA PRESBYACOUSIE

III.1. Surdité et définitions

Au regard de la pathologie des patients entrant dans notre étude, nous souhaitons préciser les définitions des termes : surdité, surdités de perception, degrés de surdité et surdité post linguale.

A) La définition de la surdité

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), l'HAS (Haute Autorité de Santé), le dictionnaire d'orthophonie (Brin & al., 2004) proposent des définitions de la surdité différentes. Nous retiendrons que **la surdité est un symptôme défini par une baisse de l'audition, quelle que soit son importance et quelle que soit son étiologie**. Elle est synonyme du terme hypoacousie qui est plus fréquemment employé pour les surdités légères ou moyennes.

Différentes surdités sont décrites selon les organes atteints, selon leur degré de sévérité et l'âge de survenue.

B) Les surdités de perception

Selon l'HAS, il s'agit de surdités neurosensorielles dues à une lésion du système auditif soit au niveau de l'oreille interne (origine cochléaire), du nerf auditif (origine rétro cochléaire) ou du cortex cérébral (centrale).

Les personnes atteintes d'une surdité de perception peuvent présenter une gêne à la compréhension dans le bruit ou lors d'une conversation à plusieurs, une mauvaise compréhension et une fatigabilité au téléphone, une distorsion acoustique, une intolérance aux sons forts, ou encore des vertiges.

Les étiologies sont nombreuses. La presbyacousie en est la première cause.

Ces surdités ne sont pas réversibles par un traitement médical et peuvent aller jusqu'à une cophose. Ainsi, le port d'un appareillage auditif ou d'un implant cochléaire est souvent

recommandé. L'implant cochléaire est un appareillage auditif en stimulation électrique à différencier de l'appareillage « classique » qui est acoustique.

C) La classification audiométrique des surdités

Selon la classification de 1996 du BIAP (Bureau International d'Audiophonologie), le degré de surdité se détermine à partir d'un audiogramme. L'audition du sujet testée sur les fréquences 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz permet de calculer la moyenne de la perte de la meilleure oreille sur ces fréquences. On distingue alors quatre groupes de surdités : les surdités légères, moyennes, sévères et profondes.

➤ L'audition normale

Le seuil auditif moyen ne dépasse pas 20 dB.

➤ Les surdités légères

On parle de surdité légère quand le seuil auditif moyen se situe entre 21 et 40 dB.

Les bruits familiers ainsi que la parole à voix normale sont perçus alors que la parole à voix basse ou lointaine est difficilement perçue. La parole dans le bruit est mal comprise.

➤ Les surdités moyennes

On distinguera les surdités moyennes :

- du premier degré, le seuil auditif moyen est compris entre 41 et 55 dB ;
- du deuxième degré, le seuil auditif moyen est compris entre 56 et 70 dB.

La parole est mieux perçue à intensité plus forte. Certains bruits familiers sont encore perçus. La parole en milieu bruyant n'est plus comprise.

➤ Les surdités sévères

Le seuil auditif moyen est compris entre 71 et 90 dB. Les bruits d'intensité élevée sont perçus. La parole est perçue à voix forte et à proximité de l'oreille en milieu calme.

➤ **Les surdités profondes**

Le seuil auditif moyen est compris entre 91 et 119 dB. Seuls les bruits très intenses sont perçus. La personne sourde ne perçoit pas la parole.

➤ **La cophose (surdité totale)**

Le seuil auditif moyen est supérieur ou égal à 120 dB. La perception des bruits et de la parole n'est pas possible.

D) Les surdités post linguales

L'HAS propose une classification selon l'âge d'apparition de la surdité. Elle définit ainsi les surdités *post linguales*. Ce sont celles qui apparaissent après l'acquisition de la langue orale. Ces patients sont souvent appelés les « devenus sourds. » Notons que « *devenir sourd, c'est perdre la faculté de communiquer comme un entendant, mais sans pour autant endosser le même statut que celui d'un adulte sourd congénital.* » (Monguillot & Bertrand, 2005, p. 363).

III.2. La presbyacousie : importance, diagnostic et conséquences

A) Qu'appelle t-on presbyacousie ?

La presbyacousie est l'ensemble des phénomènes induisant une détérioration de l'audition en rapport avec le vieillissement physiologique des structures périphériques et/ou centrales. Ceci implique donc qu'il ne s'agit en aucun cas d'un phénomène pathologique. En moyenne, c'est vers l'âge de 50 ans que les premiers signes cliniques de la presbyacousie apparaissent. Elle évolue avec des rythmes différents selon les sujets, évolution pour laquelle existe un rôle aggravant des facteurs génétiques et environnementaux. Elle toucherait davantage la population masculine. L'exposition prolongée au bruit, les pathologies cardiovasculaires, des maladies métaboliques comme le diabète ainsi que la prise de médicaments ototoxiques pourraient engendrer ou être des facteurs aggravants de la presbyacousie (Bouccara , Ferrari, Mosnier, Bozorg-Grayeli & Stekers, 2005 a).

B) La cause la plus fréquente de surdité chez l'adulte de plus de 50 ans

Ce type de surdité se retrouve, du fait de l'évolution démographique, au premier plan des atteintes auditives de l'adulte. En effet, l'augmentation régulière de l'espérance de vie estimée à 60 ans, de 27,3 ans pour les femmes et 22,5 ans pour les hommes, fait de la presbyacousie un enjeu de santé publique très important (Institut National d'Etudes Démographiques, estimation 2011). Ainsi, avec les plus de 60 ans qui représentent 23 % de la population générale (INSEE, 01/01/2012), on mesure l'impact de cette pathologie.

Un recensement des personnes presbyacousiques dans la population a été réalisé en fonction de différentes tranches d'âge (Rosers (1998) cité par Robier (2001)).

Tranches d'âge (ans)	% de presbyacousiques
45 – 54	10
55 – 64	15
65 – 74	25
> 75	40

Tableau 3 : Pourcentage de sujets presbyacousiques selon différentes tranches d'âge

Selon les études, la prévalence de la presbyacousie varie de 35 à 50% entre 60 et 69 ans, et de 45 à 70% entre 70 et 79 ans (Albert & Bozec, 2007). Notons que dans la plupart des pays industrialisés, environ 2/3 des adultes de plus de 50 ans estiment ne pas entendre correctement tandis que 45 % rencontrent d'importantes difficultés de compréhension dans les conversations.

Notons qu'en France, l'âge moyen du premier appareillage est de 70 ans, ce qui signifie que de nombreuses personnes souffrant de surdité légère à moyenne ne sont pas appareillées.

C) La presbyacousie : résultat du vieillissement de l'appareil auditif périphérique

Le processus de vieillissement intéresse tous les éléments de la chaîne auditive périphérique.

Au niveau de l'oreille moyenne, Maugourd (1992) indique que la chaîne ossiculaire peut être atteinte d'ostéoporose avec une ankylose de ses articulations, diminuant ainsi le pouvoir amplificateur de l'onde sonore. La membrane tympanique peut également s'épaissir et devenir scléreuse.

Quant à l'oreille interne, tous les éléments de l'appareil cochléaire peuvent présenter des modifications histopathologiques. Les cellules sensorielles sont les éléments les plus fragiles du système auditif. Elles vont subir de nombreuses modifications avec l'âge. Souvent, les atteintes de la cochlée débutent par une détérioration des cellules ciliées externes qui entraîne une diminution de leur contraction rapide et active. Rappelons que ces cellules ne se régénèrent pas. A partir de 20 ans, on perd environ 7% des cellules ciliées externes et 3,5% des cellules internes. A l'âge de 70 ans, il reste environ 50% des cellules ciliées externes et 25% des internes. Selon Ohresser et Bizaguet (1990) cités par Maugourd (1992), les lésions des cellules ciliées externes débutent par la première rangée et par la base de la cochlée, ce qui explique une atteinte initiale des fréquences aiguës. Or, rappelons que 60% des éléments de reconnaissance de la parole se situent dans la zone fréquentielle aiguë.

D) La typologie des presbyacousies

Les travaux de Schuknecht (1993) cités par Bouccara et al. (2005 a) restent fondamentaux dans l'analyse de ces lésions. Celles-ci atteignent les structures neurosensorielles à différents niveaux, ce qui permet de différencier différents types de presbyacousies. Schuknecht distingue ainsi la presbyacousie sensorielle, « nerveuse », métabolique, mécanique, les formes mixtes et les formes indéterminées. Mais, nous ne les détaillerons pas ici car cette classification essentiellement histologique n'a pas d'incidence sur la prise en charge.

E) Le diagnostic de la presbyacousie

➤ Symptômes fonctionnels

Bouccara, Mosnier, Bozorg-Grayeli, Ferrary et Steckers (2005 b) soulignent que le dépistage précoce de la presbyacousie repose sur la recherche d'une altération de la compréhension en milieu bruyant.

La presbyacousie se caractérise par une installation lente et insidieuse. Ceci conduit classiquement à différencier **trois stades** :

- **un stade infra clinique** au cours duquel l'atteinte portant sur les fréquences aiguës n'a peu ou pas de traduction clinique et entraîne de très légères difficultés de perception de certains sons aigus ;
- **un stade dit d'incidence sociale** qui apparaît lorsque la fréquence 2 000 Hz subit une perte supérieure ou égale à 30 dB, ce qui correspond à un niveau de gêne auditive ;
- **un stade évolué** pour lequel l'altération auditive va engendrer un véritable isolement relationnel du sujet en raison d'une réduction de la communication avec l'entourage (stade social). À un stade plus avancé, la réduction des capacités de communication peut entraîner une détérioration cognitive, avec une aggravation du comportement d'isolement.

La prévalence d'acouphènes est variable d'une étude à l'autre. Néanmoins, ils sont parfois un motif de consultation permettant d'objectiver une presbyacousie.

➤ Tests auditifs de dépistage

Audiométrie tonale

Le diagnostic est posé, notamment grâce à l'audiométrie tonale, lorsqu'on observe une surdité de perception bilatérale et symétrique prédominant sur les fréquences aiguës. Cette perte auditive, accentuée sur les fréquences aiguës, a un retentissement évident sur la perception de la parole.).

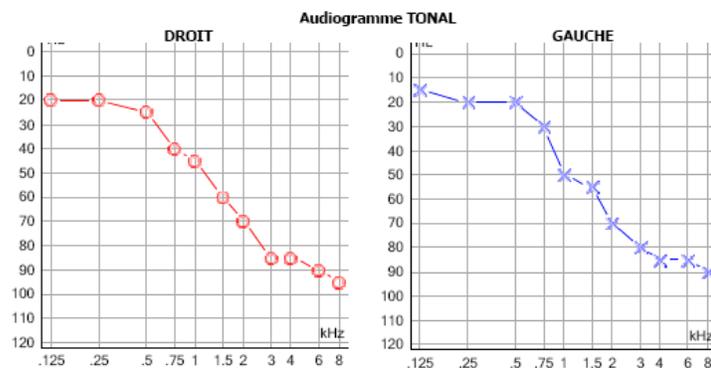


Schéma 8 : Audiométrie tonale d'un patient presbycousique

L'évolution est progressive et constante. On considère que la perte auditive augmente de 5 dB par décennie à partir de 55 ans, puis de 1 à 3 dB par an dès 70 ans.

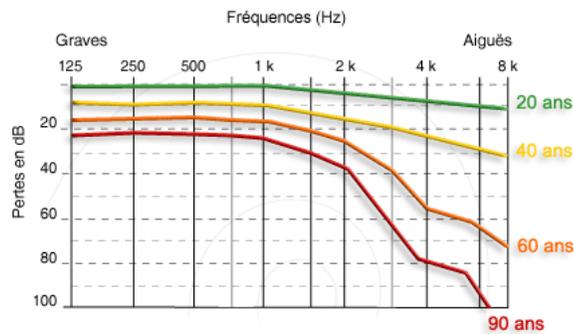


Schéma 9 : Evolution de l'audiométrie tonale en fonction de l'âge

Audiométrie vocale

L'audiométrie vocale apparaît comme l'examen le plus contributif pour apprécier le retentissement de la presbycusie en termes de communication, pour rechercher des signes d'atteintes des voies centrales et pour préciser le bénéfice potentiel d'un appareillage prothétique. Le matériel phonétique est très important. L'utilisation de listes monosyllabiques dites cochléaires permet de se rapprocher des performances auditives dans le bruit.

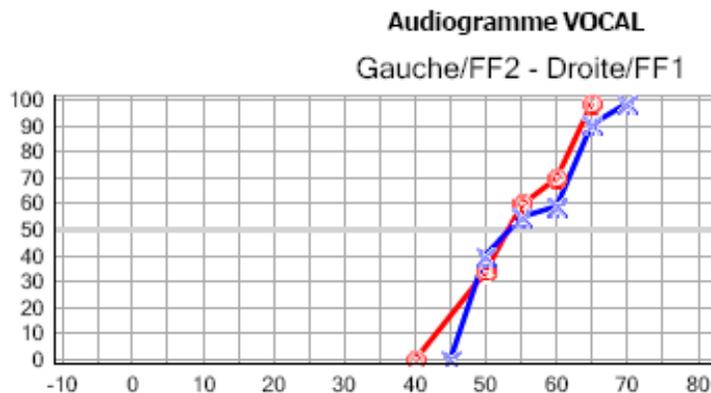


Schéma 10 : Audiométrie vocale d'un patient presbycusique

Pour interpréter une courbe d'audiométrie vocale, Portmann et Portmann (1988) retiennent trois critères principaux :

- le seuil d'intelligibilité ;
- le maximum d'intelligibilité ;
- le pourcentage de discrimination.

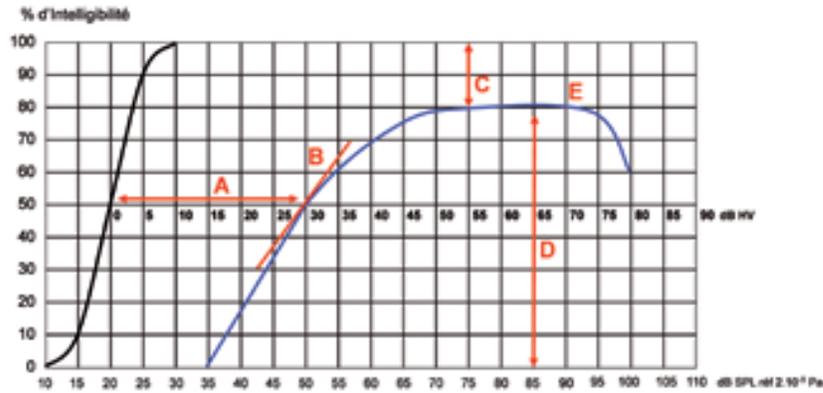


Schéma 11 : Interprétation de l'audiométrie vocale

- A : le seuil d'intelligibilité vocal donné en dB par la distance séparant la courbe pathologique de la courbe normale sur l'ordonnée 50%.
- B : la pente de la courbe s'apprécie à l'intersection avec l'axe de 50% de mots compris, par l'angle qu'elle forme avec l'axe des abscisses.
- C : le maximum d'intelligibilité qui est le score obtenu au point culminant de la courbe.
- D : le pourcentage de discrimination qui est le score obtenu 35 dB au-dessus du seuil d'intelligibilité.
- E : le seuil de distorsion correspond au niveau d'intensité à partir duquel la courbe d'intelligibilité commence à décroître.

Discordance T/V (Tonale/Vocale)

L'étude de la corrélation entre les courbes audiométriques tonale et vocale permet d'éclairer l'audioprothésiste sur les distorsions ou les compensations mises en œuvre et qui sont susceptibles d'interférer avec la réhabilitation prothétique. Pour être cohérente, la courbe vocale doit ainsi répondre aux critères suivants (Roy, 2011) :

- Le seuil d'intelligibilité vocal est égal à la moyenne des intensités des seuils liminaires pour les fréquences 500, 1000, 2000 Hz.
- Le maximum d'intelligibilité pour du matériel phonétique dissyllabique est obtenu 10 dB au-dessus du seuil tonal liminaire obtenu pour la fréquence 2000 Hz.

Difficulté à prédire la capacité de comprendre la parole dans le bruit chez le patient presbycousique

Il n'y a pas de lien entre la compréhension dans le bruit et les données audiologiques récoltées de façon standardisée. Or, concernant la compréhension dans le bruit, chaque décibel compte et on peut considérer selon Plomb cité par Lasry et Del Rio (2012) qu'« une perte d'intelligibilité dans le bruit de 3 dB est plus gênante qu'une perte d'intelligibilité dans le silence de 21 dB ». Killion (2002) cité par Lasry et al. (2012, p. 32) nous rappelle que le résultat de l'intelligibilité dans le bruit est imprédictible : « Si vous voulez mesurer la capacité de votre patient à comprendre la parole dans le bruit, vous devez la mesurer ! ». Nous notons que les audiométries vocales dans le bruit sont à ce jour extrêmement peu effectuées. L'apparition de logiciels adaptés facilite désormais leur réalisation.

➤ **Autres examens**

Notons également que parfois, d'autres examens, comme les potentiels évoqués du tronc cérébral, un scanner ou une IRM, sont nécessaires dès lors qu'on suspecte une atteinte des voies auditives rétro cochléaires ou centrales.

F) L'âge altère également le système central auditif

En effet, au delà de l'atteinte périphérique, il faut également prendre en considération l'atteinte centrale. Nous nous référons essentiellement ici à tous les travaux synthétisés par Perrot et Collette (2011).

Ces modifications de l'activité neuronale du système central auditif (SCA) peuvent être présentées de deux manières :

- d'une part, **les atteintes liées aux effets biologiques directs du vieillissement** proprement dit ; on les nomme effets centraux dus au vieillissement biologique (ECVB). C'est le cas, par exemple, lors de perte neuronale ou de réduction du nombre de synapses ;
- d'autre part, **les atteintes liées aux conséquences centrales de la détérioration périphérique** ; on les nomme effets centraux dus à une perturbation périphérique (ECP), comme par exemple la désafférentation, conséquence de l'atteinte cochléaire.

L'âge entraîne ainsi des modifications de la représentation fréquentielle, de la sensibilité neuronale, de l'inhibition neuronale.

Ceci a des conséquences entre autres sur les processus binauraux. Notons que chez une personne jeune, les réponses codant la localisation azimutale sont maximales au niveau du colliculus inférieur (CI) controlatéral à la stimulation sonore. Lors du vieillissement, les réponses sont souvent diminuées, voire parfois inversées ce qui pourrait être la conséquence d'une réduction des processus inhibiteurs dans les neurones du CI. Au cours du vieillissement, l'activité inhibitrice du système efférent diminue progressivement. Dans les modèles génétiques de souris presbycousiques, cette atteinte du système efférent précède la dégradation des cellules ciliées externes. Sur le plan perceptif, même s'il persiste une activité résiduelle, ce dysfonctionnement du système efférent serait à l'origine d'une majoration des troubles de l'intelligibilité de la parole en milieu bruité, notamment par une augmentation du pouvoir masquant du bruit.

➤ **En résumé**

« Il est peu productif de vouloir conceptualiser la presbycousie en tant que périphérique ou centrale. En revanche, il est important de prendre en compte tous les facteurs intervenant dans le vieillissement. » (Perrot, 2011, p. 8). La pathologie cochléaire retentit sur le SCA.

G) Les conséquences sur la perception de la parole

Soulignons bien que la dégradation de la perception auditive liée au vieillissement n'est que partiellement expliquée par les données de l'audiométrie. En effet, il existe souvent une discordance T/V, avec un handicap plus important que ne le laisseraient penser les courbes audiométriques tonales. Ceci est dû à une dégradation de l'encodage périphérique et à une perturbation des processus d'intégration centrale pour les stimuli auditifs complexes. Notons que l'ensemble de ces troubles est majoré en présence de bruit. Au total, la dégradation périphérique se combine à l'atteinte centrale.

➤ **Données psycho acoustiques**

Nous nous référons de nouveau au travail de synthèse de Perrot et al. (2011).

Perception de la fréquence

Il existe une détérioration de la sélectivité fréquentielle qui entraîne une dégradation de l'identification des signaux auditifs et donc de la compréhension de la parole.

Dans la presbyacousie, l'atténuation voire la disparition d'une partie des informations afférentes vers le SCA entraîne des modifications des capacités de discrimination fréquentielle, reflétant une plasticité pathologique du cortex auditif. Schématiquement, cette réorganisation des cartes tonotopiques corticales se constitue en plusieurs étapes. D'abord, les neurones corticaux privés de leurs afférences habituelles correspondant à la perte auditive se mettent à décharger pour les sites cochléaires adjacents au segment lésé, mais fonctionnels. Ensuite, ces modifications entraînent une surreprésentation des régions cochléaires situées juste en bordure de la perte auditive, au niveau de la fréquence de coupure. Ainsi, les fréquences comprises dans cette bande fréquentielle surreprésentée sont mieux discriminées que celles comprises dans d'autres bandes fréquentielles.

Perception de l'intensité

Un autre type de dégradation porte sur la perception de l'intensité, lors de phénomènes tels que le recrutement de la sonie, l'adaptation et la discrimination d'intensité.

Le recrutement de sonie correspond à un accroissement anormal de la sensation de sonie pour une faible augmentation d'intensité. Alors même que les seuils perceptifs sont supérieurs à la normale, les seuils douloureux restent dans la même zone du champ dynamique auditif, entraînant une réduction de la dynamique auditive.

L'adaptation correspond à une diminution de la sensation d'intensité pour un son continu. En pratique, il s'agit de la quantité de dB dont il faut augmenter l'intensité d'un son pour maintenir stable sa perception au cours du temps. Dans la presbyacousie, ce phénomène ne concerne qu'un quart des patients et reste modéré, avec une prédominance sur les fréquences aiguës.

Traitement temporel

A partir de 50 ans, les performances de détection de silences déclinent. De la même manière, le traitement de la durée d'un signal sonore se détériore nettement chez les sujets âgés. Chez les sujets presbyacousiques, les difficultés de perception et de compréhension de la parole, en particulier dans le bruit, sont liées en grande partie à des troubles du traitement de l'information temporelle. Plusieurs études ont mis en évidence des difficultés de

perception des indices acoustiques de brève durée. Or, rappelons l'importance du traitement de la structure temporelle fine.

Ces perturbations ne sont cependant pas uniquement liées à l'atteinte auditive mais impliquent également un effet du vieillissement sur le traitement central de l'information temporelle auditive, indépendant de la perte auditive.

➤ **Conséquences sur la compréhension de la parole**

Intelligibilité de la parole dans le calme

L'intelligibilité de la parole dans le calme montre une dégradation variable des capacités de compréhension. Il s'agit là d'un trouble fortement corrélé aux indices psycho acoustiques de la perception auditive : le seuil d'intelligibilité vocale est ainsi corrélé à l'audiométrie tonale et aux capacités de discrimination temporelle (Mazelová & al., 2003).

Intelligibilité de la parole dans le bruit

Une perte d'audition ne diminue pas la performance pour détecter des modulations temporelles lentes alors qu'elle entraîne une forte dégradation des capacités à utiliser les fluctuations temporelles rapides. Chez le sujet âgé malentendant, il existe conjointement une augmentation de la sensibilité au pouvoir masquant du bruit et une incapacité à tirer profit d'éventuels creux temporaires et spectraux présents dans le bruit (Lorenzi, 2006). De fait, aucune différence d'intelligibilité en milieu bruité n'est retrouvée entre un bruit continu et un bruit fluctuant.

Un autre point important à souligner est que les sujets âgés normo-entendants pour l'âge et avec des capacités cognitives conservées peuvent montrer malgré tout une dégradation des performances d'intelligibilité de la parole en milieu bruité. Cette constatation est en faveur d'un dysfonctionnement au niveau du SCA, dont l'origine pourrait être corticale.

La disparition conjointe de l'asymétrie auditive inter hémisphérique pour des réponses évoquées auditives suggère un dysfonctionnement du cortex auditif gauche, dédié au traitement temporel, qui pourrait tout à fait expliquer les difficultés à traiter des stimuli à fluctuation temporelle rapide telle que la parole.

H) Le vieillissement cognitif dégrade la perception auditive

Outre les effets périphériques et centraux liés à l'âge, le vieillissement auditif s'intègre dans un processus plus général de vieillissement biologique avec des répercussions sur les processus cognitifs (Pichora-Fuller & Singh (2006) cités par Perrot (2011)). L'implication des structures corticales dans la dégradation de la perception auditive va donc au-delà des aires auditives !

➤ Effet combiné de l'atteinte auditive centrale et du vieillissement cognitif

Les troubles cognitifs liés à l'âge peuvent majorer les difficultés de compréhension de la parole, indépendamment de la perte auditive.

