



**HAL**  
open science

# Privation sensorielle auditive et réhabilitation chez le sujet âgé : conséquences sur le fonctionnement cognitif

Séverine Leusie

## ► To cite this version:

Séverine Leusie. Privation sensorielle auditive et réhabilitation chez le sujet âgé : conséquences sur le fonctionnement cognitif. Neurosciences [q-bio.NC]. Université Claude Bernard - Lyon I, 2015. Français. NNT : 2015LYO10043 . tel-01148565

**HAL Id: tel-01148565**

**<https://theses.hal.science/tel-01148565v1>**

Submitted on 4 May 2015

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

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

Thèse en vue de l'obtention du  
**Doctorat en Neurosciences et Cognition**  
**de l'Université Lyon 1**

Délivré par : l'Université Claude Bernard Lyon 1

Champ disciplinaire : Neurosciences

Présentée et soutenue par Séverine LEUSIE

Le 20 mars 2015

**Privation sensorielle auditive  
 et réhabilitation chez le sujet âgé :  
 conséquences sur le fonctionnement cognitif**

*N° de thèse : 43 - 2015*

**JURY**

Lionel COLLET	Président du jury
Caroline HOMMET	Rapporteur
Yves MATILLON	Examineur
Fanny MEUNIER	Examineur
Xavier PERROT	Directeur de thèse
Marc PRÉVEL	Examineur
François PUISIEUX	Rapporteur
Laurent VERGNON	Examineur

École Doctorale : Neurosciences et Cognition (ED 476)

Unité de recherche : Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon- Équipe Dynamique Cérébrale et Cognition (INSERM U1028 – CNRS UMR 5292 – Université Lyon 1)

Directeur de thèse : Xavier PERROT



# UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

## **Président de l'Université**

Vice-président du Conseil d'Administration

Vice-président du Conseil des Études et de la Vie Universitaire

Vice-président du Conseil Scientifique

Directeur Général des Services

**M. François-Noël GILLY**

M. le Professeur Hamda BEN HADID

M. le Professeur Philippe LALLE

M. le Professeur Germain GILLET

M. Alain HELLEU

## **COMPOSANTES SANTE**

Faculté de Médecine Lyon Est – Claude Bernard

Faculté de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud – Charles  
Mérieux

Faculté d'Odontologie

Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques

Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation

Département de formation et Centre de Recherche en Biologie  
Humaine

Directeur : M. le Professeur J. ETIENNE

Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON

Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS

Directeur : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA

Directeur : M. le Professeur Y. MATILLON

Directeur : Mme. la Professeure A-M. SCHOTT

## **COMPOSANTES ET DEPARTEMENTS DE SCIENCES ET TECHNOLOGIE**

Faculté des Sciences et Technologies

Département Biologie

Département Chimie Biochimie

Département GEP

Département Informatique

Département Mathématiques

Département Mécanique

Département Physique

UFR Sciences et Techniques des Activités Physiques et  
Sportives

Observatoire des Sciences de l'Univers de Lyon

Polytech Lyon

Ecole Supérieure de Chimie Physique Électronique

Institut Universitaire de Technologie de Lyon 1

Ecole Supérieure du Professorat et de l'Éducation

Institut de Science Financière et d'Assurances

Directeur : M. F. DE MARCHI

Directeur : M. le Professeur F. FLEURY

Directeur : Mme Caroline FELIX

Directeur : M. Hassan HAMMOURI

Directeur : M. le Professeur S. AKKOUCHE

Directeur : M. le Professeur Georges TOMANOV

Directeur : M. le Professeur H. BEN HADID

Directeur : M. Jean-Claude PLENET

Directeur : M. Y.VANPOULLE

Directeur : M. B. GUIDERDONI

Directeur : M. P. FOURNIER

Directeur : M. G. PIGNAULT

Directeur : M. le Professeur C. VITON

Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE

Directeur : M. N. LEBOISNE

**Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon- Équipe Dynamique Cérébrale et Cognition** (INSERM U1028 – CNRS UMR 5292 – Université Lyon 1) ;  
Centre Hospitalier Le Vinatier (Bât. 452) 95,  
Bd Pinel 69500, Bron, France

**Groupe de Recherche Alzheimer Presbyacousie (GRAPsanté)** ; Hôpital Simone Veil, Pavillon Demirleau, 1 rue Jean Moulin, 95160 Montmorency, France

**Service d’Audiologie et Explorations Orofaciales**, Pavillon Chirurgical 3A ;  
165, chemin du Grand Revoyet, 69319 Pierre-Bénite, France

**Fondation NEURODIS**, INSERM Bâtiment 452B, Centre hospitalier du Vinatier, 95 boulevard Pinel, F 69675 Bron Cedex

# Dédicaces

À Xavier PERROT

Il a été le directeur de ma thèse. Il a su me donner le goût du travail bien fait, corrigeant, revoyant chaque document avec toujours la même rigueur. Qu'il soit assuré de ma reconnaissance.

À Lionel COLLET

Je n'oublierai jamais la première fois que je l'ai vu, lorsqu'il m'a proposé les deux thèmes des études que j'ai faites pour cette thèse. Je voudrais le remercier d'avoir toujours été là quand j'en avais besoin. Qu'il soit assuré de mon respect, de ma confiance, et de ma très sincère reconnaissance.

À Mireille SAN JULLIAN

Présidente du GRAP*santé*, elle est pour beaucoup plus qu'elle ne le croit dans la merveilleuse aventure qui m'arrive aujourd'hui. Je lui voue une très sincère reconnaissance pour sa générosité, sa confiance, sa grandeur d'esprit. Elle m'a donné un exemple que j'essayerai de suivre toute ma vie.

À François PUISIEUX

Il a toute mon admiration et est pour moi l'exemple à suivre.  
Je suis très heureuse et très fière qu'il ait accepté d'être rapporteur de ma thèse.  
Avec tous mes remerciements et mon profond respect.

À Caroline HOMMET

Qui m'a fait l'honneur d'être rapporteur de ma thèse, je tiens à lui exprimer toute ma gratitude et ma fierté.  
Qu'elle soit assurée de ma respectueuse reconnaissance.

À François CHAPUIS

Pour l'aide et la compréhension dont il a fait preuve à mon égard. Ses encouragements m'ont été très précieux. Avec mes plus sincères remerciements.

À Fanny MEUNIER

Sa délicatesse, la justesse de ses propos, sa générosité m'ont communiqué une force dont je lui suis très reconnaissante.

À Marc PRÉVEL

Il est pour moi un exemple de droiture, de générosité, d'intelligence et de délicatesse communicative à qui je ne rendrai jamais assez tout ce qu'il m'a donné.  
Avec toute mon affection.

À Yves MATILLON

Qui a accepté de participer au jury de ma thèse.

C'est un grand honneur pour moi, je lui en suis très reconnaissante.

À Denis POUCHAIN

C'est un maître à penser que j'admire et que j'ai appris à aimer.

Merci du fond du cœur.

À Jean-Louis LE MOIGNE

Pouvoir parler avec lui, l'écouter sont des privilèges dont je mesure la valeur. Qu'il me soit permis de lui exprimer mon admiration, ma reconnaissance et ma profonde affection.

À Jean-Marie VETEL

Dont l'enthousiasme est communicatif, la richesse des conseils toujours bienvenue, c'est un bonheur de travailler avec lui.

À Rémi GERVAIS

Pour sa prévenance, sa compréhension, son accueil si précieux pour ses étudiants.

J'ai pu bénéficier de ses conseils et de la force qu'il communique à ses futurs docteurs.

À Olivier BERTRAND

Qui m'a accueillie dans son équipe de recherche.

Avec toute ma gratitude.

À Patrick BLIN

Qui m'a aidée à voir clair dans les statistiques, à comprendre la méthodologie et à voir tout l'intérêt d'une grande rigueur. Il a été un soutien indéfectible. Je l'en remercie très sincèrement.

À Claire RIGAUD-BULLY

Pour ses attentions, sa délicatesse et ses réponses à tous les problèmes que je lui ai posés.

Avec tous mes remerciements pour son aide dans les projets qu'elle m'a permis de mener sans souci.

À Martine THEILLERE

Qui m'a tellement facilité la vie pendant ces années de thèse.

Très cordialement.

À Evelyne ROBIN

Pour son écoute et ses conseils.

Je la remercie pour sa disponibilité auprès des étudiants pendant ces trois années.

À David AUBEL

Son accueil, sa disponibilité, son enthousiasme m'ont permis d'apprendre un peu ce qu'est l'audioprothèse. Je ne lui dirai jamais assez merci car je n'aurai pas pu faire ma thèse sans ces notions essentielles pour comprendre le presbycusis. Qu'il soit sûr de mon plus sincère attachement.

Au Docteur Samir DHOUB

Qui m'a fait vivre et aimer l'ORL et qui m'a tant aidée pour la réalisation de mes études de thèse. Mes plus sincères remerciements, et ma très grande amitié.

Au Docteur Philippe TAURAND

Qui m'a accueillie dans son service et m'a fait découvrir la maladie d'Alzheimer et les démences du même type. Je lui en suis très obligée. Qu'il veuille bien accepter ma très sincère amitié.

Au Docteur Judith AUBEL

Qui est pour moi un modèle de courage et de ténacité.  
Avec ma sincère affection.

Aux Docteurs Christian BATCHY, Hervé COHEN, Bruno FROGER

Ils savent à quel point ils m'ont aidée et à quel point je m'efforcerai de leur rendre.

À Boris DUVIGNEAU

Qui m'a tellement aidée dans la préparation de mes tests.  
Très sincèrement.