Ainsi, la communication avec une seule personne se fait correctement dans le silence, avec le recours parfois à la lecture labiale, à la suppléance mentale ; en revanche, en milieu bruyant, elle devient difficile, voire impossible. Ceci est dû non seulement à la dégradation du codage et de la transmission du message auditif, mais également à la sollicitation trop importante des processus cognitifs. Sans entrer dans les détails, les facteurs cognitifs impliqués dans la dégradation de la perception auditive peuvent être classés dans **quatre catégories** :

Les processus automatiques

Le ralentissement de la vitesse de traitement cognitif pourrait détériorer l'intégration des messages auditifs à fluctuations rapides, comme la parole.

Les processus attentionnels

Une diminution des ressources attentionnelles et/ou des capacités d'attention sélective sont susceptibles d'amener une dégradation des performances dans des conditions d'écoute difficile.

Les processus mnésiques

Un déficit de la mémoire à court terme et de la mémoire de travail pourrait conduire à des difficultés d'intégration des messages auditifs longs et complexes.

Les processus linguistiques

Une variabilité du niveau de compétence verbale serait susceptible de faciliter ou non l'interprétation de l'information auditive, à l'aide des connaissances linguistiques et des indices contextuels.

➤ Vieillessement auditif et processus démentiel

Une des problématiques étudiées actuellement concerne les interrelations existant entre presbycusie et troubles cognitifs. L'hypothèse est posée que la surdité pourrait être un facteur de démence.

Un dysfonctionnement auditif central a pu être identifié chez des patients atteints de la maladie d'Alzheimer sans atteinte auditive périphérique (Gates, Karzon, Garcia & al., 1995). Des études récentes ont montré qu'un déficit du traitement auditif central de la parole pouvait précéder le diagnostic de maladie d'Alzheimer de plusieurs années (Gates, Beiser, Rees, D'Agostino & Wolf, 2002). Les tests auditifs centraux sont perturbés de façon très précoce chez 80 à 90 % des patients présentant une démence ou des troubles de la mémoire (Gates, Anderson, Mc Curry, Feeney, Larson, 2011). Les tests auditifs centraux pourraient contribuer au dépistage des pathologies cognitives.

Dans cette perspective, l'étude AcouDem, menée par le GrapSanté, a mis en évidence un risque relatif de développer des troubles cognitifs 2,48 fois plus élevé chez le sujet atteint de surdité avec gêne sociale (Pouchain, Dupuy, San Julian, Dumas, Vogel, Hamdaoui & Vergnon, 2007).

Enfin, certaines études cliniques semblent indiquer que la réhabilitation audioprothétique peut être envisagée comme traitement non médicamenteux des patients malentendants atteints de la maladie d'Alzheimer (Durrant, Collette & Veuillet, 2011).

I) Conclusion : La presbycusie est une pathologie multifactorielle nécessitant une prise en charge interdisciplinaire

Notons que le terme de presbycusie est jugé trop restrictif par les anglo-saxons qui le remplace par une dénomination plus générique : les troubles auditifs liés à l'âge (age-related hearing impairment). Les causes englobent l'ensemble des processus physiologiques et pathologiques survenant au cours du vieillissement (Chilsom & al, 2003 - Willott & al, 2001).

En conclusion, la presbyacousie est un modèle de pathologie multifactorielle. Elle atteint certes l'audition périphérique. Mais, elle fait également intervenir des facteurs centraux et des facteurs cognitifs. **La combinaison de ces trois niveaux d'atteinte, cibles du vieillissement biologique, va entraîner des troubles perceptivo cognitifs beaucoup plus complexes qu'une simple surdité.**

Schématiquement, plus le stimulus auditif sera complexe et/ou la situation d'écoute concurrentielle, plus l'implication centrale et cognitive dans la perturbation perceptive auditive sera importante.

La prise en charge devrait donc cibler l'ensemble des facteurs en cause, et intégrer une réhabilitation audioprothétique, pour améliorer l'audibilité, et une rééducation orthophonique auditive et cognitive pour améliorer les capacités de compréhension et de communication. Seule la combinaison de ces différentes approches est garante de la réussite thérapeutique.

III.3. La prise en charge de la presbyacousie

A) Les différents traitements

D'après Dubreuil (2003), il n'existe, à ce jour, ni de traitement permettant d'éviter l'installation de la presbyacousie ni de traitement curatif. La lutte contre les traumatismes sonores et contre l'exposition aux médicaments ototoxiques contribue à préserver le capital auditif sensoriel.

➤ **Les traitements médicaux**

Bouccara et al. (2005 a) expliquent que de nombreux médicaments sont proposés. Leurs sites d'action sont périphériques et/ou centraux. Certaines molécules visent à piéger les radicaux libres produits lors de la destruction des cellules ciliées. D'autres principes actifs favorisent le phénomène de plasticité neuronale indispensable pour compenser le déficit sensoriel. Toutefois, selon Dubreuil (2003), leur efficacité sur le déficit auditif et sur son évolution n'est pas établie.

➤ **L'appareillage audioprothétique**

Le traitement adéquat de la presbycusie suppose un appareillage audioprothétique bilatéral précoce qui peut évoluer, en l'absence d'amélioration, vers une implantation d'oreille moyenne ou cochléaire.

Les indications pour l'appareillage

Selon Bouccara et al. (2005 c), l'indication se pose dès que la gêne fonctionnelle est patente et que le déficit moyen dépasse 30 dB avec une altération de l'intelligibilité en rapport en audiométrie vocale.

Rappelons que la délivrance de chaque aide auditive est soumise à la prescription médicale préalable et obligatoire du port d'un appareillage, après examen otologique et audiométrique tonal et vocal (Loi 67-4 du 3 janvier 1967).

Différents facteurs doivent être pris en compte pour enclencher le processus d'appareillage (Vincent, Vaneecloo, Delattre, Decroix, Lebreton & Ruzza, 2007). Le médecin ORL doit donc s'assurer :

- **de la plainte et de la gêne perceptive** exprimée par le patient lui-même et/ou son entourage, la décision devant demeurer un choix volontaire du patient ;
- **du contexte** personnel, familial et social du patient en appréciant les motivations et besoins de celui-ci.
- **de l'aspect anatomique de l'oreille ainsi que l'état clinique général** du patient qui doit permettre l'adaptation de l'aide auditive.

L'adaptation prothétique

Domaine de compétences de l'audioprothésiste, elle comprend plusieurs étapes et nécessite plusieurs rencontres avec le patient.

Choix et mise en place de l'appareillage auditif

Dans un premier temps, l'audioprothésiste procède à un entretien avec le patient au cours duquel il cible ses plaintes, ses attentes, ses besoins déterminés en fonction de son cadre de vie et ses activités ainsi que ses possibilités financières. Le choix de la prothèse se fait nécessairement au regard de l'anamnèse, de l'examen clinique et du bilan audiométrique. L'audioprothésiste complète les tests audiométriques afin de juger précisément de la perte

auditive du patient. Ensuite, plusieurs aides auditives adaptées au type de surdité du patient et à ses requêtes lui sont présentées en faisant apparaître leurs possibilités, leurs limites, leur prix ainsi que leur coût d'utilisation (piles, entretien...). Après sélection d'une prothèse, l'audioprothésiste procède, si nécessaire, à une prise d'empreinte du conduit auditif externe dans le but de fabriquer l'embout adapté.

Le second rendez-vous marque le début de l'essai prothétique.

D'après Vincent et al. (2007), le niveau de correction auditive est contrôlé pendant les différentes étapes de l'adaptation par des mesures subjectives (audiométrie tonale et vocale, qualité du son...) et des mesures objectives (mesures in vivo).

Par la suite, des visites régulières ont pour objectif de permettre une adaptation progressive de l'amplification et de contrôler le bon fonctionnement de l'appareil. L'audioprothésiste transmet un compte-rendu au médecin ORL prescripteur afin de lui faire part des résultats avec l'appareillage auditif.

Les principaux types d'appareillage

Les apports de la technologie

Les appareils auditifs ont bénéficié des progrès de la miniaturisation électronique et de l'évolution des dispositifs de traitement numérique du son. Cette technologie apporte de nombreux avantages (Bouccara & al., 2005 b) tels que:

- **la compression du signal** : elle permet de donner à chaque fréquence un gain différent selon l'intensité du signal entrant dans le but de créer une normalisation de sonie. Ainsi, lors de signaux sonores de forte intensité, l'amplification de la zone fréquentielle correspondante est sélectivement réduite sans modification de celle des canaux où l'intensité est faible, d'où un meilleur confort.
- **le système anti-Larsen** : si l'amplificateur reçoit un signal analysé comme un son pur sur les fréquences aiguës, il peut, par exemple, envoyer la même fréquence en opposition afin de supprimer l'effet Larsen.
- **l'effet directionnel** : la majorité des équipements auditifs numériques possèdent deux microphones. Le processeur analyse la différence de latence

de l'arrivée du signal entre les micros pour permettre de localiser la source sonore favorisant le traitement de la parole par rapport au bruit.

- **l'identification de la voix** : la comparaison des timbres captés avec ceux mémorisés permet d'adapter l'amplification de chaque canal pour privilégier les signaux liés à la parole par rapport à ceux liés au bruit. De plus, l'amplification est réduite si aucun signal vocal n'est analysé, ceci réduisant la gêne engendrée par les bruits environnementaux. L'appareil évalue et améliore le rapport signal sur bruit.

Les aides auditives conventionnelles

- Le contour d'oreille « classique »

C'est encore aujourd'hui le modèle de prothèse le plus fréquemment adopté en France. La plage d'application permet de corriger les surdités légères à profondes. Il se compose d'un boîtier rassemblant les différents éléments électroniques placé derrière le pavillon. Le signal traité par l'appareil est transmis au conduit auditif externe par l'intermédiaire d'un tube et d'un embout auriculaire (moule sur mesure). Il présente des avantages au niveau de la puissance, de la manipulation (pile plus grosse, possibilité de chargeur) et de la fiabilité.

- Le mini contour

On peut distinguer 2 sortes de mini contours :

- ouvert : tube fin, dôme standard ou embout IROS pour les pertes légères à moyennes avec une bonne conservation des graves ;
- à écouteurs déportés : fil fin, écouteurs dans le conduit auditif externe, dôme standard ou embout sur mesure ouvert ou fermé, pour les pertes légères à sévères.

Ce type d'appareillage est très discret.

- L'intra auriculaire

Sa position dans le conduit auditif externe fait de lui un appareil discret. Il est proposé dans le cadre de surdités légères à moyennes. L'intra auriculaire est constitué d'une coque réalisée sur mesure à l'intérieur de laquelle sont regroupés les composants électroniques. Il

répond favorablement à l'argument de l'esthétique mais la configuration du conduit auditif externe, la miniaturisation de la pile et l'entretien limitent les indications.

Nous ne détaillerons pas ici les aides auditives implantables car elles ne concernent pas les patients impliqués dans notre problématique.

Appareillage binaural

Nous ne reviendrons que brièvement sur l'importance de l'appareillage stéréophonique qui est universellement reconnu. Voici donc les principaux avantages à restaurer la fonction binaurale (Korber & Mercier, 2011) :

- Elle abaisse le seuil d'audition de 3 dB par rapport au seuil liminaire monaural.
- Elle permet une augmentation de la sensation subjective d'intensité qui est de l'ordre de 6 dB aux niveaux supralimaires.
- Elle permet la localisation spatiale sonore grâce aux différentiels énergétiques et temporels.
- Elle améliore l'émergence de la parole dans le bruit par l'analyse de ces mêmes différentiels. L'équilibre interaural permet une meilleure compréhension dans le bruit, avec une amélioration de la compréhension de l'ordre de 11.37 % (Dodelé 2010 cité par Rameaux 2010).
- Elle apporte une «meilleure qualité de l'audition» et participe au sentiment subjectif d'avoir une audition plus naturelle.
- Par des phénomènes de fusion binaurale, elle améliore la discrimination phonétique.

Appareillage et intelligibilité dans le bruit

Les prouesses technologiques apportées aux microprocesseurs, aux algorithmes de débruitage, aux microphones directionnels, aux gestionnaires de bandes passantes convergent vers le même objectif : l'intelligibilité en milieu bruyant.

Pour améliorer l'intelligibilité vocale en présence de bruit, l'audioprothésiste dispose en effet de différentes «stratégies». La première stratégie est d'équiper le malentendant avec des aides auditives de haute performance. La seconde stratégie consiste à adopter une approche psychoacoustique et psychophysiologique, qui aura pour objectif de restituer au malentendant

une audition binaurale la mieux équilibrée possible. De la qualité du rétablissement de cet équilibre découlera la possibilité de localiser l'origine des stimuli et de permettre le démasquage de la parole en milieu bruyant (Korber & Mercier, 2011).

Les limites liées à l'appareillage prothétique

L'échec d'un appareillage peut résulter de différentes causes extrinsèques à la motivation du patient.

Malgré le suivi et les explications fournies par les professionnels sur l'utilisation d'une prothèse auditive, le patient sourd âgé se confronte souvent seul aux difficultés liées à l'usage de celle-ci. On observe alors, dans certains cas, que l'appareil auditif n'est pas utilisé et finit « au fond du tiroir ». En effet, certaines prothèses sont plus ou moins difficiles à manipuler. Ces difficultés croissent évidemment avec l'âge et l'apparition de pathologies associées (telles que des troubles de la vision, de l'arthrose, des troubles cognitifs...). L'audioprothésiste doit tenir compte de ses éléments lors du choix de l'appareillage.

L'entretien régulier de la prothèse auditive est un gage de son bon fonctionnement. Ainsi, la personne malentendante devra procéder au changement de la pile, au nettoyage de l'appareil... et surtout veiller à effectuer un bon suivi d'appareillage auprès de son audioprothésiste.

Bouccara et al. (2005 b) mettent en évidence qu'une dégradation des voies auditives centrales, associées ou non à des pathologies neurologiques, peut également engendrer des difficultés d'appareillage voire un échec.

Il faut souligner que la réussite d'un appareillage prothétique dépend avant tout de la précocité de la prise en charge, de la sévérité et du caractère évolutif de la surdité.

B) L'autostigmatisation du devenu sourd

« *On plaint l'aveugle mais on se moque du sourd* ». Culturellement et symboliquement, cécité et surdité sont antithétiques comme nous explique le linguiste britannique Davis Lodge (2008) auteur de « La vie en sourdine » où il nous parle de son propre vécu sur la presbyacousie. Ainsi dans le cadre d'une presbyacousie, la notion d'« aide » dans le port d'aides auditives n'a pas la même connotation que dans le port de lunettes lors d'une

presbytie, par exemple. En effet, le fait d'utiliser des lunettes est accepté par tout le monde, soumis à un effet de mode et même associé à une image intellectuelle voire une marque d'élégance.

Mais la déficience auditive est souvent associée au vieillissement, voire à la démence. Elle renvoie donc une image très négative à la personne qui en souffre. Atteint d'un handicap invisible, le patient devenu sourd peut choisir de ne pas le dévoiler, de ne pas y faire face. On peut même dire du déficient auditif, qu'il s'autostigmatise. Notons d'ailleurs que le stigmate lié à la déficience auditive est l'obstacle le plus puissant parmi ceux qui constituent une entrave à la réadaptation de ces patients. Il est en effet difficile d'accepter un appareillage ou la participation à un programme de réadaptation, si on nie ou si on cache le fait qu'on éprouve des difficultés à cause de la déficience auditive (Gagné., Southall & Jennings, 2009).

Le caractère invisible de ce handicap génère également des problèmes quant aux conditions de communication essentielles à un échange adapté avec les personnes sourdes. En effet, de par l'image négative de son handicap, la personne malentendante ne fait pas forcément part à son interlocuteur des conditions idéales pour le bon déroulement d'une conversation. Ce dernier ne peut donc pas ajuster son comportement.

C) Une collaboration interdisciplinaire à améliorer

La base de l'entraînement audioprothétique reste indéniablement le port régulier des appareils et ce le plus longtemps possible dans la journée. Il est essentiel que le patient participe à son adaptation, et qu'il soit actif vis-à-vis de son audition.

Malheureusement, le simple fait de porter une prothèse auditive n'offre pas toujours les résultats escomptés, aussi bien au niveau de la réorganisation qu'au niveau cognitif (attention, mémorisation). Les améliorations prennent du temps à se mettre en place, et toutes ne donnent pas un résultat satisfaisant. Des difficultés de compréhension peuvent perdurer malgré l'appareillage. Mais alors comment optimiser la prothèse auditive ?

Qu'en dit le Bureau International d'Audiophonologie (Cnigniet, 2010) ? « *Le souci d'une réhabilitation aussi complète que possible implique que l'appareillage ne peut être réduit aux seuls actes techniques de la sélection de l'appareil de correction auditive et de son adaptation (...). Les multiples problèmes suscités par la réhabilitation prothétique de*

personnes atteintes de déficience auditive appellent nécessairement une collaboration interdisciplinaire avec d'autres instances compétentes ». Le BIAP souligne ainsi l'importance d'une éducation/rééducation auditive (Recommandation 17/4 - 21/5; Recommandation 28/2).

Bouccara et al. (2005 b) montrent que le suivi effectué conjointement par le médecin traitant, le médecin ORL et l'audioprothésiste avec le soutien d'une rééducation orthophonique et psychologique, contribue à vérifier la régularité dans le port des aides auditives, à ajuster leurs réglages et à réaliser un entraînement auditif. L'information régulière de l'entourage est également nécessaire pour accompagner le patient dans son adaptation prothétique.

Cette approche globale, visant à prendre en compte tous les déficits de compensation, ouvre la porte à la rééducation orthophonique auditivo-cognitive dans le cadre de la réhabilitation auditive du patient âgé malentendant (Ambert-Dahan, 2011). En effet, l'orthophoniste est habilité (Décret n° 2002-721 du 2 mai 2002) dans la rééducation des pathologies ORL (Art. R. 4341-3/2c) et neurologiques (Art. R. 4341-3/3b,c) de même que dans le champ de la prévention des troubles de la communication (Art. R. 4341-4). Dans ce cadre, il informe le grand public sur la prévalence de la déficience auditive et l'entourage sur les manifestations, les conséquences de cette déficience et les ajustements à mettre en place. Il peut même aller jusqu'à favoriser la création de groupes de communication pour les personnes ayant une déficience auditive et/ou leur entourage comme cela existe déjà au Québec et seulement à l'état embryonnaire en France. L'orthophoniste peut donc légitimement participer à la prise en charge de ces patients.

Or si ce partenariat ORL, audioprothésiste, orthophoniste est de fait pour la prise en charge de l'enfant sourd ou de la personne implantée, le recours à l'orthophoniste reste malheureusement méconnu dans le cadre de la presbycusie. Il est très rare de voir un ORL prescrire des séances d'orthophonie. 2% des prescriptions médicales de soins en orthophonie proviennent des ORL. (CNAMTS : Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés, 2010). Même s'ils ne sont pas habilités à prescrire des séances d'orthophonie, il est également très rare de voir un audioprothésiste parler de rééducation auditive. Cependant les choses évoluent. Lors de l'Enseignement Post Universitaire organisé par le Collège National d'Audioprothèse, en décembre 2012, les intervenants n'ont eu de cesse de plébisciter le rôle majeur de l'orthophonie dans la réhabilitation de la compréhension de la parole.

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

I. Problématique

En France, de nombreux patients presbycusiques sont donc appareillés sans prescription de bilan orthophonique. Or, au delà des résultats obtenus au niveau des seuils auditifs et en dépit du port régulier de l'aide auditive, ces adultes se plaignent de façon récurrente de ne pas comprendre dans le bruit.

Les répercussions d'un tel état de fait, délétères sur la communication et la qualité de vie ne peuvent être ignorées.

L'hypothèse est posée d'une possible amélioration de la communication par une rééducation orthophonique spécifique incluant un entraînement auditif ciblé, la stimulation de l'attention et de la mémoire de travail.

Cela suppose au préalable d'affiner le diagnostic orthophonique en précisant l'origine du trouble. Nous souhaitons donc répondre à la question : l'insatisfaction de certains patients vis à vis d'une prothèse auditive pour la compréhension de la parole en milieu bruyant est-elle la conséquence d'une altération des processus auditifs centraux (APD), de troubles de la mémoire et/ou de l'attention ? Au quel cas, l'altération de la compréhension de la parole dans le bruit ne serait donc pas liée uniquement aux caractéristiques de l'audition périphérique.

Nous désirons également éprouver, en condition terrain, des batteries de tests susceptibles d'explorer ces fonctions et en particulier l'audition centrale.

II. Etat de l'art

II.1. La presbyacousie : pathologie multifactorielle

La revue de la littérature qualifie la presbyacousie de pathologie multifactorielle. En effet, la presbyacousie ne se limite pas à une simple atteinte de l'audition périphérique. Elle fait également intervenir des facteurs centraux et des facteurs cognitifs. Or à ce jour, les fonctions auditives centrales et les fonctions cognitives sont très peu explorées chez les patients presbyacousiques.

II.2. Le rôle majoré des fonctions auditives centrales et cognitives en milieu bruyant

Les chercheurs précisent que plus la situation d'écoute est concurrentielle, plus l'implication centrale et cognitive dans la perturbation perceptive auditive est importante.

II.3. Comment explorer « facilement » les fonctions auditives centrales ?

Après analyse des publications, le BAC (Bilan Auditif Central) est, à ce jour, le seul test francophone permettant d'explorer les fonctions auditives centrales. Il a été mis au point par l'équipe du Professeur Demanez, ORL du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Liège. Mais, ce bilan reste très méconnu par les orthophonistes français.

A) Les aptitudes mesurées par le BAC

Le BAC, disponible sur support numérique, permet la mesure des aptitudes suivantes :

1- **le décodage phonétique de stimuli acoustiques à redondance réduite.** Ceci est permis par le test d'intégration de Lafon ;

2- **l'aptitude dichotique (AD) et la prévalence d'oreille (PO)** à l'égard de signaux acoustiques en compétition ;

3- **la reconnaissance de configurations auditives variables en hauteur ou en durée :** Pitch Patterns Test (PPT) et Duration Patterns Test (DPT) ;

4- l'interaction binaurale évaluée par le test du « Masking Level Difference » (MLD).

Il faut bien noter que ces tests mettent en jeu également des processus neurocognitifs spécifiques, comme par exemple la mémoire et l'attention.

B) Les indications du BAC

Les indications du BAC sont entre autres :

- une mauvaise compréhension dans le bruit et/ou le silence non justifiée par l'audiométrie ;
- l'efficacité insuffisante de l'appareillage auditif, en particulier si un appareillage pratiqué normalement en binaural donne de mauvais résultats d'adaptation inexplicables par les tests audiométriques classiques, ou encore si un appareillage unilatéral donne de meilleurs résultats qu'un appareillage binaural !

II.4. Le BAC chez des patients porteurs de prothèses auditives : Résultats d'un essai

Lors de cet essai réalisé par l'équipe de Demanez présenté au congrès national des audioprothésistes en 2005, la question posée était la suivante : l'insatisfaction de certains patients vis à vis d'une prothèse auditive est-elle la conséquence d'une altération des processus auditifs centraux ?

Un groupe de 40 adultes récemment porteurs d'une prothèse auditive a été étudié.

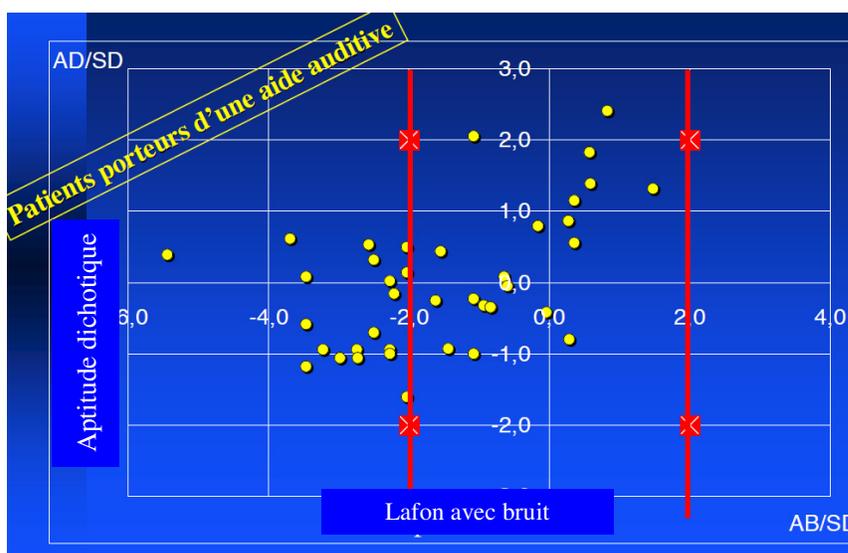
Le degré de satisfaction de l'appareillage a été évalué grâce au questionnaire APHAB. Ces 40 sujets ont été soumis aux deux premières épreuves du BAC : le test de Lafon et le test dichotique.

Aucune corrélation n'a pu être établie entre les résultats des épreuves d'audition centrale et les scores établis par le questionnaire APHAB.

Il a cependant été constaté que l'ensemble de l'échantillon étudié obtenait des scores au test de Lafon AB (Avec Bruit) significativement inférieurs à ceux obtenus par des témoins du même âge, non demandeurs d'appareillage auditif. Quant à l'aptitude dichotique, elle était équivalente.

L'aptitude de décodage phonétique serait donc sélectivement réduite. Indépendamment de l'importance de l'atteinte périphérique, cette difficulté de décodage phonétique aurait pu justifier la mise en place d'une rééducation auditive et expliquer les insatisfactions éventuelles.

Dans le cadre d'une procédure d'appareillage auditif, l'exploration des processus auditifs centraux constitue donc un indice prédictif du degré de satisfaction du patient pour son appareillage. Elle permet d'expliquer certains échecs de l'appareillage.



Graphique 1 : Aptitude dichotique et test de Lafon AB chez des patients appareillés (essai J.P. Demanez)

III. Hypothèses de travail

III.1. Objectifs

L'essai conduit par Demanez tente de répondre en partie à notre questionnement. Mais il est centré sur les fonctions auditives centrales et omet donc les fonctions cognitives. De plus, seules 2 épreuves du BAC ont été administrées.

Pour tenter de répondre à notre problématique, nous souhaitons nous focaliser sur :

- la presbyacousie car il s'agit d'une entité pathologique définie, de la cause la plus fréquente de surdité dans la population qui nous intéresse et d'une

pathologie multifactorielle avec altération possible des fonctions auditives centrales et cognitives ;

- des sujets qui se plaignent en dépit de leur appareillage de leur compréhension dans le bruit ;
- des sujets qui présentent éventuellement une discordance T/V;
- l'évaluation des fonctions auditives centrales et donc l'exploration de toutes les possibilités du BAC. Rappelons que les 4 sub-tests du BAC sont indépendants ;
- la recherche d'une altération possible de l'attention et de la mémoire de travail.

Pour pouvoir intégrer ensuite cette démarche dans notre future pratique clinique, nous désirons utiliser un matériel simple facilement transposable dans un cabinet d'orthophonie, voire même au domicile du patient.

Nous tentons également de circonscrire notre problématique en précisant bien ce que nous ne voulons pas faire. Nous ne souhaitons pas entrer dans une étude sur le sujet largement abordé actuellement, à savoir le lien entre surdité et détérioration cognitive. Comme nous l'avons évoqué dans la partie théorique, des recherches sont déjà menées sur ce thème et montrent déjà ce lien.

III.2. Hypothèses

Afin de répondre à notre problématique, nous posons différentes hypothèses :

A) Hypothèse 1

Nous pensons que les patients qui continuent à être gênés dans le bruit malgré leur appareillage sont plus susceptibles de présenter une discordance T/V.

B) Hypothèse 2

Quand les patients se plaignent de difficultés de compréhension de la parole en milieu bruyant, en dépit de leur appareillage, nous pensons que cela peut signifier une altération des fonctions auditives centrales.

C) Hypothèse 3

Quand les patients se plaignent de difficultés de compréhension de la parole en milieu bruyant, en dépit de leur appareillage, nous pensons que cela peut également signifier une altération de l'attention soutenue et/ou divisée et/ou de la mémoire de travail.

D) Hypothèse 4

Il faut bien noter que les tests du BAC mettent en jeu également des processus neurocognitifs spécifiques, comme par exemple la mémoire et l'attention. Nous conjecturons donc un lien entre l'altération des fonctions auditives centrales, l'altération de l'attention et l'altération de la mémoire de travail.

E) Hypothèse 5

Nous conjecturons que la discordance T/V peut être évocatrice d'altération des fonctions auditives centrales.

F) Hypothèse 6

Le niveau de gêne dans le bruit, en dépit de l'appareillage est indépendant de la sévérité de la surdité.

G) Hypothèse 7

Le niveau de gêne dans le bruit est dépendant de la durée de privation auditive.

H) Hypothèse 8

Le niveau de gêne dans le bruit chez le patient appareillé est indépendant de la qualité de l'appareillage.

MATERIEL ET METHODES

Nous souhaitons réaliser une étude prospective. Nous désirons la mener en collaboration interdisciplinaire avec les ORL et les audioprothésistes.

Nous présenterons ici la population de notre étude ainsi que les épreuves utilisées dans notre protocole.

I. Description de la population

I.1. Choix de la population

A) Critères d'inclusion

➤ Pathologie

Les sujets sont atteints de presbycusie. La perte doit être par définition plutôt symétrique. Notons que la presbycusie n'est pas toujours la seule cause de la déficience auditive. Elle peut se surajouter à une pathologie autre responsable de surdité. Nous veillons à nous limiter à la presbycusie isolée.

En nous basant sur l'audiométrie tonale, nous retenons les patients atteints d'une surdité légère ou moyenne.

➤ Plainte

Les patients doivent avant tout se plaindre de ne pas bien comprendre dans le bruit, alors qu'ils sont déjà appareillés.

➤ Age

Nous retenons la tranche d'âge 50 – 85 ans avec une large majorité de patients âgés de moins de 75 ans.

➤ **Durée d'appareillage**

Nous avons choisi des patients appareillés depuis au moins 6 mois. En effet, durant cette période se déroule une réhabilitation auditive, rendue possible grâce à la plasticité cérébrale fonctionnelle secondaire ou induite par la remédiation auditive. Nous souhaitons également nous assurer que les réglages audioprothétiques sont optimaux.

➤ **Appareillage binaural**

Nous avons choisi uniquement des patients appareillés en binaural. En effet, dans le cadre de la presbyacousie, l'appareillage binaural est un critère indispensable puisque la perte auditive est symétrique.

➤ **Temps de port de l'appareillage**

Nous avons choisi uniquement des patients qui portent régulièrement leurs appareils, c'est-à-dire tous les jours et du lever au coucher.

➤ **Type d'appareillage**

Nous avons également longuement débattu ce critère. En effet, nous pouvons penser que un appareillage haut de gamme, voire très haut de gamme permettra une meilleure compréhension dans le bruit. Nous avons donc recruté essentiellement des patients appareillés au minimum avec du milieu de gamme mais nous n'avons pas exclu les patients équipés d'un appareillage en entrée de gamme.

B) Critères d'exclusion

➤ **Détérioration cognitive**

Comme nous l'avons déjà évoqué, nous ne souhaitons pas entrer dans une étude sur le sujet largement abordé actuellement, à savoir le lien entre la surdité et la détérioration cognitive. C'est pourquoi, le Mini Mental State (MMS) a été administré systématiquement à tous les sujets afin d'exclure des patients atteints de maladies neurodégénératives.

Le MMS est la version française du test anglo-saxon de Folstein datant de 1975, le Mini Mental State Examination (MMSE). C'est un test qui évalue le fonctionnement cognitif d'une

personne. Il est utilisé dans le diagnostic des démences et plus particulièrement dans celui de la maladie d'Alzheimer. Le MMS permet l'évaluation des capacités cognitives suivantes : l'orientation temporo-spatiale, l'encodage et le rappel différé d'informations verbales, le calcul et l'attention, le langage et les praxies visuo-constructives.

Nous avons utilisé la version consensuelle du GRECO (Groupe de Réflexion sur les Evaluations Cognitives) créée en 1998 et ayant fait l'objet d'un étalonnage en 2003 (Kalafat, Hugonot-Diener & Poitrenaud, 2003).

Le score est noté sur 30 points. Dans notre étude, les patients doivent avoir un score supérieur ou égal à 26, ceci afin d'éviter toute détérioration cognitive évocatrice d'une pathologie neurodégénérative.

Nous excluons les antécédents neurologiques. Notons que la sclérose en plaques détériore l'écoute dichotique.

I.2. Recueil de l'échantillon

Cette étude a été mise en place auprès de patients recrutés grâce à l'aide des praticiens ORL de St Brieuc, du CHU de Poitiers et des audioprothésistes de Guingamp, Morlaix, Poitiers, Angers et Tiercé¹.

Lors du recrutement des patients, nous disposions, dans un premier temps, des courbes d'audiométrie et d'informations globales sur la déficience auditive des patients. Puis, nous nous sommes entretenus par téléphone avec ces patients pour vérifier qu'ils répondaient à tous nos critères. Nous avons convenu du rendez-vous pour le bilan. Lors des entretiens téléphoniques, nous avons écarté 8 sujets pour les motifs suivants : port non régulier des appareils (6 sujets), appareillage monaural (1 sujet), absence de gêne de la compréhension en milieu bruyant depuis l'appareillage (1 sujet). Après les passations, nous avons exclu un patient qui présentait un MMS égal à 20.

¹ Tiercé : commune du Maine et Loire

Nous considérerons comme témoins dans cette étude les sujets ayant fait l'objet de l'étalonnage pour les différents tests utilisés.

I.3. Présentation de l'échantillon

A) **Description générale** (Annexe 4)

Notre échantillon comprend 6 hommes et 11 femmes.

L'âge moyen des sujets est de 70 ans (écart type (ET) : 7 ans). Le plus jeune a 53 ans et le plus âgé a 81 ans. Seuls deux patients ont plus de 75 ans.

Un seul patient a une activité professionnelle à ce jour. Un est en incapacité de travail et 15 sont retraités, ce qui est cohérent au regard de leur âge.

Si l'on se base sur les niveaux socioculturels (NSC) définis pour la cotation de la double tâche de Baddeley, les NSC sont bien distribués.

Nombre d'années d'études	Nb de patients
≤ au certificat études primaires	6
> à certificat d'études primaires mais moins que le BAC	5
≥ BAC	6

Tableau 4 : Répartition de l'échantillon d'étude selon le NSC

Tous les patients ont un MMS supérieur ou égal à 26. Nos sujets ne souffrent donc pas d'une détérioration cognitive.

B) **Type de surdité** (Annexes 6 et 7)

Toutes les courbes tonales sont évocatrices de presbyacousie avec une perte marquée sur les fréquences aiguës.

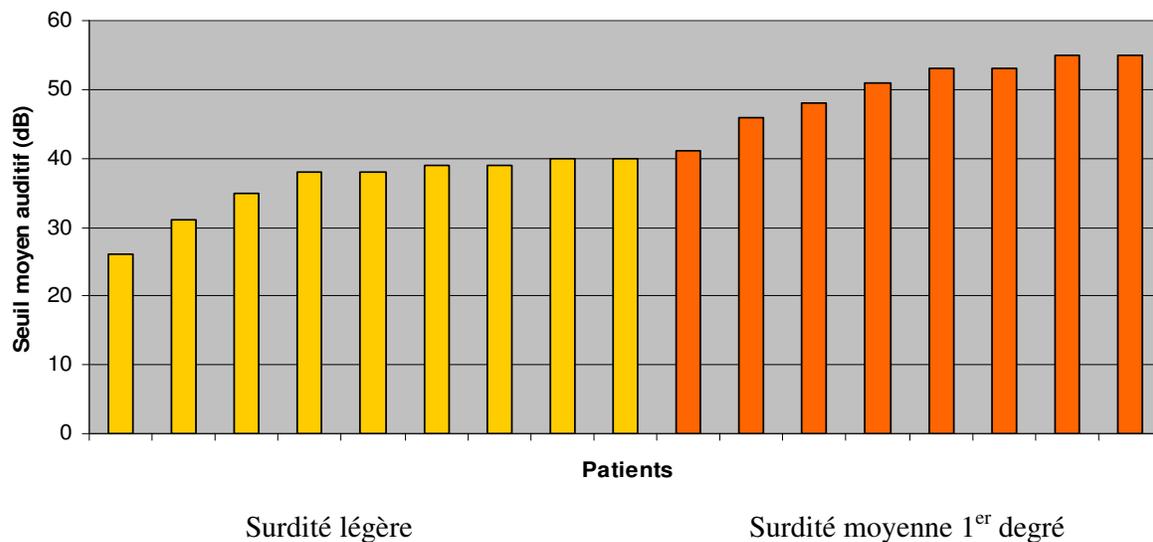
Les seuils auditifs moyens, d'après le calcul du BIAP, varient entre 26 dB et 55 dB avec une moyenne de 43 dB (ET = 9 dB) ce qui correspond bien à des surdités légères ou moyennes.

L'écart moyen de perte entre les deux oreilles est de 3 dB. La perte est effectivement symétrique, ce qui est attendu dans le cadre de la presbyacousie.

La moyenne du seuil d'intelligibilité sur la meilleure oreille est de 32 dB HL (ET = 15).

Cinq patients présentent une discordance T/V légère et 2 une discordance T/V avérée.

Notons que 11 patients souffrent d'acouphènes et 10 ont appris à vivre avec. Tous déclarent que la gêne liée aux acouphènes est moindre depuis l'appareillage.

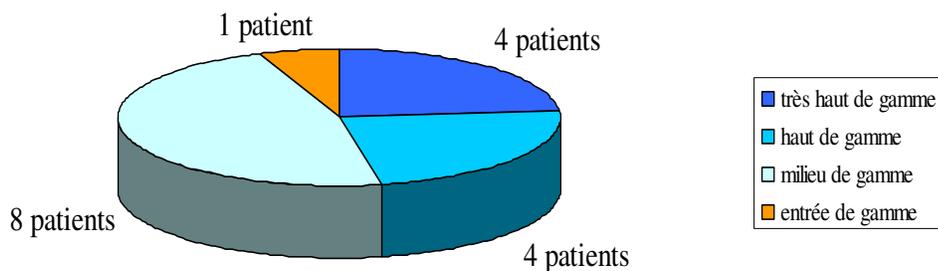


Graphique 2 : Seuil moyen auditif des patients de l'échantillon d'étude

C) Appareillage (annexe 5)

L'âge moyen du premier appareillage est 66 ans avec un ET égal à 8 ans. En moyenne, les sujets sont appareillés depuis 4 ans. Certains le sont seulement depuis 6 mois, et un depuis 15 ans. En moyenne, ils estiment que leur surdité a débuté depuis plus de 10 ans. Six ans en moyenne se sont écoulés entre le début de leurs symptômes et le début de leur appareillage.

Le niveau technologique des appareils auditifs est pour la majorité des patients du matériel a minima de milieu de gamme.



Graphique 3 : Niveau technologique des appareils auditifs de l'échantillon d'étude

Tous sont appareillés en binaural et portent leurs prothèses tous les jours, du matin au soir.

II. Protocole

A) Conditions générales de passation

➤ Procédure de passation des tests

Les passations ont eu lieu entre novembre 2012 et avril 2013 auprès de 17 patients. L'étudiante en orthophonie a évalué 14 patients. Trois autres patients ont été évalués, selon le même protocole, par une orthophoniste diplômée. Les évaluations se sont déroulées dans une pièce calme au domicile de neuf patients, au CHU de Poitiers pour trois patients, au sein d'un cabinet d'orthophonie pour un patient et dans une cabine d'audioprothèse pour quatre patients.

En premier lieu, nous avons toujours expliqué l'objectif de notre recherche et obtenu le consentement éclairé du sujet.

Nous avons veillé à adopter une intensité vocale suffisante surtout pour l'explication des consignes des épreuves du BAC car le patient doit ôter ses appareils.

Les épreuves se sont déroulées en une fois pour 14 patients. Elles ont duré environ deux heures. Pour 3 patients, les passations ont pu se faire en deux fois.

➤ Livret de passation

Nous avons réalisé un livret qui intègre :

- les données du patient comprenant les antécédents, l'histoire de la surdité, les audiométries tonale et vocale, les caractéristiques de l'appareillage ;
- les consignes de passation où sont référencés les détails de chaque épreuve, les consignes, les variables mises en jeu et la cotation (Annexe 3).

➤ Compte-rendu post évaluation

Après le dépouillement des résultats, nous avons adressé à chaque patient un compte rendu de l'évaluation.

B) Description des épreuves

➤ APHAB

Objectifs

Nous nous focalisons sur des sujets qui se plaignent, en dépit de leur appareillage, de ne pas bien comprendre dans le bruit. Nous nous basons sur leur déclaration. Mais afin de quantifier cette plainte, nous utilisons le questionnaire APHAB (Abreviated Profile of Hearing Aid Benefit). Ce test d'autoévaluation a été conçu pour évaluer le degré de satisfaction par le patient de son appareillage auditif.

Description du matériel

Elaboré par les professeurs Cox et Gilmore en 1990, l'APHAB a été réaménagé par Cox et Alexander en 1995. Il est constitué de questions précises selon le contexte de vie quotidienne du patient. Le malentendant doit se souvenir de ce qu'il ressentait avant d'être appareillé et dire ce qu'il ressent suite à son appareillage.

L'APHAB (annexes 1 et 2) comprend 24 affirmations, réparties dans 4 catégories de façon aléatoire. Chacune des affirmations ne concerne qu'une seule catégorie. Le bénéfice de l'aide auditive est en effet apprécié selon ces 4 axes :

- **FC : facilité de communication** : effort pour communiquer dans des conditions relativement favorables ;
- **BA : bruit ambiant** : communication dans des milieux comportant un niveau élevé de bruit ;
- **RV : réverbération** : communication dans des salles réverbérantes ;
- **SI : sons indésirables** : aspect déplaisant ou gênant de sons environnants.

Chaque point de l'APHAB est une affirmation du genre « J'arrive à communiquer avec les autres dans une foule ». Le patient doit décider à quelle fréquence elle se vérifie en choisissant l'une des sept réponses possibles. Un pourcentage est associé au mot descriptif de chaque réponse, afin d'aider le sujet à l'interpréter.

Echelle de réponses de l'APHAB

A	Toujours = 99 %	B	Presque toujours = 87 %	C	En général = 75 %
D	La moitié du temps = 50 %	E	Parfois = 25 %	F	Rarement = 12 %
G	Jamais = 1 %				

Déroulement

Il est très important de demander aux sujets de lire attentivement chaque énoncé car selon les cas, la réponse « toujours » par exemple, peut signifier beaucoup de problèmes ou au contraire pas ou peu de problèmes. Ceci est source de confusion. Nous avons souvent préféré lire les questions avec le patient et nous l'avons aidé si nous remarquons une anomalie dans les réponses.

Cotation

Le CHU de Poitiers dispose du logiciel permettant le calcul automatique des scores. Ce logiciel permet de définir, sur chaque axe, un score avant et après appareillage, d'en déduire ainsi le bénéfice apporté par l'appareillage et de calculer un score global sur la totalité des axes. Les différents scores sont exprimés en pourcentage. Le pourcentage s'interprète selon l'échelle de réponses prédéfinie : la gêne est donc d'autant plus élevée que le pourcentage est haut. Nous nous focaliserons avant tout sur le score après appareillage pour l'axe BA. Nous nommerons ce score « BA app. ».

➤ BAC

Nous avons déjà détaillé quelques caractéristiques du BAC dans le paragraphe « état de l'art ». Nous nous attacherons plus ici à la description des épreuves.

Toutes les informations sur le BAC sont extraites des diverses publications de J.P. et L. Demanez, médecins ORL à l'origine de ce test, des échanges avec le CHU de Liège et des consignes intégrées dans la batterie. Notons que le BAC est vendu avec un DVD dans lequel le Professeur Demanez explique les consignes de passation et la cotation des 4 sub-tests.

Rappelons tout d'abord le cahier des charges qui a présidé à l'élaboration du BAC :

- une batterie de tests applicables en pratique clinique courante ;

- une durée de déroulement raisonnable car la capacité de concentration est plus labile aux âges extrêmes de la vie. En effet, le bilan devait être applicable de 5 à 80 ans ;
- une synchronisation droite/gauche de l'émission des sons lors des tests d'écoute dichotique parfaitement simultanée à la milliseconde près pour le début comme pour la fin de chaque paire de mots. Ce n'était pas toujours le cas dans l'établissement des listes précédentes. Les techniques informatiques l'ont rendue possible.

Description des différentes épreuves

Test d'intégration phonétique : Lafon 30.

Il a été modifié en supprimant les mots qui étaient toujours reconnus et les mots qui n'étaient jamais reconnus. Il en est resté deux listes de trente mots chacune présentées par série de dix mots, alternativement avec bruit (AB) et sans bruit (SB).

Le rapport signal sur bruit de ce test est de 0 dB.

On ne tient compte que du phonème cible indiqué au préalable et non pas de la globalité du mot évoqué.

On obtient donc un score sur 30 des mots bien répétés en l'absence de bruit et un score sur 30 des mots présentés en présence de bruit, et ce pour chacune des deux listes. Les scores ainsi obtenus sont comparés à des tables établies pour chaque tranche d'âge qui permettent d'avoir une idée précise de l'aptitude de reconnaissance dans le bruit en fonction de l'âge et en comparaison des mots répétés en l'absence de bruit.

On étudie, grâce à ce test, le tronc cérébral et le cortex auditif.

Le test d'écoute dichotique

Pour les tests d'écoute dichotique, on utilise des listes de dix paires d'items différents dans l'oreille droite et dans l'oreille gauche. On demande au patient, soit de répéter les mots entendus dans une oreille (Oreille Désignée ce qui permet d'étudier la séparation dichotique), soit de répéter tous les mots entendus dans les deux oreilles (Oreille Non Désignée ce qui permet d'étudier l'intégration dichotique).

L'émission des mots doit absolument être simultanée et de même durée.

Les mots doivent être délivrés à un niveau de sonie équivalent, l'audition devant être sensiblement symétrique (le différentiel doit être inférieur à 5 dB). Il est impossible d'obtenir des renseignements cliniques utilisables lorsque le différentiel est supérieur à 10 dB.

Ce test est le seul test d'audiométrie vocale indicateur de latéralisation au niveau central.

La réalisation du test peut être faite avec cinq listes de dix paires d'items (2 listes de 2x10 substantifs, 2x10 triples chiffres, 2x10 doubles chiffres, 2x10 adjectifs) présentés en oreille désignée ou non désignée. Cette version courte utilise ainsi 50 items, l'épreuve complète en utilise 100. C'est cette version courte que nous avons utilisée.

Deux indices peuvent être déterminés suite à ce test :

- **l'Aptitude Dichotique (AD)** qui indique le nombre de réponses complètes (droite + gauche) en pourcentage ;
- **la Prévalence d'Oreille (PO)** qui est basée sur le rapport suivant :

$$P.O. (\%) = (Dr. \text{ excl.} - G. \text{ excl.}) / (Dr. \text{ excl.} + G. \text{ excl.}) \times 100$$

où Dr. excl. et G. excl. représentent respectivement les réponses droites et gauches exclusives (répétition exclusive de l'item présenté à droite ou à gauche).

Le degré de signification est précisé par l'application du test statistique de Mc Nemar.

$$t = (Dr. \text{ excl.} - G. \text{ excl.}) / \text{racine carrée } (Dr. \text{ excl.} + G. \text{ excl.})$$

Il répond à une distribution normale (significatif à 0,05 s'il est supérieur ou égal à 1,96).

Pour évaluer la prévalence d'oreille, ce sont donc bien seulement les réponses exclusives droites et gauches qui doivent être prises en considération. En effet, ni les réponses complètes (droite et gauche) ni l'absence de réponse (ni droite ni gauche) ne contribuent à déterminer une éventuelle prévalence et elles peuvent même en fausser l'évaluation.

De la même manière que pour les tests de Lafon, ces tests seront interprétés en fonction de valeurs normatives établies pour chaque tranche d'âge.

Les tests de configuration

Les patients doivent reconnaître et reproduire verbalement des séquences de trois stimuli acoustiques variables :

- soit en **fréquence** (Pitch Pattern : PP)
- soit en **durée** (Duration Pattern : DP)

Ils explorent particulièrement le cortex temporal droit ; mais le patient devant émettre une réponse verbale, il utilisera son hémisphère gauche grâce à un transfert par le corps calleux.

Les sons employés pour les tests de configuration en hauteur peuvent être un son aigu ou un son grave et se présenter sous la forme de séquences : Aigu-Aigu-Grave ou encore : Grave-Aigu-Grave etc...

Pour les tests en durée, le déroulement du test est comparable. Les stimuli sont cette fois des sons longs ou des sons courts, et les séquences peuvent être par exemple : Long-Court-Court ou encore : Court-Long-Long etc...

Ces épreuves permettent de tester les structures corticales et le transfert interhémisphérique par le corps calleux.

Le test de démasquage ou MLD

Si un son et un bruit n'arrivent pas en phase dans les deux oreilles, les processus auditifs centraux permettent l'utilisation de ce déphasage pour améliorer le rapport signal sur bruit et ainsi rendre audible le son malgré le bruit de fond. Cette capacité à utiliser le déphasage interauriculaire pour améliorer l'audition dans le bruit peut être étudiée en clinique par le test de démasquage ou MLD (Masking Level Difference Test).