À mon très cher parrain Michel, à Véronique

Pour leur relecture si éclairée.

À tous les patients

Que j'ai suivis ces six dernières années et qui ont participé d'une manière ou d'une autre à la construction de cette thèse. Merci pour leur patience, leur participation, leurs retours, leur gentillesse, leur générosité et leur confiance.

Au GRAP*santé*

Qui m'a tant donné et à ses membres auxquels j'ai pu demander tant de services et avec lesquels je me suis liée d'amitié : Alexandre AUBERT, Marie-José AVENIER, Éric BLIN, Élisabeth BROQUET, Nicole DENNI-KRICHEL, Laurent DROUIN, Monique FERRY, Philippe FLEURANCE, Bruno GALLET, Dominique GENELOT, Jacqueline GUIBERT, Mélanie HARICHAUX, Aurélie JANNET, Sophie JOUBERT, Brigitte KIEFFER, Marie-Agnès KOZA, Eddy LAMBERT, Jamie LENCHANTIN, Yves LASRY, Stéphane LAURENT, Hélène LE ROUX, Sophie LIENHARDT, Aurélie LOPEZ, Mathieu MARX, Lauriane PETEUIL, Nicole RIBETTE-MILONAS, Régis RIBETTE, Ramiro RIERA, Thierry ROUSSEAU, Émilie VATIN, Pilar VERDONCQ... et j'en oublie sûrement.

À ma famille.

À mon Papa, à ma Maman, pour la vie qu'ils m'ont donnée  
et que je suis si heureuse aujourd'hui de vivre grâce à eux.  
Ils ont tout l'amour de leur fille.

À Laurent Vergnon.

# Remerciements

Je voudrais ici remercier mes parrains : David AUBEL, Pascal BOULUD, Jean-François HERT, Christian RENARD et Paul VIUDEZ, pour l'aide qu'ils m'ont apportée dans la réalisation matérielle de cette thèse.

Ils ont permis au GRAP*santé* avec l'aide de l'université Lyon 1, la Fondation Neurodis et l'Inserm de financer ma thèse sans aucun regard sur ce que je faisais. Leur confiance me touche profondément et je tenais à les remercier de leur grande discrétion dans leur geste.

## **Privation sensorielle auditive et réhabilitation chez le sujet âgé : conséquences sur le fonctionnement cognitif**

**Résumé :** La presbycousie est une maladie qui concernerait plus de 12 millions de Français mais qui reste peu connue. Si elle n'est pas traitée tôt, elle peut entraîner de graves complications comme des troubles de la communication, de la dépression et des troubles cognitifs. Le constat actuel est que très peu de presbycousiques sont traités, et lorsqu'ils le sont, le résultat semble insuffisant. L'objet de cette thèse est de proposer à partir des connaissances actuelles, des solutions adaptées aux besoins de ces patients, du dépistage à la réadaptation. Trois études ont été menées : l'étude « AcoumAudio », déclinée en trois volets a montré que l'acoumétrie vocale était un bon test de dépistage de la surdité chez les personnes âgées, d'évaluation du degré de perte auditive et de mesure du gain auditif fonctionnel après réhabilitation ; l'étude 1 intitulée « Privation sensorielle auditive et fonctionnement cognitif chez le sujet âgé (ACADem) » a montré que le port d'un appareillage auditif pouvait préserver d'une dégradation cognitive ; et l'étude 2 intitulée « Faisabilité d'une Réhabilitation Conjointe Audioprothétique et Orthophonique pour les Presbycousiques (FRéCAOP) » a montré qu'il était possible de proposer une prise en charge plus complète et efficiente de la presbycousie, dans un circuit de l'audition du GRAP*santé*, incluant nécessairement un Aidant.

**Mots clés :** presbycousie, personnes âgées, réhabilitation-rééducation-réadaptation, aides auditives, audioprothèse, orthophonie, ORL, gériatrie, médecine générale, troubles auditifs, troubles cognitifs, aidant.

## **Auditory deprivation and rehabilitation in the elderly: consequences on cognitive functioning**

**Abstract:** Presbycusis is a disease that occurs in more than 12 million French people, but which is still not well known. If it is not treated early, it can lead to serious complications such as communication disorders, depression and cognitive impairment. The current situation is that very few presbycusis patients are treated, and when they are, the result seems insufficient. The purpose of this thesis is to propose using current data, solutions tailored to the needs of these patients, from screening to rehabilitation. Three studies were conducted: the "AcoumAudio" Study, available in three components showed that the vocal acoumetry was a good hearing test to screen elderly people, to evaluate the degree of hearing disorders and to measure functional auditory gain after rehabilitation; Study 1 entitled "Auditory deprivation and cognitive functioning in the elderly" showed that wearing hearing aids could preserve from cognitive deterioration; and Study 2 entitled "Feasibility of a Conjoint Rehabilitation involving audiology and speech therapy for presbycusis (FRéCAOP)" showed that it was possible to offer a more complete and efficient management of presbycusis, in the hearing circuit of GRAP*santé*, necessarily including a caregiver.