Lorsque, dans une épreuve binaurale d'audiométrie vocale dans le bruit, on introduit un déphasage de 180° entre les signaux verbaux présentés par les écouteurs droit et gauche, on réduit de quelques dB l'effet masquant du bruit. Pour obtenir cet effet de démasquage, l'intégrité des structures nerveuses situées dans le complexe olivaire supérieur du bulbe est indispensable.

Nous faisons écouter successivement au patient deux supports audio. Ces deux pistes offrent un bruit blanc stable de 70 dB sur lequel se présentent 7 listes de 10 mots dissyllabiques (liste de Boorsma-Saussus) émises à des intensités dégressives de 70 à 40 dB par pas de - 5 dB. Sur une première piste, bruits (Noise = N) et mots (Signal = S) arrivent en phase dans les écouteurs droit et gauche (N0S0). Sur la seconde piste, le bruit est toujours présenté en phase mais les mots arrivent en opposition de phase (N0 S π). Les scores entre les deux conditions sont soustraits, permettant de mesurer le gain amené par le déphasage :

$$\text{MLD} = (\text{Total N0 S}\pi - \text{Total N0S0}) / 2$$

Ce gain doit être supérieur à 2 ou 3 dB selon l'âge du sujet.

Ce test étudie donc les structures inférieures du tronc cérébral.

Déroulement

Nous avons demandé aux patients de retirer leurs appareils. Puis nous avons délivré les épreuves au casque en nous assurant du bon positionnement de ce dernier.

Dans un premier temps, il est nécessaire d'ajuster le niveau d'intensité sonore en fonction de la sévérité de la surdité. Selon Demanez, si la perte auditive est comprise entre 0 et 35 dB, les tests doivent être délivrés à 70 dB. Si la perte se situe entre 35 et 55 dB, les tests sont délivrés à 80 dB. Pour une perte entre 55 et 75 dB, les tests sont délivrés à 90 dB. Au dessus de 75 dB de perte globale, les perturbations dues aux distorsions et à la perte auditive permettent difficilement une interprétation significative.

Au niveau des intensités, nous n'avons jamais administré les épreuves à plus de 80 dB. En effet, un niveau de sonie supérieur aurait été insupportable. Rappelons que nous avons recruté des patients qui présentaient au plus une surdité moyenne du premier degré.

Cotation

Pour le BAC, les études de normalisation ont été réalisées chez 668 sujets âgés entre 5 et 80 ans. Elles ont montré une distribution gaussienne des scores et une bonne qualité discriminante pour le test de Lafon, le test dichotique et de démasquage. Le test des configurations tel que proposé révèle un effet plafond. Ces mêmes études démontrent clairement pour chacune des quatre épreuves un effet de maturation et d'involution. Les coefficients de corrélation de Bravais-Pearson calculés entre épreuves prises deux à deux

restent faibles. Pour l'évaluation des processus auditifs centraux, ceci plaide en faveur de l'utilisation d'épreuves distinctes et complémentaires.

➤ **Double tâche de Baddeley (version révisée)**

Objectifs

La division de l'attention et le processus de coordination sont étudiés par des épreuves de doubles tâches. Ces épreuves nécessitant la réalisation simultanée de deux activités, les performances sont moindres comparées à la réalisation des deux actions séparément. Baddeley et al. (1991) proposent deux tâches entretenant peu d'interférences (poursuite visuelle et répétition d'une série de chiffres). Le niveau de chaque tâche est adapté aux performances individuelles du sujet, évalué préalablement en tâche simple.

Ce test évalue donc les capacités de coordination de deux tâches simultanées qui font intervenir l'administrateur central de la mémoire de travail.

Description du matériel

Pour ce test, nous avons utilisé la version de 2001. Intégrée dans batterie du GREFEX, la version présentée ici est la version révisée par Dujardin et al. (communication personnelle) de l'épreuve proposée par Baddeley (Meulemans, 2008).

La passation de cette épreuve nécessite un chronomètre, une feuille « digit span A » listant des séries de chiffres de taille croissante, une feuille « digit span B » listant d'autres séries de chiffres de taille croissante, une feuille d'entraînement, des feuilles de parcours et un crayon.

Déroulement

La première tâche consiste à **évaluer le niveau d'empan** du sujet. L'examineur présente oralement des séries de chiffres, que le sujet doit restituer à l'endroit, en respectant l'ordre. L'examineur présente donc d'abord des séries de trois chiffres, puis il augmente progressivement le nombre de chiffres. Il administre systématiquement les trois séries d'une même taille. L'épreuve s'arrête dès qu'il y a échec à l'une des séries d'une taille donnée. L'empan est donc la taille de la dernière série pour laquelle il y a eu trois réussites consécutives.

La seconde épreuve est **une tâche d'empan, en condition de tâche simple**. L'examineur administre les séries de chiffres de la feuille « digit span A » en respectant le

niveau d'empan du sujet. Celui-ci doit répéter les chiffres à l'endroit, en respectant l'ordre. La tâche dure deux minutes.

La troisième épreuve est **une tâche motrice, en condition de tâche simple**. Le patient doit faire une croix dans chacune des cases de la feuille, en suivant le trajet et en étant le plus rapide possible. Il faut s'assurer que le patient fasse réellement une croix et non un simple trait. Pour cela, l'examineur présente, en premier lieu, une feuille d'entraînement. En second lieu, il présente les deux feuilles de parcours. Le patient exécute alors cette tâche motrice pendant deux minutes.

La dernière épreuve est **une situation de double tâche**. Le sujet doit réaliser les deux tâches précédentes en même temps. Il doit faire une croix dans chacune des cases de la feuille, en suivant le trajet et en étant le plus rapide possible, tout en restituant les séries de chiffres lues par l'examineur sur la feuille « digit span B ». Les séries correspondent toujours au niveau d'empan du sujet. La tâche dure 2 minutes.

Cotation

Tâche d'empan : l'examineur note la proportion de séquences correctement répétées ;

Tâche motrice : l'examineur note le nombre de cases cochées en 2 minutes ;

Double tâche : l'examineur note la proportion de séquences correctement répétées et le nombre de cases cochées en 2 minutes.

On appelle :

A : la proportion de séries correctement rappelées en condition simple ;

B : la proportion de séries correctement rappelées en condition double ;

C : le nombre de cases cochées en condition simple ;

D : le nombre de cases cochées en condition double.

A partir de ces scores,
l'examineur peut calculer
le résultat total appelé μ .

$$\mu = \left[1 - \frac{(A-B) + \frac{(C-D)}{C}}{2} \right] \times 100$$

Nous comparons les scores des patients aux scores seuils étalonnés dans la batterie GREFEX. L'âge et le NSC sont pris en compte. Ce sont les scores inférieurs ou égaux aux scores seuils qui seront considérés comme pathologiques.

➤ PASAT

Objectifs

Le PASAT (Paced Auditory Serial Addition Test) est présenté comme un test évaluant l'attention soutenue mais également la mémoire de travail. En effet, il fait appel aux capacités de maintien, de mise à jour et de traitement d'informations en mémoire de travail. Les capacités de flexibilité et par conséquent d'inhibition sont également sollicitées. Notons qu'il fait appel à la modalité auditive, ce qui nous intéresse particulièrement au regard de notre sujet d'étude. Le PASAT permet donc de rendre compte de l'intégrité ou non du fonctionnement exécutif et notamment attentionnel. En cas de faible score au PASAT, la rééducation pourrait intégrer un travail spécifique visant la remobilisation de l'attention.

Description du matériel

Nous avons utilisé une version modifiée du PASAT publiée en 2004 par Naegele et Mazza. Le PASAT a été initialement élaboré par Gronwall et Sampson en 1974 et validé par Stuss et al. en 1988 (Naegele & Mazza, 2004). Cette version possède deux différences avec les versions existantes : d'une part, la vitesse d'apparition des chiffres est plus lente ; et d'autre part, les chiffres utilisés sont plus petits (en conséquence, la somme maximale ne peut excéder 15).

Déroulement

Des chiffres pré enregistrés sur un support audiophonique sont présentés à un rythme constant. Il s'agit d'additionner ces chiffres deux à deux, de donner sa réponse à haute voix pendant l'intervalle de temps séparant l'émission des deux chiffres. La consigne est d'additionner le premier chiffre entendu au second, avant l'audition du troisième qu'il devra additionner au second et ainsi de suite. La somme la plus importante obtenue par addition est de 15. Une phase de familiarisation comportant 10 essais est répétée jusqu'à ce que le sujet atteigne un niveau minimal de 50 % de réponses. L'épreuve comporte 61 nombres donnant lieu à 60 additions. On mesure le pourcentage de bonnes réponses. La durée de passation est d'environ 5 minutes. Nous nous sommes toujours assurés au préalable que le patient

comprenait bien les chiffres entendus. Il s'agit d'un test relativement rapide, dont la durée (explications comprises) est d'environ 7 minutes.

Cotation

Chaque résultat correct donne un point. La note maximale est de 60. Plusieurs types d'erreurs sont différenciés : les erreurs d'inhibition, les erreurs de calcul, les non-réponses ainsi que les réponses hors délai. Le nombre de réponses correctes constitue la note au test. Cette note est ensuite comparée aux données normatives afin d'obtenir un écart à la norme (percentiles). En effet, ce test a été normalisé auprès de 337 personnes saines âgées de 20 à 85 ans. Sa passation chez des patients ayant des pathologies cognitives d'étiologies diverses a montré une sensibilité satisfaisante. L'âge et le NSC sont pris en compte pour la cotation. Notons que les bases de qualification du NSC varient par rapport à celles définies pour la double tâche de Baddeley.

Le score pris en compte est exprimé en percentile. Ainsi, une performance correspondant au percentile 25 signifie que seulement 25% de la population de référence ont obtenu un score plus faible que celui obtenu par l'individu et que 75% ont présenté un score plus élevé.

C) Matériel

Nous avons utilisé un ordinateur portable pour toutes les épreuves auditives. Des enceintes branchées sur l'ordinateur permettent d'obtenir les intensités requises pour le BAC. Un casque stéréo de bonne qualité (Sennheiser HD 201) est connecté à une enceinte pour les épreuves du BAC. Nous avons fait une marque sur l'oreillette droite du casque. Cela nous permettait de nous assurer du bon positionnement du casque sur la tête du patient avant la passation.

Les deux examinateurs ont étalonné au préalable leur matériel chez un audioprothésiste. Ils ont mesuré les différentes intensités délivrées au niveau du casque et les ont repérées sur leur matériel respectif.

Il est également important que le patient et l'examineur puissent écouter simultanément les bandes sonores lorsqu'elles sont délivrées au casque. Un évaluateur écoutait simultanément en branchant sur son ordinateur une deuxième paire d'écouteurs. L'autre évaluateur a installé le logiciel Audacity sur son ordinateur. Il pouvait ainsi suivre,

arrêter et reprendre si nécessaire la passation à l'item voulu. Notons que pour pouvoir lire ces fichiers sur Audacity, nous avons dû convertir les bandes sonores du BAC en fichier WAV.

Nous avons également bien identifié toutes les bandes afin de les retrouver très facilement lors de la passation.

D) Dépouillement des résultats

➤ Type de surdité

Nous avons analysé les courbes d'audiométrie. Nous nous sommes basés sur le calcul préconisé par le BIAP pour définir le niveau de surdité. Nous avons également vérifié que la perte était symétrique. Au niveau de l'audiométrie vocale, nous avons relevé le seuil d'intelligibilité, le maximum d'intelligibilité et le pourcentage de discrimination.

Nous avons comparé :

- le seuil d'intelligibilité vocale avec la moyenne des intensités des seuils tonaux liminaires pour les fréquences 500, 1000, 2000 Hz : valeur A
- le maximum d'intelligibilité avec le seuil tonal liminaire obtenu pour la fréquence 2000 Hz : valeur B

Nous avons ainsi déterminé le niveau de discordance T/V. Nous avons estimé que :

- la discordance T/V est avérée quand la valeur A est ≥ 7 et la valeur B ≥ 15
- la discordance T/V est légère quand on retrouvait un seul des critères.

En terme de notation, nous avons attribué la note 0 pour une absence de discordance T/V, 1 pour une discordance T/V légère et 2 pour une discordance T/V avérée.

➤ Appareillage

Nous avons demandé aux audioprothésistes de qualifier la gamme de l'appareil auditif. Nous avons vérifié l'âge au premier appareillage. Les patients nous ont indiqué l'âge auquel ils dataient le début de leur surdité. Nous avons ainsi tenté d'estimer la durée de leur privation auditive.

➤ Différentes épreuves

Nous présenterons notre démarche lors de la présentation des résultats des différents tests.

PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

I. Outils statistiques

Pour les épreuves dont la distribution de réponse est considérée classiquement comme normale, nous avons transformé les résultats bruts de chaque patient en valeur centrée réduite. C'est donc un score en écart type.

Dans les cas où la distribution des notes dans l'étalonnage s'éloigne d'une distribution gaussienne, nous nous sommes référés à une analyse percentile pour situer le sujet par rapport au groupe.

Pour les tests de conformité, nous avons utilisé, au regard du faible effectif, le test de Mann Whitney appelé aussi « test de Wilcoxon à un échantillon ». C'est un test non paramétrique que nous avons utilisé pour comparer notre échantillon à la population de référence du test utilisé.

Tout d'abord, nous posons l'hypothèse :

H0 : Notre échantillon et la population de référence ont la même distribution ;

H1 : Notre échantillon et la population de référence n'ont pas la même distribution.

Les résultats du test vont permettre de rejeter ou de confirmer cette hypothèse. On fixe ensuite le degré de significativité. Nous avons choisi un degré de 5% soit $p < 0,05$.

Nous avons également utilisé le test de Student pour vérifier si les résultats allaient dans le même sens.

Pour la détermination des corrélations, nous avons utilisé la corrélation des rangs de Spearman. C'est une mesure de corrélation non paramétrique qui sert à déterminer la relation qui existe entre deux séries de données. Ces tests non paramétriques permettent en effet de comparer la distribution de deux échantillons lorsque ces échantillons sont trop petits ou que les distributions ne sont pas normales pour être soumis à des tests paramétriques. L'indice de corrélation est appelé « Rho » que nous écrirons ρ_s . Pour chaque calcul, on obtient un score de corrélation ainsi qu'un seuil de significativité. Pour l'analyse, au regard de notre faible effectif, nous admettons les éléments suivants : une corrélation entre 0 et 0,60 est dite faible. Une corrélation proche de 0,60 est dite moyenne tandis qu'une corrélation supérieure à 0,80

est considérée comme forte. Plus p est proche de 0, plus les résultats obtenus sont significatifs, c'est-à-dire plus il est improbable que ces résultats soient dus au hasard. Une corrélation significative est établie à condition que p soit inférieur à 0,05.

Une fois les calculs effectués par le logiciel, il nous faut les analyser. Pour cela, nous devons procéder en deux étapes.

Dans un premier temps, nous effectuons un test d'hypothèse. Nous posons :

H_0 : il y a indépendance entre les résultats ;

H_1 : il y a corrélation entre les résultats.

Ensuite, le seuil de significativité est choisi : 0,05 ce qui signifie qu'il n'y a pas plus de 5 chances sur 100 que les résultats soient le fruit du hasard.

Si le seuil de significativité est inférieur à 0,05, alors l'hypothèse H_0 peut être rejetée et la corrélation est dite significative.

Lorsque p est supérieur à 0,05, l'hypothèse H_0 ne peut être rejetée. Il n'y a pas assez de preuves pour confirmer une présence de corrélation.

Pour rechercher des corrélations avec des variables qualitatives, nous avons réalisé une ANOVA (Analyse de Variance).

Pour réaliser ces statistiques, nous avons utilisé divers logiciels :

- Les différents scores du questionnaire APHAB ont pu être calculés, au CHU de Poitiers, grâce au logiciel spécifique mis au point par les concepteurs de l'APHAB.
- Le logiciel Microsoft Excel nous a permis dans un premier temps d'analyser les données obtenues. Nous avons construit des tableaux, des histogrammes et des camemberts afin de réaliser une première analyse des résultats.
- Nous avons utilisé XLSTAT pour les déterminations de corrélations des rangs de Spearman, les tests de conformité de Student et l'analyse ANOVA.
- Nous avons utilisé le logiciel R pour calculer les tests de conformité de Wilcoxon.

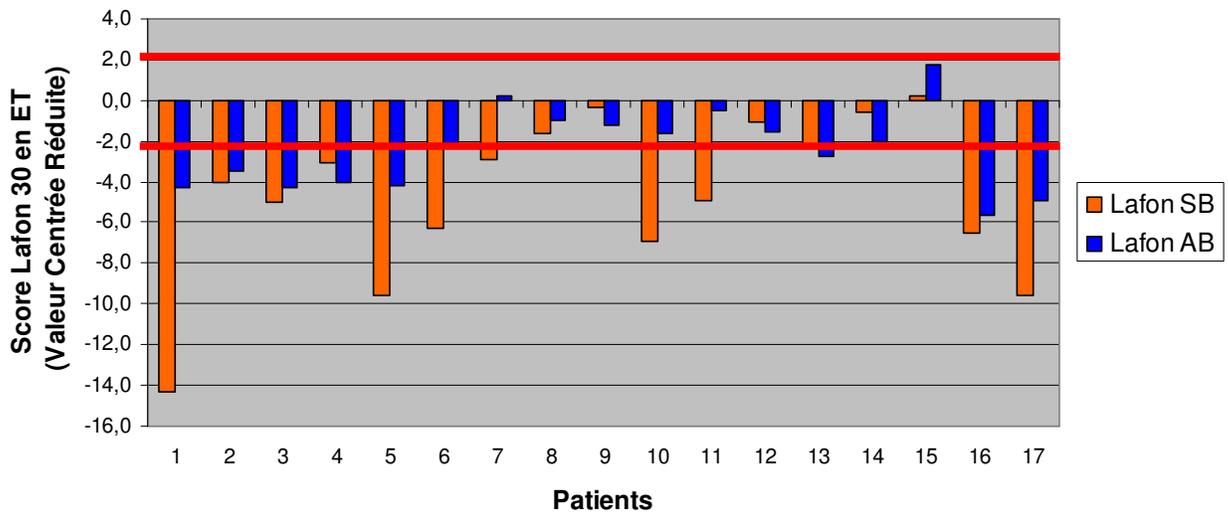
II. Présentation des résultats

II.1. Résultats des différentes épreuves

Pour chaque épreuve, nous proposerons un graphique mettant en perspective les principaux résultats. Puis nous présenterons les statistiques descriptives (scores, moyennes, écarts-types) et l'analyse statistique inférentielle. Tous les résultats détaillés sont présentés des annexes 8 à 13.

A) Evaluation des fonctions auditives centrales : résultats du BAC

➤ Le test d'intégration phonétique : Lafon 30



Graphique 4 : Résultats du BAC - tests du Lafon SB et AB

Le test Lafon 30 est un test étalonné. Les scores obtenus ont donc été comparés à des tables établies pour chaque tranche d'âge. Nous présentons les valeurs centrées réduites.

Pour le Lafon SB (Sans Bruit), la moyenne des valeurs centrées réduites est de -4,6 et l'ET de 3,9. La valeur minimale est -14,3 et la valeur maximale 0,2. Nous constatons que 12 patients présentent un score pathologique (< -2 ET). Seize patients présentent un score négatif. Ceci suggère que les patients présenteraient une aptitude de décodage phonétique

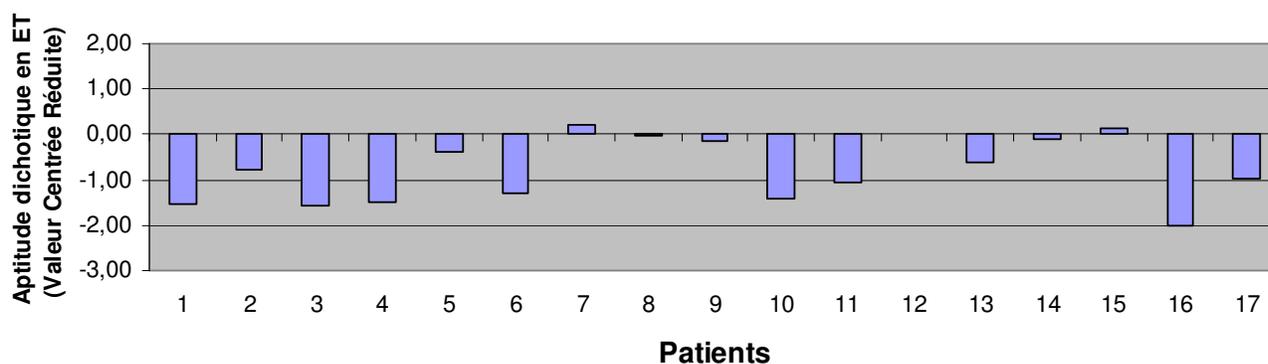
sélectivement réduite en l'absence de bruit. Le test de Wilcoxon confirme que la différence est significative par rapport aux témoins du même âge ($p = 0,00032$). Notons que ces résultats sont en accord avec le test de conformité de Student ($p = 0,0002$).

Pour le Lafon AB (Avec Bruit), la moyenne des valeurs centrées réduites est de - 2,4 et l'ET est égal à 2. La valeur minimale est - 5,6 et la valeur maximale 1,8. Nous constatons également que 9 patients présentent un score pathologique au test d'intégration auditive Lafon AB. Ceci suggère que les patients présenteraient une aptitude de décodage phonétique sélectivement réduite en présence de bruit. Le test de Wilcoxon confirme que la différence est significative par rapport aux témoins du même âge ($p = 0,0013$). Ici encore, ces résultats sont en accord avec le test de conformité de Student ($p = 0,0001$).

Les patients présenteraient donc une aptitude de décodage phonétique sélectivement réduite.

➤ Le test d'écoute dichotique

Aptitude dichotique



Graphique 5 : Résultats du BAC - Aptitude dichotique

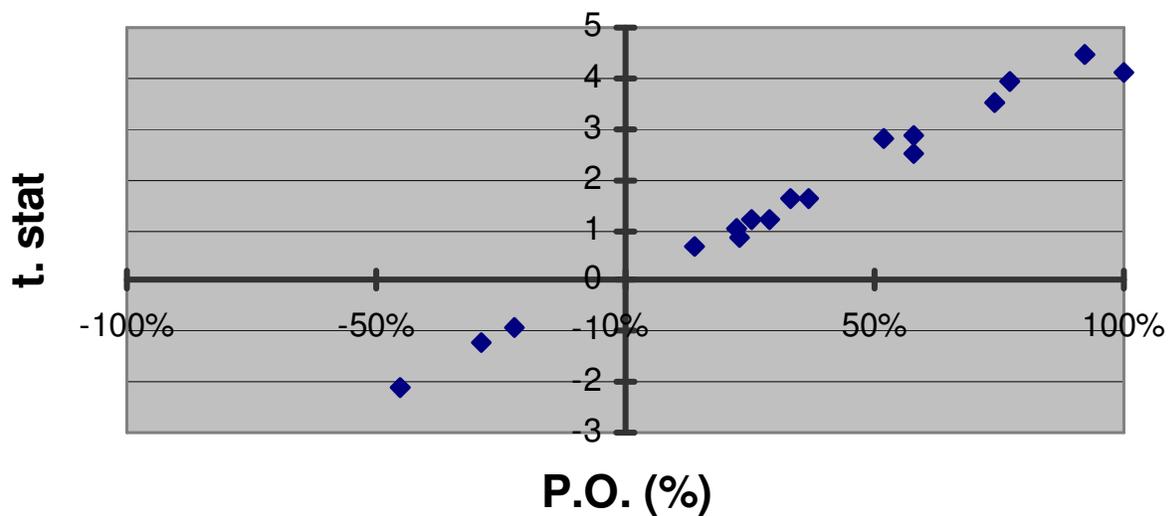
Le test d'aptitude dichotique est un test étalonné. Les scores obtenus ont donc été comparés à des tables établies pour chaque tranche d'âge. Nous présentons les valeurs centrées réduites.

La moyenne des Valeurs Centrées Réduites est de - 0,8 et l'ET est égal à 0,7. La valeur minimale est - 2 et la valeur maximale 0,2. Aucun patient ne présente de score pathologique ($< - 2$ ET). Cependant, nous constatons que 11 patients présentent un score négatif.

Nous cherchons donc à déterminer s'il existe une différence significative par rapport aux témoins du même âge. Le test de Wilcoxon nous indique que c'est le cas ($p = 0,0021$). Notons que le test de Student ($p = 0,0004$) va dans ce sens.

L'aptitude dichotique des patients serait donc significativement réduite.

Prévalence d'oreille (PO)



Graphique 6 : Résultats du BAC - Prévalence d'Oreille

Nous présentons la PO en fonction de t.

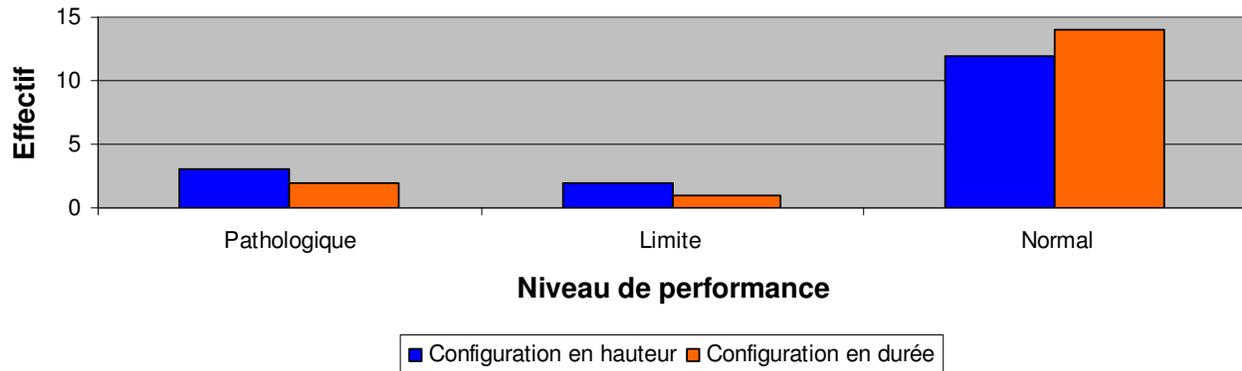
$$t = (\text{Dr. excl.} - \text{G. excl.}) / \text{racine carrée} (\text{Dr. excl.} + \text{G. Excl.})$$

En effet, le degré de signification est précisé par l'application du test statistique de Mc Nemar. Il répond à une distribution normale (significatif à 0,05 s'il est supérieur ou égal à 1,96).

Puisque seules les valeurs correspondant à $t > 1,96$ sont interprétables, nous avons donc des données interprétables pour 7 patients. Tous ces 7 patients ont des scores conformes.

Nous ne mettons pas en évidence de dysfonctionnement au niveau de la prévalence d'oreille.

➤ Les tests des configurations



Graphique 7 : Résultats du BAC - Configurations en hauteur et en durée

Au regard de la distribution des résultats dans la population étalonnée, nous nous sommes référés aux percentiles. Nous avons ainsi défini 3 niveaux de performance.

Pour les configurations en hauteur, 3 patients ont des niveaux de performance très chutés et deux sont limite. La moyenne de notre échantillon est 13,5 (ET = 7,4) alors que pour la population témoin, la moyenne est de 9,8 (ET = 2,7).

Pour les configurations en durée, 2 patients ont des niveaux de performance très chutés et 1 est limite. La moyenne est de 14,65 (ET = 5,7) alors que pour la population témoin, la moyenne est 10,2 (ET = 2,6).

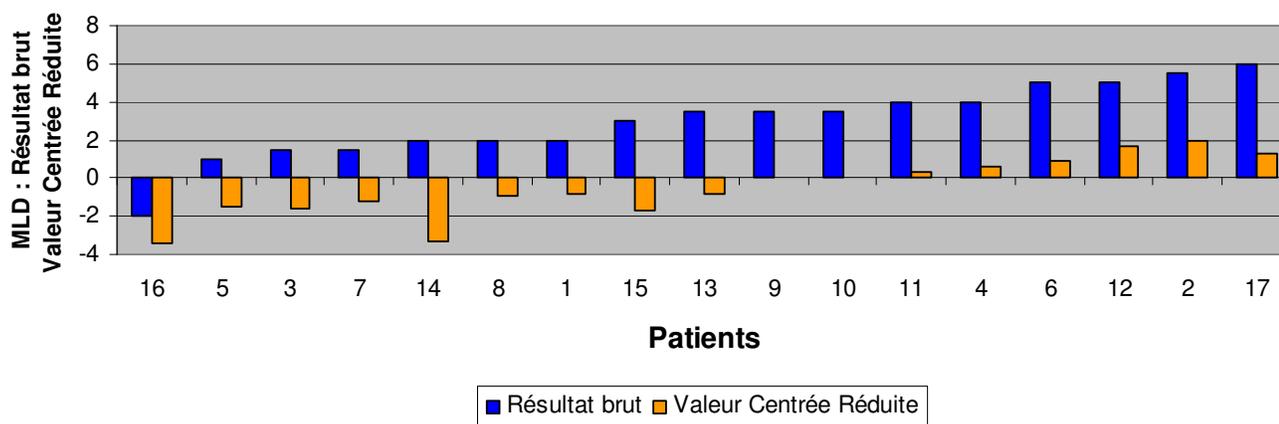
Deux patients n'ont pu reconnaître aucune configuration en hauteur. L'un d'entre eux a également eu un score nul pour les configurations en durée.

Nous avons pu noter que soit les résultats sont excellents, soit ils sont extrêmement dégradés.

Pour les hauteurs, le test de Wilcoxon à 2 échantillons ne met pas en évidence de différence significative par rapport à la population témoin ($p = 0,062$). Pour les durées, le test de Wilcoxon met en évidence une différence ($p = 0,018$).

Nos patients n'auraient pas de dysfonctionnement dans la reconnaissance des configurations en hauteur et auraient même des meilleurs résultats pour les configurations en durée.

➤ **Le test de démasquage (MLD)**



Graphique 8 : Résultats du BAC - Test du MLD (score brut et valeur centrée réduite)

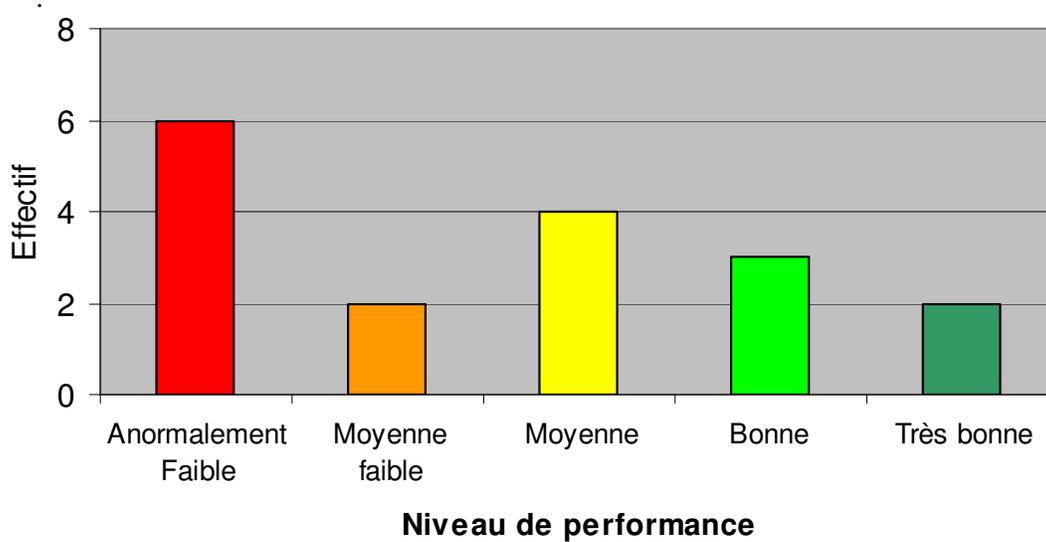
Nous avons calculé les valeurs centrées réduites que nous présentons ici. Mais nous interprétons également les résultats après avoir classé les patients en fonction du score brut. En effet, l'équipe de Demanez précise que le MLD doit être supérieur à 2 ou 3 selon l'âge du sujet.

Cinq patients présenteraient donc des difficultés d'intégration binaurale. Nous avons utilisé les modalités du test de Wilcoxon à 1 ou 2 échantillons ainsi que le test de Student. Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative par rapport à la population témoin.

Nos patients ne présenteraient pas de dysfonctionnement de l'intégration binaurale.

B) Evaluation de l'attention et de la mémoire de travail

➤ Le PASAT



Graphique 9 : Résultats du PASAT - Niveaux de performance

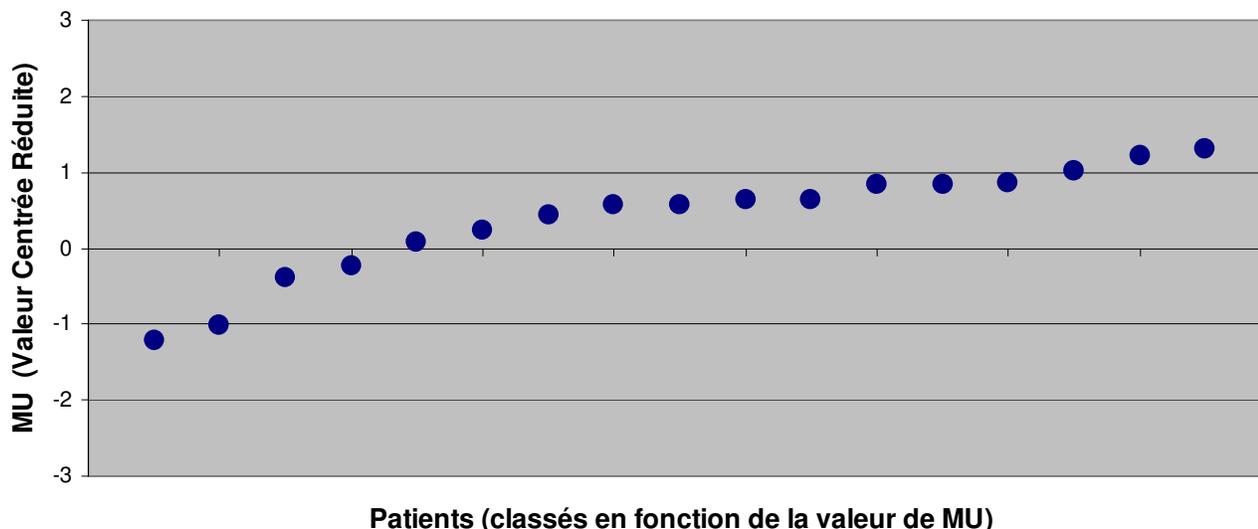
L'épreuve du PASAT est dite pathologique si le résultat obtenu est inférieur au 10^{ème} percentile pour un âge et un NSC donné (normes de Naegele et Mazza, 2003). Nous avons donc regroupé les patients en fonction de leur niveau de performance

Nous notons d'emblée que 8 patients présentent des scores bas dont 6 patients ont des scores anormalement faibles.

Parmi nos patients, nous identifions donc des sujets qui présentent des troubles de l'attention soutenue et/ou de la mémoire de travail

➤ La double tâche de Baddeley

Nous comparons les scores des patients aux scores seuils étalonnés dans la batterie GREFEX. L'âge et le NSC sont pris en compte. Ce sont les scores inférieurs ou égaux aux scores seuils qui seront considérés comme pathologiques. Nous présentons les valeurs centrées réduites.



Graphique 10 : Résultats de la double tâche de Baddeley

La moyenne des valeurs centrées réduites est de 0,4 avec un ET égal à 0,7. La valeur minimale est de -1,2 et la valeur maximale de 1,3. Le test de la double tâche de Baddeley ne montre pas de scores pathologiques (< -2 ET). Cette étude ne met pas en évidence d'altération de l'attention divisée. Le test de Wilcoxon tend à indiquer une différence significative par rapport aux témoins de la même tranche d'âge et de NSC équivalent (p -value = 0,05214). Notre échantillon aurait des meilleurs résultats. Notons que le test de Student nous invite à plus de prudence avec à $p = 0,0485$.

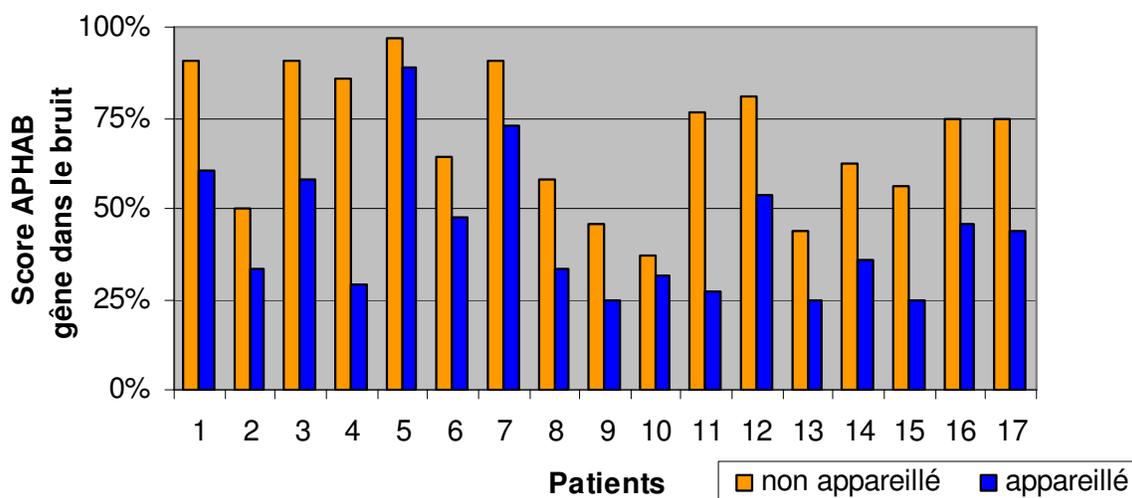
Les patients seraient plus performants pour le traitement de double tâche.

C) Quantification de l'apport de l'appareillage : réponses à l'APHAB

Les résultats présentés sont ceux issus du traitement du logiciel de traitement du questionnaire APHAB.

➤ Gêne dans le bruit

Nous nous sommes avant tout focalisés sur le score sur l'axe Bruit Ambiant, quand le patient est appareillé. Rappelons que nous désignons ce score : « BA app ».



Graphique 11 : Scores APHAB : Gêne dans le bruit (Axe Bruit Ambiant)

A	Toujours = 99 %	B	Presque toujours = 87 %	C	En général = 75 %
D	La moitié du temps = 50 %	E	Parfois = 25 %	F	Rarement = 12 %
G	Jamais = 1 %				

Echelle de réponses de l'APHAB

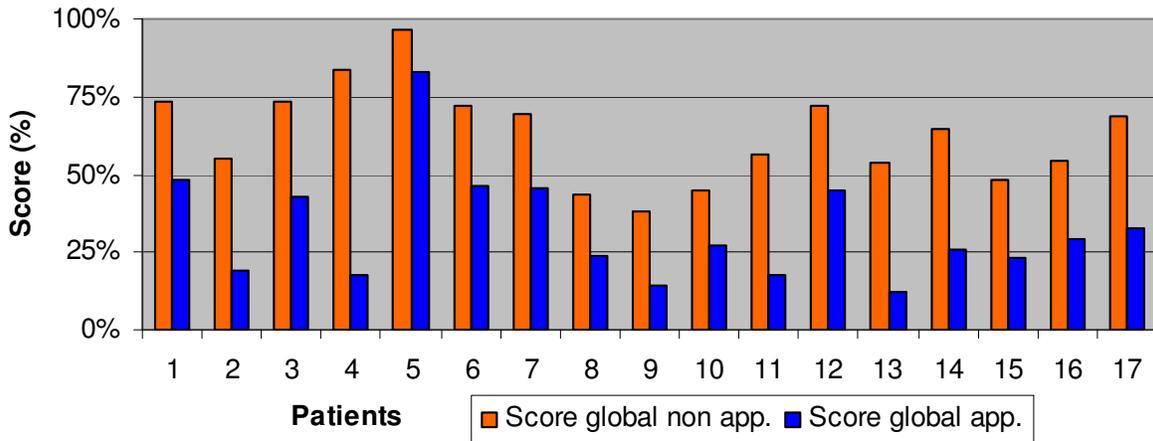
Tous les patients, avec ou sans appareillage ont un score au moins égal à 25 %, ce qui signifie qu'ils sont gênés a minima « parfois ».

Sans appareillage, la valeur minimale est de 37 % et la valeur maximale 97 %. La moyenne est 69 % (ET = 19 %).

Avec appareillage, la valeur minimale est de 25 % et la valeur maximale 89 %. La moyenne est 43 % (ET = 18 %).

L'appareillage apporte un bénéfice dans l'amélioration de la compréhension de la parole en milieu bruyant. Mais malgré cet appareillage, ces patients continuent à éprouver une certaine gêne dans le bruit. Ceci est en accord avec un de nos critères d'inclusion qui sélectionnait les patients gênés dans le bruit en dépit de leur appareillage.

➤ **Score global**



Graphique 12 : Scores APHAB : Score global

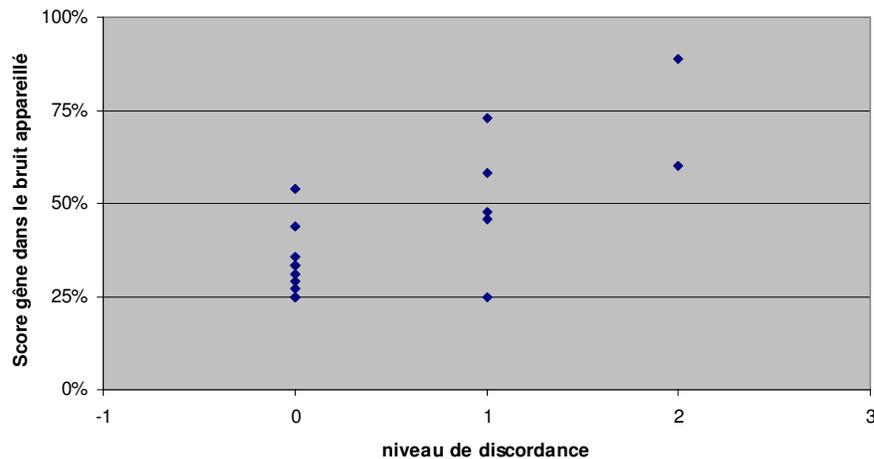
Nous présentons également le score global qui est une moyenne sur les 3 axes : Bruit Ambiant, Facilité de Communication et Réverbération.

Sans appareillage, la moyenne est de 62 % (ET = 15 %).

Avec l'appareillage, 9 patients se déclarent gênés a minima « parfois » sur la moyenne des 3 axes. Cinq patients sont gênés « la moitié du temps » et un patient « en général ».

II.2. Recherche de corrélations

A) Recherche d'une corrélation entre la discordance T/V et le niveau de gêne dans le bruit



Graphique 13 : Corrélation entre la discordance T/V et le niveau de gêne dans le bruit

Le test de corrélation des rangs de Spearman indique une corrélation significative ($\rho_s = 0,640$ avec $p = 0,007$).

Nous pouvons donc en déduire que le niveau de discordance T/V et le niveau de gêne dans le bruit (objectivé par le score BA app.) sont corrélés.

B) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit, une discordance T/V et une altération des fonctions auditives centrales

Avec le test de corrélation de Spearman, nous ne mettons pas en évidence de corrélation systématique entre le niveau de gêne dans le bruit mesuré par le score de l'APHAB sur l'axe Bruit Ambiant et les résultats des sub-tests du BAC.

Nous ne mettons pas non plus en évidence de corrélation systématique entre le niveau de discordance T/V et les résultats des sub-tests du BAC.

C) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit, une discordance T/V et une altération de l'attention et/ou de la mémoire de travail

Avec le test de corrélation de Spearman, nous ne mettons pas en évidence de corrélation systématique entre le niveau de gêne dans le bruit mesuré par le score de l'APHAB sur l'axe Bruit Ambiant et les résultats de la tâche de Baddeley.

Une corrélation systématique n'est également pas retrouvée entre le niveau de discordance T/V et les résultats de la double tâche de Baddeley.

L'ANOVA ne nous permet pas d'établir de corrélation systématique entre le niveau de gêne dans le bruit mesuré par le score de l'APHAB sur l'axe Bruit Ambiant, et les résultats du PASAT. Nous ne mettons pas non plus en évidence de corrélation entre la discordance T/V et les résultats du PASAT.

D) Recherche d'une corrélation entre les résultats du BAC, du PASAT et de la double tâche de Baddeley

Nous ne mettons pas en évidence de corrélation entre ces différents tests.

Nous objectivons des corrélations entre les sub-tests du BAC (Lafon SB, Lafon AB et Aptitude dichotique)

	Lafon SB	Lafon AB
Lafon AB	Rho = 0,691 (p = 0,003)	
Aptitude dichotique	Rho = 0,699 (p = 0,002)	Rho = 0,735 (p = 0,001)

E) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit, le niveau de surdité et la durée de privation auditive

Nous ne mettons pas en évidence de corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit - en dépit de l'appareillage- et le seuil moyen auditif.

Nous ne mettons pas en évidence de corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit- en dépit de l'appareillage - et la durée de privation auditive.

F) Recherche d'une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit et la qualité de l'appareil auditif

Avec l'analyse ANOVA, nous ne mettons pas en évidence de corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit - en dépit de l'appareillage - et la qualité de l'appareil auditif.

DISCUSSION

L'objectif premier de notre étude était de rechercher une altération des fonctions auditives centrales, de l'attention et/ou de la mémoire de travail chez des patients presbyacousiques encore gênés pour la compréhension de la parole en milieu bruyant en dépit de leur appareillage. Nous souhaitons ainsi valider l'intérêt d'un bilan orthophonique incluant l'évaluation de ces fonctions afin de mettre en place ensuite une rééducation ciblée. Nous souhaitons également définir des indices prédictifs, comme la discordance T/V, qui pourraient orienter vers la recherche de ce type de troubles.

Dans ce chapitre, nous retracerons les résultats en les confrontant avec les hypothèses formulées et avec les données de la littérature. Nous expliquerons, ensuite les limites de notre travail. Enfin, nous évoquerons les perspectives pour l'orthophonie.

I. Validation des hypothèses

I.1. Hypothèse 1

Nous pensons que les patients qui continuent à être gênés dans le bruit malgré leur appareillage sont plus susceptibles de présenter une discordance T/V. Nous conjecturons donc une corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit (BA app.) et le niveau de discordance T/V.

Nous avons mis en évidence cette corrélation.

I.2. Hypothèse 2

Quand les patients se plaignent de difficultés de compréhension de la parole en milieu bruyant, en dépit de leur appareillage, nous pensons que cela peut signer une altération des fonctions auditives centrales.

Sur le plan expérimental, nous nous attendions à trouver au sein de notre échantillon des scores pathologiques pour au moins un des sub-tests du BAC. Nous pensons également

mettre en évidence, chez le patient appareillé, une corrélation entre la gêne dans le bruit (BA app.) et l'altération d'au moins une des fonctions auditives centrales (épreuves du BAC).

Nos patients présentent une altération des fonctions auditives centrales objectivée par au moins un des sub-tests du BAC. Nous mettons en évidence une différence significative entre notre échantillon et la population témoin, aussi bien pour le décodage phonétique que pour l'aptitude dichotique. Notre hypothèse est donc confirmée.

En revanche, nous ne trouvons pas de corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit des patients appareillés et le degré de troubles des fonctions auditives centrales.

I.3. Hypothèse 3

Quand les patients se plaignent de difficultés de compréhension de la parole en milieu bruyant, en dépit de leur appareillage, nous pensons que cela peut signifier une altération de l'attention et/ou de la mémoire de travail.

Sur le plan expérimental, nous nous attendions à trouver au sein de notre échantillon des scores pathologiques pour la double tâche de Baddeley et/ou le PASAT. Nous pensons également trouver une corrélation entre la gêne dans le bruit, alors que le patient est appareillé, (BA app.) et l'altération de l'attention soutenue (PASAT) et/ou divisée (double tâche de Baddeley) et/ou de la mémoire de travail (PASAT).

Nous ne mettons pas en évidence de détérioration de la double tâche. A contrario, dans notre échantillon, cette fonction serait supérieure à la moyenne.

En revanche, dans le PASAT, nous mettons en évidence des troubles de l'attention soutenue et/ou de la mémoire de travail.

Notons cependant que nous ne retrouvons pas de corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit et la sévérité des troubles.

I.4. Hypothèse 4

Les tests du BAC mettent en jeu également des processus neurocognitifs spécifiques, comme par exemple la mémoire et l'attention. Nous conjecturons donc un lien entre l'altération des fonctions auditives centrales, l'altération de l'attention et l'altération de la mémoire de travail.

Sur le plan expérimental, nous nous attendions à trouver une corrélation partielle entre les résultats aux épreuves du BAC, du PASAT et de la double tâche de Baddeley.

Nous n'avons pas mis en évidence cette corrélation.