**Keywords:** presbycusis, elderly, rehabilitation, hearing aids, speech therapy, ENT, geriatrics, general medicine, auditory disorders, cognitive disorders, caregiver.

# Épigraphe

*Je n'ai fait celle-ci plus longue que parce que je n'ai pas eu le loisir de la faire plus courte.*

Blaise Pascal, *Les Provinciales* (1862) éd. Monmerqué, 1656,  
Seizième lettre aux révérends pères jésuites, p.191

# Table des matières

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE.....</b>	<b>10</b>
1. <i>Présentation du sujet</i> .....	10
2. <i>Cadre conceptuel</i> .....	12
a. Les motivations.....	12
b. La pensée complexe.....	13
c. La neuro-anatomo-physiopathologie.....	18
3. <i>Projet de thèse</i> .....	19
a. Données du problème.....	19
b. Objectifs.....	21
c. Moyens.....	21
<b>PREMIÈRE PARTIE : ÉTAT DES CONNAISSANCES .....</b>	<b>24</b>
<b>CHAPITRE I : LA PRESBYACOUSIE .....</b>	<b>24</b>
1. <i>La clinique</i> .....	25
2. <i>L'évolution</i> .....	26
a. La presbyacousie subclinique.....	27
b. La presbyacousie clinique patente.....	27
c. La presbyacousie compliquée.....	27
3. <i>Les complications</i> .....	27
a. Les complications liées à l'âge.....	28
b. Les troubles liés directement à la perte auditive.....	28
c. Autres complications pouvant émailler l'évolution de la presbyacousie.....	35
4. <i>Le traitement actuel</i> .....	39
<b>CHAPITRE II : ANATOMO-PHYSIO-PATHOLOGIE DE LA PRESBYACOUSIE, EN COMPLEXITÉ .....</b>	<b>42</b>
1. <i>Préambule</i> .....	42
2. <i>Quelques notions de base</i> .....	46
a. Le neurone.....	46
b. La conscience.....	47
c. La neuromodulation.....	48
d. La mémoire et l'attention.....	48
e. La musique mobilise une « autre oreille ».....	52
f. La complexité du système nerveux.....	52
3. <i>Percevoir</i> .....	54
a. L'extéroception et la cognition.....	54
b. L'intéroception et les émotions.....	56
c. La proprioception.....	61
4. <i>Agir</i> .....	63
a. Les actions musculaires.....	64
b. La proprioception.....	69

c.	Les actions musculaires dans l'audition .....	71
d.	Actions et neuromodulation .....	71
e.	Pensées (actions sans muscles) .....	72
5.	<b>ÊTRE</b> .....	73
a.	Les émotions et les sentiments d'émotions .....	74
b.	La conscience et le « MOI » .....	75
c.	Partons de la cognition .....	77
d.	L'audition et les émotions (Qualia) .....	77
e.	Mais où sont les émotions ? .....	82
f.	L'audition comme centre d'intérêt .....	85
g.	Les qualia et la conscience ? .....	86
6.	<b>Le système auditif</b> .....	89
a.	Quelques notions d'anatomie et de physiologie de l'oreille .....	89
b.	Les neurones .....	92
c.	Le Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues, Auditives .....	92
d.	Les cortex auditifs .....	93
7.	<b>Quelques notions supplémentaires</b> .....	94
a.	L'acoustique .....	94
b.	Les sons selon l'endroit où ils sont émis .....	96
c.	La psychoacoustique .....	96
d.	Quelques notions de phonétique et de musique .....	97
e.	On construit son monde sonore, à chacun « son oreille » .....	100
<b>CHAPITRE III : ANALYSE DES BESOINS THÉORIQUES</b> .....		<b>101</b>
1.	<i>Privation sensorielle auditive et cognition</i> .....	101
2.	<i>Évaluation</i> .....	102
3.	<i>Processus de prise en charge</i> .....	104
<b>DEUXIÈME PARTIE : LES ÉTUDES</b> .....		<b>107</b>
<b>CHAPITRE I : L'ACOUMÉTRIE VOCALE COMME OUTIL D'ÉVALUATION (ÉTUDES « ACOUMAUDIO »)</b> .....		<b>107</b>
1.	<i>Notions préliminaires</i> .....	108
a.	Qu'est ce qu'un seuil d'audition et quel est son intérêt ? .....	108
b.	Qu'entendons-nous par « seuil de compréhension » ? .....	108
c.	Qu'est-ce qu'une « perte moyenne auditive » ? .....	109
d.	Comment classer les surdités ? .....	109
2.	<i>AcoumAudio I : dépistage</i> .....	110
a.	Introduction .....	110
b.	Méthode .....	113
c.	Résultats .....	115
d.	Conclusion .....	117
3.	<i>AcoumAudio II : classification des surdités</i> .....	117
a.	Introduction .....	117
b.	Méthode .....	118
c.	Résultats .....	119
d.	Discussion .....	123
e.	Conclusion .....	126

4.	<i>AcoumAudio III : mesure du gain auditif fonctionnel</i> .....	126
a.	Introduction.....	126
b.	Méthode.....	127
c.	Résultats.....	128
d.	Discussion.....	132
e.	Conclusion.....	133
5.	<i>AcoumAudio I, II et III : discussion</i> .....	133
a.	La presbycousie va évoluer.....	133
b.	Validité de l'acoumétrie vocale à voix chuchotée : un test très sensible.....	135
c.	Le test est-il examinateur-dépendant ?.....	135
d.	Les conditions de passation : au plus proche de la physiologie et de la perception auditive intégrée.....	136
e.	La physiopathologie pour mieux comprendre la presbycousie.....	136
f.	Impact du dépistage précoce.....	138
g.	L'acoumétrie vocale au quotidien.....	139
<b>CHAPITRE II : PRIVATION SENSORIELLE AUDITIVE ET FONCTIONS COGNITIVES (ÉTUDE 1 « ACADEM »)</b> .....		<b>141</b>
1.	<i>Introduction</i> .....	141
2.	<i>Méthode</i> .....	143
a.	Objectifs, type d'étude, sujets.....	143
b.	Examens.....	143
3.	<i>Résultats</i> .....	143
a.	Scores cognitifs.....	143
b.	Gain auditif et dépression.....	144
c.	Ancienneté d'appareillage.....	144
4.	<i>Discussion</i> .....	145
a.	L'inclusion.....	145
b.	Appareillage ne veut pas dire prise en charge.....	145
c.	Surdité avec ou sans gêne sociale.....	146
d.	Les freins à la réhabilitation auditive chez la personne âgée.....	146
e.	Conclusion.....	147
<b>CHAPITRE III : FAISABILITÉ D'UNE RÉHABILITATION CONJOINTE AUDIOPROTHÉTIQUE ET ORTHOPHONIQUE POUR LES PRESBYCOUSIQUES (ÉTUDE 2 « FRÉCAOP »)</b> .....		<b>148</b>
1.	<i>Introduction</i> .....	148
2.	<i>Préparation de l'étude</i> .....	149
a.	Les besoins.....	149
b.	L'utilisation des bases neuro-physio-pathologiques.....	153
c.	La construction du protocole.....	166
d.	Présentation du protocole choisi.....	179
3.	<i>Méthode</i> .....	183
a.	Objectifs, hypothèse et sujets.....	183
b.	Critères de sélection.....	184
c.	Groupes de prise en charge.....	185
d.	Évaluations.....	185
4.	<i>Résultats</i> .....	189
a.	Analyses intergroupes à l'inclusion.....	189
b.	Analyses intergroupes à 1 mois.....	190
c.	Analyses intergroupes à 6 mois.....	190

d.	Analyse du gain auditif fonctionnel .....	191
e.	Analyse du bénéfice prothétique .....	192
f.	Analyse des scores cognitifs.....	192
g.	Analyse des capacités de compréhension.....	193
h.	Analyses de la qualité de vie patient-aidant.....	194
5.	<i>Discussion, une ébauche suite aux premiers résultats</i> .....	194
6.	<i>Perspectives : la presbyacousie : une nouvelle approche</i> .....	196
a.	Sur le plan thérapeutique .....	197
b.	Sur le plan des problèmes posés .....	199
c.	Sur le plan des soignants.....	200
d.	Sur le plan du cahier de suivi.....	201
e.	Conclusion et perspectives .....	202

## **TROISIÈME PARTIE : BILAN, CONSÉQUENCES ET PERSPECTIVES..... 205**

### **CHAPITRE I : PRÉCISION DES BESOINS ET DES OBSTACLES ..... 207**

1.	<i>Avant-propos</i> .....	207
2.	<i>Constatations générales</i> .....	207
3.	<i>Chacun sa part, mais en équipe</i> .....	210
4.	<i>Le gériatre et le généraliste</i> .....	211
5.	<i>L'ORL</i> .....	212
6.	<i>L'audioprothésiste</i> .....	212
7.	<i>L'orthophoniste</i> .....	213
8.	<i>Le patient</i> .....	214
a.	Le patient sourd .....	214
b.	Le patient âgé.....	215
c.	Les conditions de vie du patient.....	215
d.	L'Aidant du presbyacousique .....	215
9.	<i>Principaux obstacles à la prise en charge actuelle</i> .....	217
a.	Les problèmes liés à la presbyacousie .....	217
b.	Les problèmes liés aux aides auditives .....	217
c.	Les problèmes liés au patient.....	218
d.	Les problèmes liés à l'Aidant.....	219
e.	Les problèmes liés au mauvais usage des appareils .....	219
f.	Les problèmes liés aux audioprothésistes.....	220
g.	Les problèmes liés aux orthophonistes.....	220
10.	<i>En conclusion</i> .....	221