I.5. Hypothèse 5

Nous conjecturons que la discordance T/V peut être évocatrice de troubles de l'audition centrale.

Sur le plan expérimental, nous pensions trouver une corrélation entre le niveau de discordance T/V et la déviance à au moins une des épreuves du BAC.

Nous n'avons pas mis en évidence cette corrélation.

I.6. Hypothèse 6

Le niveau de gêne dans le bruit chez les patients appareillés est indépendant de la sévérité de la surdité.

Sur le plan expérimental, nous nous attendions à trouver une absence de corrélation entre les données de l'APHAB (BA app.) et le degré de surdité.

Les résultats de notre étude vont dans ce sens. Nous n'avons pas mis en évidence de corrélation entre ces deux facteurs. Rappelons que nos patients souffrent au plus d'une presbycusie moyenne du premier degré.

I.7. Hypothèse 7

Le niveau de gêne dans le bruit chez les patients appareillés est dépendant de la durée de privation auditive.

Nous n'avons pas mis en évidence de corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit et la durée de privation auditive. La durée de privation auditive est un critère très difficile à objectiver.

I.8. Hypothèse 8

Le niveau de gêne dans le bruit chez les patients appareillés est faiblement lié au niveau de technologie des appareils.

Sur le plan expérimental, nous nous attendions à trouver une faible corrélation entre les données de l'APHAB et la gamme des appareils.

Les résultats de notre étude vont dans ce sens. En effet, nous n'avons pas mis en évidence de corrélation entre le niveau de gêne dans le bruit et le niveau de technologie des appareils. Rappelons cependant que 16 patients sur 17 sont équipés a minima d'un appareil milieu de gamme.

II. Les limites et critiques de notre étude

II.1. Critique par rapport à l'état de l'art

Nous n'avons identifié qu'une seule étude qui tentait de répondre en partie à notre questionnement. C'est celle conduit par Demanez. Nous avons pourtant fait une revue de littérature assez exhaustive. Nous aurions pu élargir encore cette dernière ou chercher à joindre des professionnels outre atlantique où ces sujets sont plus d'actualité.

Si nous comparons nos résultats à ceux de l'essai mené par Demanez chez des patients appareillés, nous constatons également une altération du décodage phonétique. Nous ne mettons pas non plus en évidence de corrélation entre les résultats du BAC et les scores de l'APHAB. En revanche, si nous n'observons pas de score pathologique individuellement

pour l'aptitude dichotique, nous notons une différence significative par rapport à la population témoin.

II.2. Nombre de patients

Nous avons été confrontés à des difficultés de recrutement. Nous nous sommes adressés dans un premier temps aux ORL. Mais, nous nous sommes rendus compte ensuite que ces derniers ne revoient que rarement les patients presbycousiques après le diagnostic. En cas de gêne persistante malgré l'appareillage, les audioprothésistes sont les premiers sollicités. C'est pourquoi, nous avons recruté la majorité de nos patients grâce à leur aide.

Notre étude s'avère trop restreinte quant au nombre de sujets pour nous permettre de généraliser nos résultats à l'ensemble des patients presbycousiques. Nous devons donc prendre toutes les précautions nécessaires pour les interprétations statistiques.

II.3. Pathologie

La presbycousie est rarement une pathologie isolée. Il est difficile de faire la part des choses avec une surdité professionnelle, un traumatisme sonore. C'est un facteur qui nous a fait récuser des patients.

II.4. Age

Nous avons longuement débattu le critère âge. Nous avons fixé la limite inférieure à 50 ans car c'est l'âge auquel peut débiter classiquement la presbycousie. Notons que des cas de presbycousie précoce ont été rapportés chez des patients d'un âge inférieur à 50 ans. Pour la limite supérieure, nous souhaitons que la majorité des patients aient au plus 75 ans car cet âge représente pour les gériatres le début du 4^{ème} âge. Nous étions prêts à intégrer exceptionnellement quelques patients plus âgés s'ils ne souffraient pas de détérioration cognitive et s'ils étaient prêts à s'investir dans une éventuelle prise en charge. En effet, nous pensions de prime abord que, les personnes de plus de 75 ans étaient plus fatalistes vis-à-vis de leur handicap et donc moins enclines à accepter un accompagnement spécifique. Nous avons donc refusé dans un premier temps des patients qui avaient plus de 75 ans.

II.5. Interprétation de la discordance T/V

Nous avons également largement débattu ce thème. En effet, c'est un sujet qui n'est pas encore consensuel chez les audioprothésistes (Roy, 2012). De plus, l'audiométrie vocale n'est pas harmonisée. Différentes listes de mots peuvent être administrées. Nous pouvons avoir des mesures au casque et en champ libre. Notre détermination des niveaux de discordance T/V peut donc être critiquée.

II.6. Durée de la privation auditive

C'est un critère extrêmement difficile à objectiver. En effet, les patients presbycusiques ont toujours beaucoup de peine à dater le début de leurs difficultés. C'est normal car, par définition, le début de la presbycusie est insidieux. Nous devons donc interpréter ces données avec beaucoup de précaution.

II.7. Type d'appareil auditif

Nous avons eu beaucoup de difficulté à formuler l'hypothèse sur la corrélation entre la gêne dans le bruit et le niveau de technologie de l'appareil. Nous pouvions craindre que la qualité de l'appareil apporte un biais. En effet, s'il y avait un lien patent, alors les patients appareillés avec une prothèse d'un niveau de gamme inférieur éprouveraient une gêne dans le bruit, essentiellement en raison de leur équipement. Nous aurions eu alors peu de chance de recruter des patients susceptibles de présenter des troubles de l'audition centrale. Nous avons donc volontairement intégré très peu de patients appareillés avec des prothèses d'entrée de gamme. En effet, les appareils d'entrée de gamme ne comportent pas les traitements de son nécessaires pour améliorer la compréhension dans le bruit.

L'absence de corrélation que nous avons mis en évidence dans notre étude est à interpréter avec beaucoup de précaution en raison du très faible effectif par type d'appareil.

II.8. Réglage de l'appareil auditif

Nous avons inclus des patients qui étaient appareillés depuis au moins 6 mois. A posteriori, nous avons noté que les réglages n'étaient pas encore optimaux pour un patient. Nous n'avons pas eu accès à la partie du dossier concernant les réglages pour trois patients.

II.9. Durée de port de l'appareil auditif

Nous nous sommes basés sur les déclarations des patients. Il aurait été souhaitable de vérifier auprès des audioprothésistes la véracité de cette information.

II.10. Types d'épreuve

A) Le MMS

Notons que le MMS permet une évaluation globale, rapide et standardisée des fonctions cognitives mais ne constitue pas pour autant un outil diagnostique suffisant à proprement parler. La HAS insiste sur le fait qu'il n'y a « pas d'accord professionnel concernant le choix des autres tests de repérage à effectuer » afin de dépister les patients.

B) Le questionnaire APHAB

Le malentendant doit se souvenir de ce qu'il ressentait avant d'être appareillé et de ce qu'il ressent suite à son appareillage. Ce questionnaire demande donc un travail de mémoire ce qui n'est pas toujours facile pour des personnes âgées et les patients en général... En outre, l'échelle de gradation tantôt croissante, tantôt décroissante des réponses peut être source de confusion. Nous pouvons discuter sur le choix de ce questionnaire. En effet, il existe d'autres questionnaires permettant également d'évaluer les difficultés des patients appareillés (Legret, 2012). Voici quelques exemples de questionnaires existants : le COSI (Client Oriented Scale of Improvement), le GHABP (Glasgow Hearing Aid Benefit Profile), le HHIA (Hearing Handicap Inventory for Adults) et le HHIE (Hearing Handicap Inventory for the Elderly). Mais ces questionnaires sont, tout comme l'APHAB, constitués d'items correspondant chacun à une situation de communication de la vie quotidienne susceptible d'être délicate pour le patient. Or, la notion même de questionnaire fait appel à la subjectivité. Il faut donc rester très prudent dans l'interprétation des résultats et davantage tenir compte d'un ordre de grandeur que d'un résultat en valeur absolue.

C) Le BAC

La passation de la version longue du BAC prendrait trop de temps. Nous préférons donc la version courte.

Nous pensons que les recommandations sur le niveau de sonie des tests sont difficiles à respecter.

Il convient d'indiquer les limites du test de Lafon : la suppléance mentale, des résultats dépendant de la psychologie du patient, un test supraliminaire et non liminaire, le bruit blanc ressenti chez certains comme étant trop fort et l'impossibilité de l'utiliser en cas de distorsion cochléaire trop marquée.

Lors du test dichotique, nous avons constaté que certains patients ont de grandes difficultés avec les listes d'adjectifs.

Dans le test des configurations, les performances chutent assez rapidement avec l'âge : dès 55 ans pour les configurations en fréquence et nettement à 65 ans pour les configurations en durée, ce qui est confirmé par Deggouj (2010).

Nous avons noté que le test MLD est particulièrement difficile. Très vite, les patients se retrouvent dans l'incapacité de reconnaître les mots énoncés. Nous déplorons également un faible effectif, égal à 4, pour la tranche d'âge 75-80 ans de la population de référence.

Les tests de configuration et le MLD sont plus difficilement interprétables. On peut se poser la question de la sensibilité de leurs résultats.

D) La double tâche de Baddeley

Nous ne tenons compte que du résultat μ . Nous sommes étonnés que l'empan ne soit pas considéré. En effet, la plupart des patients ont un empan très faible.

E) Le PASAT

Nous avons relevé une faiblesse d'étalonnage concernant les personnes de plus de 70 ans. Il pourrait être intéressant d'effectuer une normalisation de ce test incluant davantage de personnes âgées de 70 ans et plus.

II.11. Durée de l'évaluation et ordre de passation des épreuves

Au cours du recrutement, il semblait trop difficile de convier deux fois les patients. Nos passations se sont donc déroulées sur environ deux heures en une seule fois pour 14 sujets. Nous supposons que la fatigue a influencé les résultats des tests menés en fin de passation. De plus, toutes les épreuves n'ont pas été administrées dans le même ordre pour tous les patients.

III. PERSPECTIVES ORTHOPHONIQUES

III.1. Dans un cadre de recherche

A) Poursuivre et améliorer cette étude

Notre étude est exploratoire. L'effectif de notre échantillon est limité. Il serait intéressant de confirmer nos résultats sur un effectif plus conséquent. Au niveau du protocole, il serait judicieux d'objectiver le niveau de gêne dans le bruit autrement que par l'APHAB. La double tâche de Baddeley pourrait ne plus être administrée et être remplacée avantageusement par un test de fluence. Afin d'objectiver le caractère prédictif du niveau de discordance T/V, il serait nécessaire d'inclure plus de patients discordants.

B) Mettre au point des outils de rééducation auditivo-cognitive

Nous souhaitons avant tout améliorer la compréhension de la parole par une rééducation orthophonique spécifique incluant un entraînement auditif ciblé, et si nécessaire la stimulation de l'attention et de la mémoire de travail. Nous souhaitons également considérer le patient dans son environnement grâce à une démarche écosystémique.

C) Valider l'intérêt de la rééducation auditivo-cognitive

Il serait judicieux de valider l'intérêt de ces divers outils de rééducation auditivo-cognitive en mesurant à terme l'amélioration des fonctions initialement altérées.

D) Evaluer les fonctions auditives centrales dans d'autres pathologies

Au cours de notre revue de la littérature, nous avons été sensibilisés à une altération possible des fonctions auditives centrales dans d'autres pathologies prises en charge par l'orthophonie, comme l'autisme, la dysphasie, la dyslexie ou les pathologies cognitives. Nous nous sommes familiarisés avec le BAC. Nous avons constaté que c'est un outil d'évaluation utilisable en routine. Des recherches pourraient être menées sur ces thèmes.

III.2. Dans la pratique clinique

A) Evaluer les fonctions auditives centrales

Les troubles centraux de l'audition ne sont pas évidents de prime abord chez l'adulte. Il faut donc savoir les évoquer. En présence d'un trouble de l'audition, l'essentiel n'est pas nécessairement de mettre immédiatement en oeuvre un bilan spécifique de l'atteinte centrale mais de penser à l'intégrer dans notre démarche d'évaluation.

Avec le BAC, les moyens d'évaluation de la fonction auditive centrale existent. Nous pouvons l'utiliser dans notre pratique orthophonique avec des contraintes d'investissement et de temps raisonnablement proportionnées aux bénéfices espérés.

Notons que les troubles de l'audition centrale peuvent être également sous-jacents chez l'enfant en retard d'acquisition du langage, en difficulté d'apprentissage de lecture et d'écriture ou chez le jeune adolescent à l'occasion de ses premiers contacts avec une seconde langue. Ce n'était pas l'objet de ce mémoire mais au cours de notre revue de la littérature, nous avons lu de nombreux articles sur ce thème.

Dans notre étude, nous avons montré que les patients presbycousiques qui continuent à être gênés dans le bruit sont susceptibles de présenter des troubles de l'audition centrale. Nous avons d'abord retrouvé une corrélation entre la gêne éprouvée dans le bruit et la présence d'une discordance T/V. Toutefois, il semblerait qu'il ne faille pas s'arrêter aux résultats d'une vocale dans le calme car cette étude atteste également d'une corrélation entre le test de décodage phonétique (proche des listes cochléaires utilisées en audiométrie vocale) et le test d'écoute dichotique ce qui suggère l'intérêt de pratiquer une audiométrie vocale dans le bruit de façon plus systématique. Si dans ce cas, la discordance T/V est confirmée, alors cela devrait conduire à l'indication d'un bilan orthophonique incluant nécessairement l'évaluation des fonctions auditives centrales. Les résultats aux différentes épreuves du BAC pourraient orienter la rééducation orthophonique vers un entraînement auditivo-cognitif, tout spécialement en situation d'interférence avec du bruit ou de conversations mêlées dans le but de réduire les difficultés de compréhension. L'évaluation des fonctions auditives centrales pourraient ainsi utilement participer au diagnostic affiné de la presbycousie et de la gêne fonctionnelle engendrée et à un meilleur pronostic de la réussite de l'appareillage.

B) Evaluer et prendre en charge les troubles de l'attention et/ou de la mémoire de travail

Les patients du fait du fait de la désafférentation et du vieillissement peuvent présenter ce type de troubles. Nous avons donc tout intérêt à rechercher une atteinte de l'attention et/ou de la mémoire de travail. Les orthophonistes réalisent régulièrement, dans le cadre d'autres pathologies, ce type de rééducation pouvant donner des résultats objectivables et généralisables comme le suggèrent les travaux de Lyrette (2009). Ceux-ci ont en effet montré que l'entraînement attentionnel peut améliorer les fonctions cognitives des personnes âgées.

C) Quelles pourraient être les indications de l'orthophonie ?

Cela revient à déterminer les circonstances qui justifient la prescription d'un bilan orthophonique

Dans le cadre de presbycousies légères, se pose la question de la pertinence d'une seule audiométrie tonale qui ne reflète en aucun cas la gêne quotidienne ressentie par le patient. L'audiométrie vocale reste la meilleure mesure. Des études à plus grande échelle doivent encore être menées afin de définir si la discordance T/V est un bon indice prédictif des troubles. Il faudrait utiliser un test qui permette d'évaluer les conséquences de la presbycousie, c'est-à-dire les répercussions cognitives, et de tenir compte du vieillissement des processus attentionnels, mnésiques et automatiques. Un test vocal dans le bruit serait ainsi plus approprié mais ne tiendrait pas compte de tous ces paramètres. On peut donc se demander si la prise en charge ne devrait pas être définie seulement sur la gêne persistante évoquée par le patient. De même, un changement d'appareillage demandant une nouvelle adaptation serait l'occasion de faire un bilan orthophonique.

Il s'agit avant tout d'entrer dans le cercle vertueux de l'appareillage. Comme pour les implantés, la démarche d'appareillage doit s'inscrire dans un accompagnement très personnalisé du patient, avec une prise en charge jusqu'à une utilisation satisfaisante. Il s'agit avant tout de parer aux abandons prématurés et surtout d'éviter des essais et démarches voués à l'échec.

D) Sensibiliser les ORL à l'importance d'une prescription de bilan orthophonique

Les orthophonistes sont encore trop souvent perçus comme focalisés uniquement sur les enfants et les troubles du langage. Les médecins ORL méconnaissent souvent l'orthophonie. Il s'ensuit que leur prescription n'est pas toujours suivie par le patient car ils sont peu en mesure d'expliquer en quoi consisterait l'intérêt de la rééducation. Afin de combler cette lacune, nous devons faire de l'information auprès des ORL.

E) Quelle pourrait être la collaboration avec l'audioprothésiste ?

A l'heure où le travail en réseaux et l'interprofessionnalité sont de plus en plus mentionnés pour améliorer la qualité de soins, il nous semble indispensable de parfaire le partenariat ORL, audioprothésiste et orthophoniste. Il serait judicieux de s'inspirer du modèle canadien.

L'audioprothésiste aurait le souci de communiquer à l'orthophoniste le maximum d'informations sur les mesures effectuées (comme les résultats de la vocale dans le silence et dans le bruit...). Le choix et les réglages de la prothèse devraient être portés à la connaissance de l'orthophoniste. De même, ce dernier pourrait utilement apporter son éclairage à l'audioprothésiste sur les aspects fonctionnels et psycho-sociaux du problème auditif qu'il aura évalué chez le patient et l'aider ainsi à affiner les réglages.

Notons que les audioprothésistes nous ont expliqué que, pendant leur formation initiale, ils sont peu sensibilisés aux possibilités de travail orthophonique avec le patient sourd. De même, au cours des études d'orthophonie, le thème de l'audioprothèse est abordé mais insuffisamment développé.

Soulignons enfin que les professionnels de santé doivent de plus en plus établir un pronostic. C'est le cas déjà pour les audioprothésistes. Ils ont donc tout intérêt à optimiser l'appareillage. Les orthophonistes devront également justifier de plus en plus la pertinence de leur rééducation.

F) Quel pourrait être le rôle de l'orthophoniste ?

L'orthophoniste doit savoir ce qui a été compris par le patient auprès des différents professionnels consultés afin de compléter les informations (fonctionnement de l'appareil,

manipulation et entretien, réglages, aides financières). Il insiste sur l'importance du port constant des appareils au cours de la journée.

L'orthophoniste peut certes développer certains domaines, comme l'apprentissage de la lecture labiale, la suppléance mentale mais il va surtout mettre en place des séances d'entraînement auditif. En effet, on ne parle pas d'éducation auditive mais de rééducation auditive puisque l'adulte a un vécu auditif antérieur. L'apprentissage va consister à se réhabituer aux bruits et à redevenir capable de sélectionner la parole parmi d'autres sources sonores.

La rééducation auditive est donc multidimensionnelle puisqu'elle a pour objectif de restaurer des capacités auditives et cognitives pour le traitement de la parole grâce au développement de modes de compensation mettant en jeu la plasticité cérébrale. Il est donc judicieux de développer un programme d'entraînement auditivo-cognitif spécifique proposant des conditions d'écoute variées au plus proche des habitudes de vie du patient. Les axes essentiels de cet entraînement peuvent être d'une part l'amélioration de la discrimination des sons de la parole au niveau phonologique et segmental et d'autre part le développement des habiletés cognitives impliquées dans le traitement du message verbal comme la compétence sémantique, l'attention audio-visuelle, les capacités d'anticipation par le contexte et de déduction. Chacun de ces axes de rééducation permettra également d'entraîner la mémoire à court terme, la mémoire sensorielle, sémantique, la flexibilité mentale et le contrôle cognitif potentiellement altérés dans les troubles centraux.

Il est donc très important de mener un bilan orthophonique le plus complet possible y compris dans la dimension écologique afin de prioriser les axes de travail correspondant aux projets de vie du patient.

CONCLUSION

Notre étude avait pour but d'inscrire l'orthophonie dans l'accompagnement du patient presbycousique appareillé. Nous souhaitons ainsi valider l'intérêt d'un bilan orthophonique spécifique auprès de ces patients permettant ensuite la mise en place d'une rééducation ciblée. Nous avons émis l'hypothèse d'une altération des fonctions auditives centrales, de l'attention et/ou de la mémoire de travail chez les patients encore gênés pour la compréhension de la parole en milieu bruyant en dépit de leur appareillage. Afin de valider ou d'invalider cette conjecture, nous avons donc évalué ces fonctions auprès de 17 patients presbycousiques appareillés, avec des batteries facilement transposables dans un cabinet d'orthophonie.

Les résultats obtenus nous permettent d'avancer que ces patients sont plus enclins à présenter des troubles des fonctions auditives centrales, de l'attention et ou de la mémoire de travail. Notre hypothèse de départ semble donc validée au sein de notre échantillon.

En effet, la presbycousie est une pathologie multifactorielle qui intègre au-delà des facteurs périphériques, des facteurs centraux et des facteurs cognitifs. Non ! comme le rappelle Demanez (2011, p 34), « *l'audition ne s'arrête pas au tournant de l'hélicotrèma !* ».

La prise en charge d'un patient presbycousique est donc idéalement interdisciplinaire. Son appareillage ne doit pas être la compensation d'un audiogramme tonal....et les appareils auditifs même les plus performants ne permettent pas seuls, de récupérer une audition parfaitement normale. L'appareillage auditif lié à une rééducation orthophonique est plus efficace si le patient est pris en charge dans sa globalité. L'ensemble des intervenants, par une action concertée, oeuvre à une meilleure compréhension des besoins spécifiques de la personne et à la définition d'un ou plusieurs objectifs communs en l'impliquant dans le processus de réadaptation.

Nous notons que par rapport à d'autres pays comme le Canada par exemple, la France est en retard pour cet accompagnement du patient presbyacousique.

Dans une organisation interdisciplinaire, chacun intervient, tout en gardant à l'esprit l'action des autres. Chacun s'assure ainsi de la complémentarité et de la continuité de son intervention. De plus, ce type d'organisation est garant de la réduction des situations de handicap et conforte les personnes dans leur autonomie, ce qui est également bénéfique pour le système de santé.

Sur l'hexagone, les instances orthophoniques commencent à se mobiliser pour que la presbyacousie devienne cause nationale et pour que le rôle des orthophonistes dans la prise en charge de ces patients soit reconnu...C'était le thème du congrès de la FNO en novembre 2012. Nous espérons donc nous inscrire dans cette démarche au sein de réseaux interprofessionnels et faire nôtre ce proverbe africain :

« Si tu veux aller vite, fais le seul, mais si tu veux aller loin, alors il faut y aller ensemble ».

BIBLIOGRAPHIE

- Albert, S. & Bozec, H. (2007). *ORL et Chirurgie cervico faciale*, Paris : ellipses p. 55-65.
- Ambert-Dahan, E. (2011). Prise en charge orthophonique des troubles centraux chez les patients presbyacousiques. *Les Cahiers de l'Audition, Vol 24, N°3* : 15-17.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (vol. 8, p.47-90). New-York : Academic Press.
- Baddeley, A., Bressi, S., Della Sala, S., Logie, R. & Spinnler, H. (1991). The decline of working memory in Alzheimer's disease. A longitudinal study. *Brain ; 114* : 2521-42.
- Bischoff, H. & Bizaguet, E. (2008). Les enveloppes temporelles de la parole. In : Collège National d'Audioprothèse, *Précis d'Audioprothèse Production, phonétique acoustique et perception de la parole*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson.
- Bodenes, A.M., (2008). *Intelligibilité auditive dans le bruit des adultes implantés cochléaires*. Mémoire d'orthophonie. Paris.
- Bouccara, D., Ferrary, E., Mosnier, I., Bozorg-Grayeli, A & Stekers, O.(2005 a). Presbyacousie. *EMC Oto-Rhino-Laryngologie, 2, 329-342*.
- Bouccara, D., Mosnier, I., Bozorg-Grayeli, A., Ferrary, E. & Stekers, O.(2005 b). Réhabilitation auditive : les possibilités actuelles. *NPG Neurologie - Psychiatrie-Gériatrie, Année 5, 28-33*.
- Bouccara, D., Avan, P., Mosnier, I., Bozorg-Grayeli, A., Ferrary, E. & Stekers, O., (2005 c). Réhabilitation auditive. *Medecine Sciences, 21 n°2, 190-197*.
- Brin, F., Courier, C., Lederle, E. & Masy, V. (2004). *Dictionnaire d'orthophonie*. Deuxième édition. Isbergues : Ortho Edition.
- Chilsom, T.H., Willott, J.F. & Lister, J.J. (2003). The aging auditory system : anatomic and physiologic changes and implications for rehabilitation. *Int. J. Audiol. 2003, 42 (suppl 2) : 2S3 – 2S10*.
- Cnigniet, P. (2010). *Audioprothèse et Orthophonie dans leur complémentarité*. Mémoire d'audioprothèse. Nancy.