### **CHAPITRE II : NOS PROPOSITIONS POUR MIEUX TRAITER ; LE CIRCUIT DE L'AUDITION ..... 222**

1.	<i>Préambule</i> .....	222
2.	<i>Accepter de changer les pratiques actuelles</i> .....	225
a.	La situation actuelle.....	225
b.	Que proposons-nous ?.....	227
3.	<i>Les missions du Circuit du GRAPsanté</i> .....	229
a.	Exister et perdurer .....	229
b.	Dépister précocement .....	230
c.	Diagnostiquer et proposer un traitement en équipe.....	231

d.	Prendre en charge à vie en assurant le suivi .....	237
e.	Former .....	240
4.	<i>L'obligation d'une réhabilitation fonctionnelle</i> .....	241
a.	La répétition : base des automatismes .....	241
b.	L'élargissement du champ des actions cohérentes .....	242
c.	Repérer les difficultés .....	247
d.	Chercher des différences et abaisser le seuil de reconnaissance .....	248
e.	Au plus proche de l'« écologie » du presbyacousique .....	250
f.	La suppléance mentale : pratique mais à titre complémentaire et ponctuel .....	251
g.	Les récursivités pour le patient .....	251
h.	Le travail conjoint audioprothésiste-orthophoniste .....	251
i.	Le décibel « magique » .....	252
j.	La rééducation de l'oreille musicale .....	253
k.	La lecture labio-faciale .....	254
l.	Les 5 grandes directions à suivre pour réhabiliter .....	255
<b>CHAPITRE III : LES IMPACTS DU CIRCUIT DE L'AUDITION .....</b>		<b>256</b>
1.	<i>Impacts sur l'exercice des professionnels impliqués</i> .....	256
2.	<i>La prévention est-elle possible ?</i> .....	257
3.	<i>Comment créer et faire fonctionner un circuit du GRAPsanté ?</i> .....	257
4.	<i>Un système différent pour les oreilles que pour les yeux ?</i> .....	260
5.	<i>Impacts sur la société française</i> .....	260
6.	<i>Impacts sur l'Éducation Nationale</i> .....	262
7.	<i>Impacts sur les personnes âgées</i> .....	262
8.	<i>Un mot sur les patients Alzheimer</i> .....	263
9.	<i>Impacts sur mon évolution professionnelle</i> .....	265
10.	<i>La diffusion</i> .....	265
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>		<b>267</b>
<b>RÉFÉRENCES .....</b>		<b>270</b>
<b>ANNEXES .....</b>		<b>282</b>
<b>ACOUMAUDIO I (ARTICLE) .....</b>		<b>284</b>
<b>ACOUMAUDIO I (POSTER VERSION FRANÇAISE) .....</b>		<b>304</b>
<b>ACOUMAUDIO I (POSTER VERSION ANGLAISE) .....</b>		<b>306</b>
<b>ACOUMAUDIO II (ARTICLE) .....</b>		<b>308</b>
<b>ACOUMAUDIO III (ARTICLE) .....</b>		<b>323</b>
<b>ACOUMAUDIO I, II, III (CONGRÈS HEAL 2014) .....</b>		<b>341</b>
<b>L'APPAREILLAGE AUDITIF EST-IL LA RÉPONSE UNIQUE À LA PRESBYACOUSIE ? .....</b>		<b>343</b>
<b>ÉTUDE 1 «ACADEM» (POSTER) .....</b>		<b>350</b>
<b>ÉTUDE 1 « ACADEM » (ARTICLE) .....</b>		<b>352</b>

ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (POSTER CONGRÈS HANDICAP 2014).....	370
ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (ACTE DU CONGRES HANDICAP 2014) .....	372
ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (ARTICLE SÉLECTIONNÉ POUR REVUE AMSE) .....	379
ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (CAHIER D'OBSERVATION) .....	390