- Collette, J.-L., Bouccara D. & Demanez L. (2005). Exploration auditive centrale. *Les Cahiers de l'Audition, Vol 18, N°5* : 30-35.
- Debruille, L. & Garnier, S. (2006). *Relation entre le niveau de la perte auditive neurosensorielle basse fréquence et l'intelligibilité de la parole. Rôle des informations acoustiques rapides*. Mémoire d'audioprothèse. Paris VII.
- Deggouj, N. & Demanez, L. (2010). Maturation des processus auditifs centraux. *Les Cahiers de l'Audition Vol 23, N°6* :29-36.
- Demanez, L. (2005). Troubles auditifs centraux : aspects cliniques IN : *Actes du congrès des audioprothésistes* .UNSAF . Paris .24-35.
- Demanez, J.P. (2011). Troubles centraux de l'audition en guise de conclusion. *Les Cahiers de l'Audition, Vol 24, N°3* : 34.
- Desaunay, M., Fleuriot, P., Debruille, L., Garnier, S., Garabedian, E.N., Loundon, N., Marlin, S., Denoyelle, F., Tran Ba Huy, P., de Waele, C., Gilbert, G. & Lorenzi, C. (2007). *Les Cahiers de l'Audition Vol 20 n°3* : 46 – 51.
- Dubreuil, C., (2003). Troubles de l'audition et de l'équilibre chez le sujet âgé In : Belmin J., Chassagne P., Gonthier R., Jeandel C., Pfitzenmeyer P., *Gérontologie, collection pour le praticien*. Paris: Masson, 478-482.
- Dumont, A. & Calbour, C. (2002). *Voir la parole*. Paris : Masson
- Dumont, A. (2008), *Orthophonie et surdité. Communiquer, comprendre, parler*. Issy-les- Moulineaux : Elsevier – Masson.
- Durrant, J., Collette, J.-L. & Veuillet, E.(2011). Réhabilitation prothétique du patient atteint d'une maladie d'Alzheimer : une modélisation comportementale. *Les Cahiers de l'Audition, Vol 24, N°3* : 24-26
- F llgrabe, C., Berthommier, F., & al. (2006). Masking release for consonant features in temporally fluctuating background noise. *Hearing Research, 211* : 74-84.
- Gagné, J.-P., Southall, K. & Jennings, M.-B. (2009). The psychological effects of social stigma : Applications to people with an acquired hearing loss. In Montano, J. & Spitzer, J. (eds). *Advanced practice in adult audiological rehabilitation: International perspective*. San Diego, CA: Plural Publishing Inc.Chapter 3 63-91.
- Gates GA, Karzon RK, Garcia P, & al. (1995). Auditory dysfunction in aging and senile dementia of the Alzheimer's type. *Archives of Neurology, 52(6)*:626-634.

- Gates, G.A., Beiser, A., Rees, T.S., D'Agostino R.B. & Wolf, P.A. (2002). Central auditory dysfunction may precede the onset of clinical dementia in people with probable Alzheimer's disease. *Journal of American Geriatric Society* 50(3) : 482-488.
- Gates, G. A., Anderson, M. L., McCurry, S. M., Feeney, M. P., & Larson, E. B. (2011). Central auditory dysfunction as a harbinger of Alzheimer's dementia. *Archives of otolaryngology-head & neck surgery*, 137(4) : 390-395.
- Giraud, A.L., Truy, E., & al. (2000). Differential recruitment of the speech comprehension system in healthy subjects and rehabilitated cochlear implant patients. *Brain*, 123, 1391-1402.
- Gnansia, D., de Cheveigné, A., & Lorenzi, C. (2009). Intelligibilité dans le bruit et démasquage de la parole chez les sujets normo-entendants, malentendants et implantés cochléaires. *Les Cahiers de l'Audition*, volume 22, n°6, p.9-42.
- Hugon, B. (2008). Impact de l'environnement sur le signal de parole In : Collège National d'Audioprothèse, *Précis d'Audioprothèse Production, phonétique acoustique et perception de la parole*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson.
- Juárez, A. & Monfort, M. (2003). *Savoir dire : Un savoir faire*. Madrid : Entha Ediciones.
- Kalafat, M., Hugonot-Diener, L., & Poitrenaud, J. (2003). Etalonnage français du MMS version GRECO. *Revue de Neuropsychologie*, 13 ; 2 : 209-236.
- Korber, C. & Mercier, R. (2011). *Compréhension dans le bruit : Spatial Sound 2.0 & Speech*. Mémoire d'audioprothèse. Nancy.
- Lasry Y. et Del Rio M. (2012) L'audiométrie vocale dans le bruit en douze questions. *Les Cahiers de l'Audition*, Vol 25 N° 6 : 32-35.
- Lazard, D.S., Collette J.-L., Sterkers O., Perrot, X. (2010) Conséquences et implications de l'asymétrie périphérique et hémisphérique du système auditif dans le traitement de la parole. *Les Cahiers de l'Audition*, Vol 23 N°6 : 18-21.
- Legargasson A., Piriou C., (2011). *Intérêt d'une prise en charge orthophonique chez l'adulte de plus de 60 ans devenu sourd - Élaboration de pistes rééducatives à partir d'un état des lieux établi auprès de professionnels*. Mémoire d'orthophonie. Lille.
- Legret, C. (2012). *Evaluation de la gêne auditive du patient, par le patient et son entourage, avant et après appareillage*. Mémoire d'audioprothèse. Paris.

Leusie, S., Prevel, M., Aubel, D., Dhouib, S., Ferry, M., Taurand, P., Vergnon, L. (2011). L'appareillage auditif est-il la réponse unique à la presbycusis ? *Revue de gériatrie*, tome 36, n°1/2 : 40-44.

Lodge D. (2008). *La vie en sourdine (Deaf sentence)*. Paris : Payot & Rivages.

Lorenzi, C., Gilbert, G. & al. (2006). Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure- *Proceedings of the National Academy of Science* 103 (49), 18866-69.

Lyrette, Joëlle (2009). les bienfaits de l'entraînement attentionnel chez les personnes âgées : examen des effets de transferts aux tests neuropsychologiques Thèse de psychologie Montréal.

Maugourd, M.F. (1992). Le vieillissement des éléments de perception auditive In: Maugourd M.F., Kuntzmann F. *Gérontologie fondamentale, clinique, sociale*, Tome 1. Paris : Duportet B. Sauramps Medical, p 59-61.

Mazelová J, Popelar J & Syka J. (2003). Auditory function in presbycusis : peripheral versus central changes. *Experimental Gerontology*. 2003, 38(1-2) : 87-94.

Meulemans, T. (2008) La batterie GREFEX In : Godefroy O. et le GREFEX. *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques*. Marseille : Solal. p 222-223.

Monguillot, G. & Bertrand, E. (2005). Bilan orthophonique de la surdité de l'adulte In : Dulguerov, P. & Remacle, P. *Le Précis d'Audiophonologie et de Déglutition* Tome1. Marseille : Solal.

Naegele, B. & Mazza, S. (2004). *Test d'attention auditive soutenue : PASAT modifié adaptation française*. Bruxelles : De Boeck.

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

Perrot, X. (2010). Anatomie et physiologie du système nerveux auditif central. *Les Cahiers de l'Audition*, Vol 23 N°6 : 5-16.

Perrot, X. & Collette, J.L (2011) Aspects centraux de la presbycusis : Données anatomophysiologiques et perceptivocognitives. *Les Cahiers de l'Audition*, Vol 24, N°3 : 7-11.

Portmann, M.& Portmann C., (1988), *Précis d'audiométrie clinique*, Paris : Masson.

Pouchain, D., Dupuy, C., San Jullian, M., Dumas, S., Vogel, M.F., Hamdaoui, J. & Vergnon, L. pour le GRAP. (2007) La presbycusis est-elle un facteur de risque de démence ? Etude AcouDem. *La Revue de Gériatrie*, 32(6) : 439-445.

- Rameaux, J. (2010). *Presbycousies légères appareillées : étude des « gains » et notion de « confort »* Mémoire d'Audioprothèse .Nancy
- Renard, C. & Azéma, B. (2008) Données fréquentielles et temporelles de la perception de la parole In : Collège National d'Audioprothèse, *Précis d'Audioprothèse Production, phonétique acoustique et perception de la parole*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson.
- Robier, A.(2001). *Les surdités de perception* .Collection ORL. Paris : Masson
- Rosen, (1992). Temporal information in speech : acoustic, auditory and linguistic aspects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.*, 336, 367-373
- Roy, T. (2011). Du bon usage de l'audiométrie vocale. *Les Cahiers de l'Audition*, Vol 24, N°2 : 38-42
- Shannon, R.V., Zeng, F.G., & al. (1995). Speech recognition with primilary temporal cues. *Science*, 270, 303-304.
- Van der Linden, M. & Collette, F. (2002). Attention et mémoire de travail In Couillet, J., Leclercq, M., Moroni, C. & Azouvi, P., (Eds), *La neuropsychologie de l'attention* (p 42-54) Collection Neuropsychologie, Marseille : Solal .
- Vincent, C., Vaneecloo, F.M., Delattre, A., Decroix, D., Lebreton, J.P. & Ruzza, I., (2007). La prothèse auditive conventionnelle. *Annales d'Otorhinolaryngologie et Chirurgie Cervico-faciale*, 124, 33-40.
- Virole, B. (1996), *Psychologie de la surdité*, Paris Bruxelles : De Boeck Université.
- Willott JF, Chilsom, T. & Lister, J.J. (2001) Modulation of presbycusis : current status and future directions. *Audiology and Neuro-otology* ,6(5) : 231 – 249.

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire APHAB	II
Annexe 2 : Questions de l'APHAB (axe Bruit Ambiant)	IV
Annexe 3 : Epreuves du BAC - Consignes de passation.....	V
Annexe 4 : Présentation générale des patients de l'échantillon.....	XII
Annexe 5 : Appareillage auditif des patients : type, qualité, durée.....	XII
Annexe 6 : Audiométrie tonale des patients	XIII
Annexe 7 : Audiométrie vocale et Niveau de Discordance T/V	XIII
Annexe 8 : Résultats du questionnaire APHAB	XIV
Annexe 9 : Résultats détaillés du BAC - Test dichotique	XV
Annexe 10 : Résultats détaillés du BAC – Test d'intégration auditive Lafon 30.....	XVI
Annexe 11 : Résultats détaillés du BAC – Configurations en hauteur et en durée - MLD...	XVI
Annexe 12 : Résultats détaillés de la double tâche de Baddeley	XVII
Annexe 13 : Résultats détaillés du PASAT	XVII

Annexe 1 : Questionnaire APHAB

		Non appareillé	Appareillé
1	Quand je suis dans un supermarché plein de monde et que je parle avec la caissière, j'arrive à suivre la conversation.	A B C D E F G	A B C D E F G
2	Quand j'écoute une conférence, beaucoup d'informations sont perdues pour moi.	A B C D E F G	A B C D E F G
3	Des bruits inattendus, tels qu'un détecteur de fumée ou une sonnerie d'alarme, me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
4	J'ai de la peine à suivre une conversation quand je suis chez moi, avec quelqu'un de ma famille.	A B C D E F G	A B C D E F G
5	J'ai de la peine à comprendre les dialogues au cinéma ou au théâtre.	A B C D E F G	A B C D E F G
6	Quand j'écoute les informations en voiture et que des membres de ma famille sont en train de parler, j'ai de la peine à entendre les nouvelles.	A B C D E F G	A B C D E F G
7	Quand je dîne avec plusieurs personnes et que j'essaie d'avoir une conversation avec l'une d'entre elles, j'ai de la peine à comprendre ce qu'elle dit.	A B C D E F G	A B C D E F G
8	Les bruits de la circulation sont trop forts.	A B C D E F G	A B C D E F G
9	Quand je parle avec quelqu'un à travers une grande pièce vide, je comprends ses paroles.	A B C D E F G	A B C D E F G
10	Quand je suis dans un petit bureau, en train de poser ou de me faire poser des questions, j'ai de la peine à suivre la conversation.	A B C D E F G	A B C D E F G
11	Quand je suis dans une salle de cinéma ou de théâtre et que les gens murmurent et froissent du papier autour de moi, j'arrive quand même à comprendre le dialogue.	A B C D E F G	A B C D E F G
12	Quand j'ai une conversation avec un ami et que nous parlons doucement, j'ai de la peine à comprendre.	A B C D E F G	A B C D E F G

		Non appareillé	Appareillé
13	Les bruits d'eau courante, chasse d'eau ou douche par exemple, sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
14	Quand un orateur parle à un petit groupe et que tout le monde écoute calmement, je dois faire un effort pour comprendre.	A B C D E F G	A B C D E F G
15	Lors d'une conversation tranquille avec mon médecin, dans son cabinet de consultation, il m'est difficile de suivre la conversation.	A B C D E F G	A B C D E F G
16	Je comprends les conversations même quand plusieurs personnes sont en train de parler.	A B C D E F G	A B C D E F G
17	Les bruits de chantier sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
18	J'ai de la peine à comprendre ce qui se dit lors de conférences ou de services religieux.	A B C D E F G	A B C D E F G
19	J'arrive à communiquer avec les autres dans une foule.	A B C D E F G	A B C D E F G
20	Le bruit de la sirène d'un camion de pompiers à proximité est si fort que je dois me boucher les oreilles.	A B C D E F G	A B C D E F G
21	Je peux suivre le sermon, lors d'un service religieux.	A B C D E F G	A B C D E F G
22	Les crissements de pneus sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G	A B C D E F G
23	Dans des conversations en tête à tête, dans une pièce calme, je dois demander aux gens de répéter.	A B C D E F G	A B C D E F G
24	J'ai du mal à comprendre les autres quand un système d'air conditionné ou un ventilateur est en marche.	A B C D E F G	A B C D E F G



A = Toujours (99%)

B = Presque Toujours (87%)

C = En général (75%)

D = La moitié du temps (50%)

E = Parfois (25%)

F = Rarement (12%)

G = Jamais (1%)

Annexe 2 : Questions de l'APHAB (axe Bruit Ambiant) ciblant la gêne de la compréhension en milieu bruyant

Q1 (question inversée) : Quand je suis dans un supermarché plein de monde et que je parle avec la caissière, j'arrive à suivre la conversation.

Q6 : Quand j'écoute les informations en voiture et que des membres de ma famille sont en train de parler, j'ai de la peine à entendre les nouvelles

Q7 : Quand je dîne avec plusieurs personnes et que j'essaie d'avoir une conversation avec l'une d'entre elles, j'ai de la peine à comprendre ce qu'elle dit.

Q16 (question inversée) : Je comprends les conversations même quand plusieurs personnes sont en train de parler.

Q19 (question inversée) : J'arrive à communiquer avec les autres dans une foule.

Q24 : J'ai du mal à comprendre les autres quand un système d'air conditionné ou un ventilateur est en marche.

Annexe 3 : Epreuves du BAC - Consignes de passation

I- Test d'intégration auditive de Lafon

« Vous allez entendre des mots. Parfois, il va y avoir du bruit en même temps que les mots. Je vais vous demander de les répéter quand même, comme s'il n'y avait pas de bruit. Il va y avoir des séries de mots sans bruit puis avec bruit puis de nouveau sans bruit etc... Vous répétez les mots même si vous ne savez pas ce que ça veut dire.» Passer la Piste Lafon 60 I.

Essais : SB (Sans Bruit) : bois - coude AB (Avec Bruit) : tronc - chatte

[phonème]	SB	AB	[phonème]	SB	AB	[phonème]	SB	AB
[N] narre			[J] jarre			[J] gêne		
[OE] meurt			[B] bar			[P] pois		
[N] Nîmes			[S] seize			[CH] chêne		
[G] gare			[T] tard			[K] quel		
[CH] chyle			[F] far			[M] Maine		
[F] Fez			[ON] tonte			[R] reine		
[IN] pinte			[N] naine			[K] casse		
[Z] rase			[F] faine			[P] pelle		
[E] mère			[T] tel			[S] saine		
[IN] teinte			[V] veine			[P] peine		

II- Ecoute dichotique

1/ un substantif liste B oreille non désignée

« Vous allez entendre un mot différent dans chaque oreille. Vous allez essayer de répéter les 2 mots. Il y a un mot à droite et en même temps un mot à gauche. Vous répétez les 2. Ce sont des mots qui veulent dire quelque chose. Vous n'avez pas à me préciser dans quelle oreille vous l'entendez. ». (Passer la piste « Substantifs dissyllabiques 1 OND ».).

DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE
Château	Sapin	ESSAIS	
Dessin	Bouchon		
Patin	Képi		
fumée	chameau		
lutin	mouton		
salon	forêt		
gamin	ballon		
sapin	château		
vélo	gilet		
savon	ciseau		
ruban	nougat		
bouchon	dessin		

Réponses Complètes :	Droite Exclusive.:	Gauche Exclusive :
----------------------	--------------------	--------------------

2/ trois chiffres oreille désignée

« Vous allez entendre 3 chiffres dans chaque oreille. Vous allez me dire les 3 chiffres que vous entendez à droite ou les 3 chiffres que vous entendez à gauche. Mais c'est moi qui décide dans quelle oreille vous écoutez.

- Pour la 1^{ère} série, vous allez me dire ce que vous entendez à droite, et rien qu'à droit, à gauche, à droite jusqu'à ce que je vous demande de changer. On change, vous me dites ce que vous entendez à gauche. (Passer la piste « 3 chiffres OD ».)

- Pour la 2^{ème} série, dites ce que vous entendez à gauche et rien qu'à gauche, à droite, à gauche jusqu'à ce que je vous demande de changer, Vous me dites ce que vous entendez à droite maintenant. ». (Repasser la piste « 3 chiffres OD ».)

DROITE 1	GAUCHE 2	DROITE 4	GAUCHE 3
9 5 7 7 4 10	6 8 10 5 3 6	9 5 7 7 4 10	6 8 10 5 3 6
9 7 4 4 5 7 8 10 3 8 6 5 7 3 8 5 3 6 6 8 10 9 6 4 10 8 9 7 10 5	5 8 3 3 8 6 5 6 4 7 9 10 9 4 6 7 4 10 9 5 7 10 7 5 7 6 5 6 9 8	9 7 4 4 5 7 8 10 3 8 6 5 7 3 8 5 3 6 6 8 10 9 6 4 10 8 9 7 10 5	5 8 3 3 8 6 5 6 4 7 9 10 9 4 6 7 4 10 9 5 7 10 7 5 7 6 5 6 9 8

Réponses Complètes : Droite Exclusive : Gauche Exclusive :

3/ deux chiffres oreille non désignée

« Maintenant vous allez entendre 2 chiffres dans chaque oreille. Vous allez répéter les 4 chiffres : il y en a 2 à droite et il y en a 2 à gauche. Vous n'avez pas à me préciser dans quelle oreille vous les entendez. » (Passer la piste « 2 chiffres OND »).

DROITE	GAUCHE
9 6	10 7
6 8	9 5
5 6	8 10
9 4	7 3
7 6	10 8
5 8	9 7
7 9	8 6

DROITE	GAUCHE
6 9	7 10
9 5	6 8
3 8	4 5
7 4	5 3
10 7	9 6

Réponses Complètes : Droite Exclusive : Gauche Exclusive :

4/ deux adjectifs oreille désignée

« Maintenant vous allez entendre 2 adjectifs dans chaque oreille et il faut essayer de répéter les 2 adjectifs de droite ou les 2 adjectifs de gauche. Encore une fois, c'est moi qui décide dans quelle oreille vous écoutez.

- Pour la 1^{ère} série, vous me dites ce que vous entendez à droite et rien qu'à droite. A gauche A droite, jusqu'à ce que je vous demande de changer. On change, vous me dites ce que vous entendez à gauche. (Passer la piste « adjectifs monosyllabiques OD ».)

- pour la 2^o série, vous me dites ce que vous entendez à gauche et rien qu'à gauche, A droite A gauche, jusqu'à ce que je vous demande de changer. Vous me dites ce que vous entendez à droite maintenant. » (Repasser la piste « adjectifs monosyllabiques OD ».)

DROITE 1	GAUCHE 2	DROITE 4	GAUCHE 3
vif rond riche sage	mat nu mûr cher	Vif rond riche sage	Mat nu Mûr cher
lent fort plat gros raide mauve pur bon brave bleu grand beau gris jeune noir chaud laid faux jaune mince	mou sourd creux blanc lourd rose court gai drôle gras brun doux blond rouge rude sain roux sot vide lâche	lent fort plat gros raide mauve pur bon brave bleu grand beau gris jeune noir chaud laid faux jaune mince	mou sourd creux blanc lourd rose court gai drôle gras brun doux blond rouge rude sain roux sot vide lâche

Réponses Complètes :

Droite Exclusive :

Gauche Exclusive :

5/ Deux adjectifs oreille non désignée

« Maintenant vous allez entendre 2 adjectifs dans chaque oreille (2 à droite et 2 à gauche). Il faut essayer de les répéter tous les 4. Si vous ne souvenez pas, ne pas dire je ne sais plus car quand vous dites je ne sais plus, il y a les suivants qui arrivent... ».(Passer la piste « adjectifs monosyllabiques OND ».)

DROITE		GAUCHE		DROITE		GAUCHE	
mûr	cher	Riche	sage				
mat	nu	vif	rond				
brun	doux	grand	beau				
drôle	gras	brave	bleu				
creux	blanc	plat	gros				
court	gai	pur	bon				
blond	rouge	gris	jeune				
mou	sourd	lent	fort				
rude	sain	noir	chaud				
vide	lâche	jaune	mince				
lourd	rose	raide	mauve				
roux	sot	laid	faux				

II - Reconnaissance de configurations auditives variables en hauteur ou en durée

1/ Configurations en hauteur : Pitch Pattern Test (PPT)

« Maintenant, vous allez entendre des petits bruits dans vos oreilles. Il y a un son grave. C'est donc un son bas. Et il y a un son plus aigu. C'est donc un son haut. Ces sons sont toujours présentés par 3. Donc, il peut y avoir un son grave donc bas, deux sons aigus, hauts ou un son bas, un haut, un bas etc... Vous allez donc me dire ce que vous entendez. Nous allons commencer par un petit entraînement. Vous allez entendre 2 sons bas, un son haut. Vous allez essayer de les repérer et de me dire si vous avez bien entendu la différence. » (Passer la piste Frequency Patterns 5 items.)

« Nous passons au test. Je ne dis plus rien. » (Passer la piste « Frequency Patterns 10 items(1) ».)

1	BBH		11	BHB		21	BHB	
2	BHH		12	HBB		22	HBH	
3	HBB		13	HHB		23	BHH	
4	HHB		14	BHB		24	HBB	
5	HBH		15	HBH		25	BBH	
6	BHB		16	BHH		26	HBB	
7	BHH		17	HBB		27	BHB	
8	BBH		18	BBH		28	BHH	
9	HHB		19	HHB		29	HHB	
10	HBH		20	BBH		30	HBH	

2/ Configurations en durée : Duration Pattern Test (DPT)

« C'est pratiquement la même chose. Il y a toujours 3 petits bruits mais au lieu d'avoir un son bas ou un son haut, il y a un son long ou un son court. Vous allez me dire 2 longs un court ou un long, un court un long. Le premier que vous allez entendre, c'est long, long, court. ».
(Passer la piste « duration patterns 5 items ».) « Nous passons au test. Je ne dis plus rien. »
(Passer la piste « duration patterns 10 items (1) ».)

1	LLC		11	LCL		21	LCL	
2	LCC		12	CLL		22	CLC	
3	CLL		13	CCL		23	LCC	
4	CCL		14	LCL		24	CLL	
5	CLC		15	CLC		25	LLC	
6	LCL		16	LCC		26	CLL	
7	LCC		17	CLL		27	LCL	
8	LLC		18	LLC		28	LCC	
9	CCL		19	CCL		29	CCL	
10	CLC		20	LLC		30	CLC	

IV – Test du « Masking Level Difference » (MLD)

« Maintenant vous allez entendre des mots comme tout à l'heure dans le bruit mais tout à l'heure les mots restaient à la même intensité au même niveau que le bruit. , Là l'intensité des mots va diminuer et devenir très faible. C'est important que vous restiez attentifs jusqu'au bout. Car il est possible que vous ne perceviez pas 3 - 4 mots mais le 5è, vous allez le percevoir. Donc restez attentif jusqu'à ce que je vous le dise. » (Passer la piste "MLDV S₀N₀".)