# Table des illustrations

Figure 1 - Une modélisation plausible de l'Homme dans et avec sa complexité .....	43
Figure 2 - Perceptions, actions, émotions et récursivités .....	44
Figure 3 - De la conception (...).....	45
Figure 4 - (...) À la pratique .....	45
Figure 5 - Table de plaques vibrantes et figures et Chladni (1787) .....	47
Figure 6 - Image prise sur l'écran d'ordinateur pendant l'écoute de musique .....	47
Figure 7 - Spécificité de l'acoumétrie vocale à voix chuchotée .....	116
Figure 8 - Répartition de la population étudiée .....	120
Figure 9 - Corrélation entre Acoumétrie Vocale et Audiométrie Tonale .....	120
Figure 10 - Variabilité test-retest de l'acoumétrie vocale(AcouV) et de l'audiométrie tonale(AudioT).121	
Figure 11 - Comparaison test-retest des résultats acoumétriques.....	130
Figure 12 - Corrélation entre score pondéré à l'acoumétrie vocale 1 versus acoumétrie vocale 2.....	131
Figure 13 - Répartition des sujets en fonction du gain auditif fonctionnel .....	132
Figure 14 - Score cognitif composite en fonction du niveau auditif .....	144
Figure 15 - Le Poissonculi .....	164
Figure 16 - Gain auditif à 1 mois d'appareillage .....	191
Figure 17 - Gain auditif à 6 mois d'appareillage .....	191
Figure 18 - Résultats obtenus à l'APHAB .....	192
Figure 19 - Scores cognitifs.....	193
Figure 20 - Résultats obtenus à l'Acoutest .....	193
Figure 21 - Qualité de vie du groupe Bimodal .....	194

Tableau 1 - Correspondances entre modélisation analytique et modélisation systémique d'après Jean-Louis Le Moigne.....	17
Tableau 2 - Caractéristiques démographiques des participants (AcoumAudio I et II).....	115
Tableau 3 - Valeur informationnelle de l'acoumétrie vocale à voix chuchotée .....	116
Tableau 4 - Caractéristiques audiométriques en fonction de l'acoumétrie vocale.....	122
Tableau 5 - Caractéristiques acoumétriques en fonction de l'audiométrie .....	122
Tableau 6 - Classification plausible de cinq niveaux de surdité pour la détection du stade subclinique de la presbyacousie .....	123
Tableau 7 - Classification du GRAPsanté selon l'évolution de la presbyacousie .....	123
Tableau 8 - Les différentes classifications de surdité .....	124
Tableau 9 - Caractéristiques démographiques des participants (AcoumAudio III) .....	129
Tableau 10 - Récapitulatif des examens réalisés .....	188
Tableau 11 - Comparaisons intergroupes à l'inclusion.....	189
Tableau 12 - Comparaisons intergroupes � 1 mois.....	190
Tableau 13 - Comparaisons intergroupes � 6 mois .....	190

# LISTE DES SIGLES

ACADem : Appareils de Correction Auditive et Démence

AcouDem : Acoumétrie et Démence

AcoumAudio : Acoumétrie vs Audiométrie

AcouV : Acoumétrie Vocale

APHAB : Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit

AudioT : Audiométrie Tonale

dB : décibel(s)

DSM : Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux

EHPAD : Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes

FRÉCAOP : Faisabilité d'une Réhabilitation Conjointe Audioprothétique et Orthophonique pour les Presbyacousiques

HAS : Haute Autorité de Santé

HL : Hearing Level

GAME : Groupe Aider à Mieux Entendre (aidants des presbyacousiques)

RIC MCX APC (Réseau Intelligence de la complexité Association Européenne Modélisation de la Complexité et Association de la Pensée Complexe)

SCP : Score Composite Pondéré

STM : Seuil Tonal Moyen

STNIP A : Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues Auditives

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

*« Nous sommes vis-à-vis du langage, comme le géomètre de l'âge de pierre qui se désespère devant les formes naturelles ou visibles et qui ne soupçonne pas qu'il faut forger et non subir... »*  
Paul Valéry (Les cahiers 1902, II, 583)

*« Tout ce qui tend à négliger le discret au profit du continu, l'aléa au profit du déterminé, l'émergence au profit des conditions initiales, l'autonomie au profit des dépendances, l'organisation-de-soi au profit des déterminismes extérieurs, l'être et l'existence au profit du pattern et du schème, tend à négliger l'individu. »*  
Edgar Morin, La méthode.  
Tome I : La nature de la nature. Opus SEUIL, 1977, p509-510

*« Le possible est plus riche que le réel. La nature nous présente en effet l'image de la création, de l'imprévisible nouveauté. Notre univers a suivi un chemin de bifurcations successives : il aurait pu en suivre d'autres. »*  
Ilya Prigogine

### 1. Présentation du sujet

Actuellement, on peut dire que de quelque côté qu'on se tourne, la surdité de la personne âgée est ignorée. Déjà le mot « presbyacousie » est ambigu. Sa définition se voudrait rassurante puisqu'elle parle de vieillissement naturel de l'audition mais cette définition est tout à fait inadéquate pour qualifier le vécu que nous en avons. La presbyacousie est une « maladie », un « handicap ». C'est avec l'âge, une baisse d'audition qui prédomine sur les aigus, mais en y ajoutant des facteurs déclenchant ou aggravant comme les traumatismes sonores, les produits ototoxiques et certains facteurs génétiques, on ne peut plus parler de baisse « naturelle ».