70 dB	65 dB	60 dB	55 dB	50 dB	45 dB	40 dB
La poupée	Le ballon	Le bouton	La poule	Le papa	La tomate	L'auto
Le genou	L'assiette	L'avion	La robe	Le journal	La bouche	La classe
La corde	Le cheval	Le cahier	La poire	La bouteille	L'armoire	Le couteau
La noisette	Le lavabo	La culotte	Le fromage	L'autobus	La brosse	Le livre
Le savon	Le garçon	La banane	La nappe	La cravate	Le sucre	La gomme
L'orange	Le vélo	Le poisson	Le crayon	Le bébé	La plume	Le bonbon
Le canard	L'oreille	La cigarette	Le garage	L'enfant	La table	Le vase
La bobine	La vache	Le tapis	L'écharpe	La pomme	L'échelle	La boîte
La canne	La mouche	L'éponge	Le peigne	Le soulier	Le tonneau	La bille
Le soleil	Le magasin	La chaise	La maison	Le café	Le fauteuil	Le chapeau

« Maintenant ça va recommencer. Vous me dites les mots que vous entendez. » Passer la piste « MLDV S_πN₀ ».

Scores :

	Nombre phase	Nombre opposition
70		
65		
60		
55		
50		
45		
40		
TOTAL		

MLD =

Annexe 4 : Présentation générale des patients de l'échantillon

	Sexe	Age (ans)	MMS	NSC (double tâche B)	Type surdité	Discordance vocale/tonale	Recrutement	Lieu évaluation
Patient 1	M	63	27	1	M1	2	Audilab Poitiers	Audilab Poitiers
Patient 2	M	66	30	3	L	0	Audilab Angers	domicile
Patient 3	F	69	28	2	M1	1	CHU Poitiers	domicile
Patient 4	M	69	27	1	M1	0	Audilab Angers	domicile
Patient 5	F	70	30	3	M1	2	ORL St Briec	cabinet ortho
Patient 6	M	70	29	2	L	1	CHU Poitiers	CHU Poitiers
Patient 7	F	72	30	3	L	1	CHU Poitiers	CHU Poitiers
Patient 8	F	72	26	1	L	0	Audilab Angers	domicile
Patient 9	F	72	29	1	L	0	Audilab Angers	domicile
Patient 10	M	73	29	3	L	0	Audilab Poitiers	Audilab Poitiers
Patient 11	F	74	30	2	L	0	Audilab Angers	domicile
Patient 12	F	75	29	1	L	0	CHU Poitiers	CHU Poitiers
Patient 13	F	75	26	1	M1	0	Chatelain Tiercé	domicile
Patient 14	M	81	28	2	M1	0	Audilab Poitiers	Audilab Poitiers
Patient 15	F	81	29	3	M1	1	Audilab Poitiers	Audilab Poitiers
Patient 16	F	53	30	3	L	1	Armor Audition Morlaix	domicile
Patient 17	F	57	30	3	M1	0	Entendre Guingamp	domicile

Annexe 5 : Appareillage auditif des patients : type, qualité, durée

	Age (an)	Type appareillage	Qualité appareillage	Durée app. (an)	Age au 1er app. porté (an)	Durée depuis 1 ^{ers} signes surdité avant app. porté (an)	Début estimé 1 ^{ers} signes surdité (an)
Patient 1	63	Audeo Smart 5 Phonak	haut de gamme	1,0	62	9	10
Patient 2	66	Contour Intiga 10 RITE	très haut de gamme	3,4	60	1	5
Patient 3	69	AUDIKA Intrastarkey S Série 11 CIC	très haut de gamme	6,0	64	4	10
Patient 4	69	Contour Inizia 3 nano RITE BER VTE	entrée de gamme	0,6	68	9	10
Patient 5	70	Siemens Pure 301	milieu de gamme	1,0	69	1	1
Patient 6	70	Siemens 301 Life	milieu de gamme	2,5	67	2	5
Patient 7	72	P312 contour motion 301 S S1 E	milieu de gamme	8,0	64	2	10
Patient 8	72	Intiga 6 RITE	milieu de gamme	0,5	71	9	10
Patient 9	72	Contour Agil mini RITE	haut de gamme	0,5	71	7	8
Patient 10	73	Passion 115	très haut de gamme	5,0	68	10	15
Patient 11	74	Contour passion PA 110	haut de gamme	3,3	71	7	10
Patient 12	75	Contour passion WIDEX PA 440	haut de gamme	3,0	72	17	20
Patient 13	75	Chronos 5 Nano Rite de marque BERNAFON	milieu de gamme	0,5	75	4	5
Patient 14	81	P13 contour MIND 330 M9VC WID VTE	milieu de gamme	15,0	66	5	20
Patient 15	81	Aikia M Widex	milieu de gamme	5,0	76	5	10
Patient 16	53	Phonak Audeo smart IX	très haut de gamme	4,0	49	7	11
Patient 17	57	Phonak extra 211 AZ	milieu de gamme	10,0	47	7	17

Notons que tous les patients ont le même appareil auditif à droite et à gauche, à l'exception du patient 14 qui a à G un appareil Aikia AK9 WID VTE et le patient 15 qui a à G un appareil Mind 220 2 M Widex.

Annexe 6 : Audiométrie tonale des patients

	Tonale OD					Tonale OG					Perte meilleure Oreille	Type surdité
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Seuil auditif moyen sur 4 Fréquences	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Seuil auditif moyen sur 4 Fréquences		
Patient 1	15	50	65	65	49	20	40	65	60	46	46	M1
Patient 2	10	20	45	50	31	15	25	45	65	38	31	L
Patient 3	40	50	55	60	51	35	60	60	60	54	51	M1
Patient 4	40	40	55	75	53	35	50	70	100	64	53	M1
Patient 5	45	60	60	55	55	60	65	65	50	60	55	M1
Patient 6	25	25	60	45	39	20	20	60	60	40	39	L
Patient 7	20	10	25	50	26	10	15	30	70	31	26	L
Patient 8	30	35	45	50	40	25	30	40	55	38	38	L
Patient 9	30	35	40	55	40	30	30	35	45	35	35	L
Patient 10	15	15	70	60	40	15	25	65	65	43	40	L
Patient 11	15	25	50	65	39	15	20	45	75	39	39	L
Patient 12	10	10	55	75	38	10	20	55	75	40	38	L
Patient 13	45	50	45	55	49	40	40	55	55	48	48	M1
Patient 14	45	45	50	70	53	45	55	50	60	53	53	M1
Patient 15	15	45	50	55	41	15	45	55	55	43	41	M1
Patient 16	45	45	40	60	48	30	40	30	60	40	40	L
Patient 17	45	60	55	60	55	50	55	60	60	56	55	M1

Toutes les valeurs sont en dB

L : surdité légère

M1: surdité moyenne 1^{er} degré

Annexe 7 : Audiométrie vocale et niveau de discordance T/V

	VOCALE OD ou VOCALE EN CHAMP LIBRE						VOCALE OG						Discordance
	Seuil 50 % dB	Maxi %	Maxi dB	% de discrimination à + 35 dB	Valeur A	Valeur B	Seuil 50 % dB	Maxi %	Maxi dB	% de discrimination à + 35 dB	Valeur A	Valeur B	
Patient 1	60	100	90	NR	17	25	45	100	90	90	3	25	2
Patient 2	20	90	40	NR	-5	-5					-28	-45	0
Patient 3	40	100	70	100	-8	15	45	90	80	90	-7	20	1
Patient 4	30	90	50	NR	-15	-5	40	80	60	NR	-12	-10	0
Patient 5	70	60	90	NR	15	30	60	60	80	40	-3	15	2
Patient 6	18	100	50	100	-19	-10	20	100	80	80	-13	20	1
Patient 7	28	100	40	NR	10	15	10	100	20	NR	-8	-10	1
Patient 8	30	100	50	NR	-7	5	22	100	45	NR	-10	5	0
Patient 9	32	100	55	NR	-3	15					-32	-35	0
Patient 10	35	90	60	80	2	-10	33	100	60	NR	-2	-5	0
Patient 11	7	90	40	NR	-23	-10	10	90	40	NR	-17	-5	0
Patient 12	15	100	40	100	-10	-15	27	100	50	100	-1	-5	0
Patient 13	37	100	50	NR	-10	-5	34	80	40	NR	-11	-15	0
Patient 14	50	100	60	NR	3	10	55	100	70	NR	5	20	0
Patient 15	45	90	70	NR	8	20	47	90	70	NR	9	15	1
Patient 16	40	90	45	100	-3	5	40	100	60	100	7	30	1
Patient 17	40	100	65	100	-13	10	35	100	60	100	-20	0	0

NR : Non Renseigné

Valeur A : Différence entre seuil d'intelligibilité vocale avec la moyenne des intensités des seuils liminaires pour les fréquences 500, 1000, 2000 Hz

Valeur B : Différence entre le maximum d'intelligibilité et le seuil tonal liminaire obtenu pour la fréquence 2000 Hz

Annexe 8 : Résultats du questionnaire APHAB

	Facilité de communication (EC)			Bruit ambiant (BA)			Réverbération (RV)		
	non app	app	bénéf.	non app	app	bénéf.	non app	app	bénéf.
Patient 1	54%	21%	34%	91%	60%	31%	75%	65%	9%
Patient 2	50%	10%	40%	50%	33%	17%	65%	15%	50%
Patient 3	48%	17%	31%	91%	58%	33%	83%	54%	29%
Patient 4	75%	10%	65%	86%	29%	57%	91%	16%	75%
Patient 5	93%	62%	31%	97%	89%	8%	99%	97%	2%
Patient 6	62%	36%	27%	64%	48%	16%	89%	56%	33%
Patient 7	46%	17%	29%	91%	73%	18%	73%	48%	25%
Patient 8	25%	9%	16%	58%	34%	24%	48%	29%	19%
Patient 9	23%	5%	18%	46%	25%	21%	46%	12%	34%
Patient 10	29%	11%	19%	37%	31%	6%	69%	40%	29%
Patient 11	37%	7%	31%	77%	27%	50%	56%	19%	37%
Patient 12	44%	14%	29%	81%	54%	27%	91%	67%	25%
Patient 13	65%	3%	62%	44%	25%	19%	53%	8%	45%
Patient 14	50%	11%	39%	62%	36%	26%	81%	31%	50%
Patient 15	21%	7%	14%	56%	25%	31%	69%	38%	31%
Patient 16	29%	12%	17%	75%	46%	29%	60%	29%	32%
Patient 17	60%	25%	36%	75%	44%	31%	72%	30%	42%

	Sons indésirables (SI)			Score global			score amélioration du handicap
	non app	app	bénéf.	non app	app	bénéf.	
Patient 1	3%	38%	-35%	73%	49%	25%	34%
Patient 2	23%	37%	-15%	55%	19%	36%	65%
Patient 3	7%	22%	-15%	74%	43%	31%	42%
Patient 4	1%	1%	0%	84%	18%	66%	78%
Patient 5	1%	81%	-80%	96%	83%	14%	14%
Patient 6	3%	52%	-49%	72%	46%	25%	35%
Patient 7	3%	7%	-4%	70%	46%	24%	34%
Patient 8	1%	7%	-6%	44%	24%	20%	45%
Patient 9	1%	5%	-4%	38%	14%	24%	63%
Patient 10	1%	1%	0%	45%	27%	18%	40%
Patient 11	3%	19%	-16%	57%	18%	39%	68%
Patient 12	17%	58%	-42%	72%	45%	27%	38%
Patient 13	1%	4%	-3%	54%	12%	42%	78%
Patient 14	1%	1%	0%	64%	26%	38%	60%
Patient 15	3%	9%	-6%	48%	23%	25%	52%
Patient 16	17%	52%	-35%	55%	29%	26%	47%
Patient 17	13%	62%	-49%	69%	33%	36%	53%

Annexe 9 : Résultats détaillés du BAC - Test dichotique

	ordre sous test	Dreille désignée		Dreille non désignée			Somme	Aptitude dichotique	Prévalence Dreille	t stat
		2	4	1	3	5				
		3 chiffres	2 adjectifs	subst B	2 chiffres	2 adjectifs				
Patient 1	Complet	3	0	0	2	0	5			
	Dr exclusive	4	0	0	4	0	8	10%	23%	0,83
	G exclusive	2	0	1	2	0	5			
Patient 2	Complet	4	1	0	4	0	9			
	Dr exclusive	3	3	2	2	1	11	18%	29%	1,21
	G exclusive	3	1	1	1	0	6			
Patient 3	Complet	0	0	0	1	0	1			
	Dr exclusive	7	5	4	5	2	23	2%	77%	3,92
	G exclusive	1	0	0	2	0	3			
Patient 4	Complet	1	0	0	1	0	2			
	Dr exclusive	6	2	5	5	2	20	4%	74%	3,54
	G exclusive	0	0	0	3	0	3			
Patient 5	Complet	5	0	0	6	0	11			
	Dr exclusive	5	2	2	3	1	13	22%	37%	1,61
	G exclusive	0	1	5	0	0	6			
Patient 6	Complet	3	0	0	0	0	3			
	Dr exclusive	2	0	2	2	0	6	6%	-29%	-1,21
	G exclusive	2	2	2	5	0	11			
Patient 7	Complet	9	0	1	6	0	16			
	Dr exclusive	1	2	1	0	2	6	32%	-45%	-2,13
	G exclusive	0	6	3	3	4	16			
Patient 8	Complet	5	0	5	4	0	14			
	Dr exclusive	4	2	2	3	4	15	28%	58%	2,52
	G exclusive	0	1	0	3	0	4			
Patient 9	Complet	8	1	2	2	0	13			
	Dr exclusive	2	2	3	6	3	16	26%	33%	1,63
	G exclusive	0	4	1	2	1	8			
Patient 10	Complet	1	0	0	1	0	2			
	Dr exclusive	7	1	3	2	1	14	4%	22%	1,04
	G exclusive	2	0	1	6	0	9			
Patient 11	Complet	4	0	0	1	0	5			
	Dr exclusive	2	1	1	1	2	7	10%	-22%	-0,94
	G exclusive	2	1	3	4	1	11			
Patient 12	Complet	5	0	0	7	0	12			
	Dr exclusive	4	5	8	1	4	22	24%	52%	2,79
	G exclusive	1	1	0	2	3	7			
Patient 13	Complet	5	1	0	1	0	7			
	Dr exclusive	3	1	5	4	2	15	14%	25%	1,22
	G exclusive	2	2	2	2	1	9			
Patient 14	Complet	6	0	0	5	0	11			
	Dr exclusive	3	3	2	1	3	12	22%	14%	0,65
	G exclusive	1	1	2	4	1	9			
Patient 15	Complet	5	1	1	6	0	13			
	Dr exclusive	5	2	4	4	4	19	26%	58%	2,86
	G exclusive	0	3	0	0	2	5			
Patient 16	Complet	5	0	1	7	0	13			
	Dr exclusive	5	6	6	3	3	23	26%	92%	4,49
	G exclusive	0	0	1	0	0	1			
Patient 17	Complet	6	3	4	8	0	21			
	Dr exclusive	4	4	4	1	4	17	42%	100%	4,12
	G exclusive	0	0	0	0	0	0			

Annexe 10 : Résultats détaillés du BAC Test d'intégration auditive Lafon 30

	Age	Lafon 30 SB (Sans Bruit)				Lafon 30 AB (Avec Bruit)			
		Résultat brut	moyenne réf. Etalonnage	écart type réf. Etalonnage	Valeur Centrée Réduite	Résultat brut	moyenne réf. Etalonnage	écart type réf. Etalonnage	Valeur Centrée Réduite
Patient 1	63	15	29,3	1	-14,3	13	25,7	3	-4,2
Patient 2	66	20	28,5	2,1	-4,0	11	23,9	3,7	-3,5
Patient 3	69	18	28,5	2,1	-5,0	8	23,9	3,7	-4,3
Patient 4	69	22	28,5	2,1	-3,1	9	23,9	3,7	-4,0
Patient 5	70	14	28,4	1,5	-9,6	1	19,1	4,3	-4,2
Patient 6	70	19	28,4	1,5	-6,3	10	19,1	4,3	-2,1
Patient 7	72	24	28,4	1,5	-2,9	20	19,1	4,3	0,2
Patient 8	72	26	28,4	1,5	-1,6	15	19,1	4,3	-1,0
Patient 9	72	28	28,4	1,5	-0,3	14	19,1	4,3	-1,2
Patient 10	73	18	28,4	1,5	-6,9	12	19,1	4,3	-1,7
Patient 11	74	21	28,4	1,5	-4,9	17	19,1	4,3	-0,5
Patient 12	75	22	26,2	3,7	-1,1	13	19,5	4,2	-1,5
Patient 13	75	18	26,2	3,7	-2,2	8	19,5	4,2	-2,7
Patient 14	81	24	26,2	3,7	-0,6	11	19,5	4,2	-2,0
Patient 15	81	27	26,2	3,7	0,2	27	19,5	4,2	1,8
Patient 16	53	21	29,5	1,3	-6,5	12	27,2	2,7	-5,6
Patient 17	57	17	29,5	1,3	-9,6	14	27,2	2,7	-4,9

Annexe 11 : Résultats détaillés du BAC Configurations en hauteur et durée - MLD

	Age	Configuration Hauteur			Configuration Durée			MLD				
		Réponses Miroir	Total de bonnes réponses	Performance	Réponses Miroir	Total de bonnes réponses	Performance	Résultat brut	Moyenne Réf. Etalonnage	Ecart type Réf. Etalonnage	Valeur centrée réduite	Performance
Patient 1	63	0	4	P	0	6	P	2	3,1	1,3	-0,8	N
Patient 2	66	10	20	N	1	14	N	5,5	3,3	1,1	2,0	N
Patient 3	69	0	0	P	0	10	N	1,5	3,3	1,1	-1,6	P
Patient 4	69	1	7	L	0	12	N	4	3,3	1,1	0,6	N
Patient 5	70	0	13	N	0	11	N	1	3,5	1,7	-1,5	P
Patient 6	70	2	16	N	0	20	N	5	3,5	1,7	0,9	N
Patient 7	72	0	20	N	0	20	N	1,5	3,5	1,7	-1,2	P
Patient 8	72	0	7	N	0	18	N	2	3,5	1,7	-0,9	N
Patient 9	72	0	0	P	0	0	P	3,5	3,5	1,7	0,0	N
Patient 10	73	0	20	N	0	18	N	3,5	3,5	1,7	0,0	N
Patient 11	74	2	18	N	0	14	N	4	3,5	1,7	0,3	N
Patient 12	75	0	20	N	0	16	N	5	4	0,6	1,7	N
Patient 13	75	2	10	L	0	20	N	3,5	4	0,6	-0,8	N
Patient 14	81	6	14	N	0	18	N	2	4	0,6	-3,3	P
Patient 15	81	0	20	N	1	20	N	3	4	0,6	-1,7	P
Patient 16	53	0	20	N	1	12	L	-2	3,8	1,7	-3,4	P
Patient 17	57	0	20	N	0	20	N	6	3,8	1,7	1,3	N

N : Normal L : Limite P : Pathologique

Annexe 12 : Résultats détaillés de la double tâche de Baddeley

	Age	NSC	Empan	Tâche de répétition condition simple A	Tâche de répétition condition double B	Tâche motrice condition simple C	Tâche motrice condition double D	MU : Diminution de la performance			
								Résultat brut	Moyenne réf. Étalonnage	Ecart type réf. Étalonnage	Valeur Centrée Réduite
Patient 1	63	1	3	92%	92%	143	113	89,66	88,40	15,70	0,08
Patient 2	66	3	5	88%	88%	175	166	97,06	91,80	12,10	0,43
Patient 3	69	2	3	96%	92%	135	129	95,78	88,60	11,40	0,63
Patient 4	69	1	4	100%	96%	147	144	97,19	88,40	15,70	0,56
Patient 5	70	3	4	95%	83%	102	91	88,91	91,80	12,10	-0,24
Patient 6	70	2	4	71%	74%	160	139	94,99	88,60	11,40	0,56
Patient 7	72	3	6	100%	100%	156	163	102,24	91,80	12,10	0,86
Patient 8	72	1	4	78%	100%	166	154	107,50	88,40	15,70	1,22
Patient 9	71	1	4	95%	92%	100	106	101,43	88,40	15,70	0,83
Patient 10	73	3	4	81%	83%	147	83	79,42	91,80	12,10	-1,02
Patient 11	74	2	5	89%	95%	158	149	100,21	88,60	11,40	1,02
Patient 12	75	1	4	100%	95%	179	159	92,14	88,40	15,70	0,24
Patient 13	75	1	5	53%	63%	94	27	69,47	88,40	15,70	-1,21
Patient 14	81	2	5	94%	83%	143	114	84,30	88,60	11,40	-0,38
Patient 15	81	3	5	76%	83%	171	166	101,97	91,80	12,10	0,84
Patient 16	53	3	6	100%	87%	120	166	112,47	94,50	13,70	1,31
Patient 17	57	3	4	100%	100%	160	170	103,13	94,50	13,70	0,63

Classification NSC double tâche de Baddeley : NSC 1 : \leq CEP NSC 2 : $>$ CEP et $<$ BAC NSC 3 : $>$ BAC

Annexe 13 : Résultats détaillés du PASAT

	Age	NSC	Bonnes Réponses			Erreurs			
			Résultat brut	Percentile	Performance	Télescopage	Erreurs de calcul	Non réponses	Réponses hors délai
Patient 1	63	I	36	5	Anormalement Faible	3	7	14	0
Patient 2	66	2	50	25	Moyenne faible	0	7	3	0
Patient 3	69	2	57	50	Moyenne	0	3	0	0
Patient 4	69	1	21	5	Anormalement Faible	13	1	25	0
Patient 5	70	2	35	5	Anormalement Faible	0	12	13	0
Patient 6	70	2	56	75	Bonne	1	1	2	0
Patient 7	72	2	57	75	Bonne	2	0	0	1
Patient 8	72	1	46	50	Moyenne	6	3	5	0
Patient 9	72	1	33	5	Anormalement Faible	2	6	19	0
Patient 10	73	2	41	10	Anormalement Faible	1	5	12	1
Patient 11	74	2	40	5	Anormalement Faible	6	12	2	0
Patient 12	75	I	59	90	Très bonne	0	0	1	0
Patient 13	75	1	52	50	Moyenne	3	3	2	0
Patient 14	81	2	54	75	Bonne	2	3	0	1
Patient 15	81	2	46	50	Moyenne	0	1	13	0
Patient 16	53	III	57	25	Moyenne faible	0	0	3	0
Patient 17	57	IV	60	90	Très bonne	0	0	0	0

Classification NSC PASAT :

$51 \leq \text{Age} \leq 63$ NSC I : \leq 8 ans d'études NSC III : de 12 à 14 ans d'études NSC IV : de 15 ans d'études à +

$64 \leq \text{Age} \leq 85$ NSC I : \leq 10 ans d'études NSC 2 : $>$ 10 ans d'éstu

RESUME

La presbyacousie, enjeu de santé majeur, est un modèle de pathologie multifactorielle. Elle atteint certes l'audition périphérique. Mais, elle fait également intervenir des facteurs centraux et des facteurs cognitifs. La combinaison de ces trois niveaux d'atteinte entraînerait donc des troubles perceptivo cognitifs beaucoup plus complexes qu'une simple surdité. Ainsi par exemple, ces adultes se plaignent de façon r currenente de ne pas comprendre dans le bruit, au delà des résultats obtenus au niveau des seuils auditifs et en dépit du port régulier de l'aide auditive. Or, en France, de nombreux patients presbyacousiques sont appareillés sans prescription de bilan orthophonique. L'hypothèse est posée d'une possible amélioration de la communication par une r ducation orthophonique spécifique incluant un entraînement auditif ciblé, la stimulation de l'attention et de la mémoire de travail. Cela suppose au préalable d'affiner le diagnostic orthophonique en précisant l'origine du trouble. Nous avons donc mené une étude exploratoire auprès de 17 patients presbyacousiques appareillés se plaignant de ne pas comprendre dans le bruit afin de répondre à cette question. L'insatisfaction de certains patients vis-à-vis d'une prothèse auditive pour la compréhension de la parole en milieu bruyant est-elle la conséquence d'une altération des processus auditifs centraux, de troubles de la mémoire et/ou de l'attention ? Nos résultats indiquent que ces patients présentent des troubles de l'audition centrale objectivés par deux des sub-tests du BAC mesurant les capacités de décodage phonétique et l'aptitude dichotique. Certains patients présentent également une altération de l'attention soutenue et/ou de la mémoire de travail. En revanche, nous n'avons pas mis en évidence de corrélation entre le niveau d'atteinte de ces fonctions et le niveau de gène en milieu bruyant objectivé par le questionnaire APHAB. L'orthophoniste a toute sa place dans un travail interdisciplinaire avec l'ORL et l'audioprothésiste afin d'améliorer l'accompagnement du patient presbyacousique appareillé.

MOTS CLES

Presbyacousie - Audition centrale - B.A.C. - Mémoire de travail - Attention - Compréhension de la parole - Appareillage auditif – Interdisciplinarité