La presbyacousie est d'apparition « sournoise » et la personne âgée qui en est atteinte met longtemps à comprendre ce qui lui arrive et à rattacher ses difficultés au fait qu'elle n'entend pas correctement. Il n'y a aucun traitement curatif ni aucun médicament capable de guérir ou de réduire la baisse auditive avec distorsion que ce vieillissement pathologique des cellules sensorielles réceptrices va générer. Le seul traitement qui soit couramment proposé actuellement est le port de deux aides auditives qui ne peut, sauf au tout début, que compenser partiellement l'hypoacousie (Prével et al., 2003). Malheureusement, même ce traitement n'est que peu utilisé, faute d'une prise de conscience de tous les acteurs concernés à commencer par le presbyacousique lui-même.

Les complications de la presbyacousie sont pourtant graves. Cette dégénérescence neurosensorielle peut s'accompagner de troubles du caractère, de troubles de l'humeur (dépression), de troubles de la

communication, d'isolement, de troubles cognitifs (Pouchain et al., 2007 ; Lin et al., 2011 ; Gurgel et al., 2014 ; Gopinath et al., 2009).

Si le lien entre la presbyacousie et la maladie d'Alzheimer semble intrigant pour la plupart des non spécialistes, imaginer que la surdité prive notre cerveau d'informations essentielles à son bon fonctionnement est facilement accept e de tous. Pourtant, alors que toute personne  g e de plus de 60 ans présente une baisse d'audition (tous les degrés sont possibles), la plupart de ces seniors, et des professionnels qui les entourent, ne la perçoivent pas. Compte tenu de l'installation insidieuse et des fréquences touch es les premières, cette perte auditive qu'est la presbyacousie peut longtemps passer inaperçue sans dépistage et laisser place à la perte de la joie de vivre et du bonheur des personnes âgées.

La réalité même de l'audition et de sa possible altération est ignorée également du grand public et si les aveugles sont l'objet de toutes les sollicitudes possibles, on reste insensible aux malentendants qui ont tous les défauts et au final font plutôt rire que pleurer.

Il semblerait par ailleurs que les études médicales n'aient pas donn e la place qui devrait revenir à l'oreille et à son système nerveux comme ce peut être le cas pour les autres systèmes sensoriels (Pouchain, 2011). Alors qu'on connait très bien l'accommodation de l' eil par exemple, qui connait l'accommodation de l'oreille ? Les vieilles habitudes mais aussi le type d'exercice (libéral pour la plupart) l'emportent souvent sur la volonté du travail en équipe. Les patients eux-mêmes non  duqu es sur l'audition ne se rendent pas compte qu'ils sont sourds et ne veulent donc pas qu'on les ennuie avec des propositions thérapeutiques dont ils pensent ne pas avoir besoin.

Nous sommes devant un enchevêtrement de méconnaissances, d'inconsciences, de circonstances, d'engrenages qui se mêlent les uns aux autres pour rendre la situation désespérante au premier abord.

Néanmoins, même si la maladie est encore peu connue, que l'audition reste le parent pauvre des sens, et que les rares équipes qui s'en occupent sont bien isolées, depuis quelques années on parle un peu plus de la presbyacousie. Des études récentes et des travaux de toutes sortes ont notamment fait faire de gros progrès dans les domaines qui concernent le système nerveux, les sens, et l'audition en a bénéficié. Le domaine des aides auditives est sans doute le secteur où les avancées sont les plus intéressantes avec une miniaturisation extraordinaire et une technologie de plus en plus perfectionnée. Les professionnels audioprothésistes et orthophonistes essayent d'adapter leurs enseignements et leurs pratiques au profil particulier du presbyacousique et tentent depuis peu de collaborer pour certains cas difficiles (Denni-Krichel et al., 2011 ; Laurent et al., 2011). Les chirurgiens ORL, passionn es par les nouvelles applications de l'implant cochléaire ne sont pas encore convaincus de la nécessité aussi d'un travail d'équipe pour les presbyacousiques mais une prise de conscience sur les changements qui s'imposent est manifeste (Frachet et al., 2007 ; Bouccara et al., 2011). Enfin, les gériatres et les généralistes font de leur mieux devant leurs patients  g es pour ne pas occulter l'audition, ils sont en réelle demande mais pensent ne pas avoir les outils de dépistage (Lerch et al., 2012 ; Pouchain, 2011).

La situation actuelle semble montrer que, malgré une volonté certaine des professionnels d'améliorer la qualité de vie de leurs patients presbyacousiques, chacun tente d'affiner sa technique dans son coin. Nous pensons que c'est la confrontation des compétences de chacun des acteurs et de leurs outils, qui permettra de faire émerger une prise en charge réellement adaptée aux besoins des presbyacousiques

abandonnés à eux-mêmes. Système auditif, cognition, multisensorialité, réhabilitation instrumentale, réhabilitation fonctionnelle, qualité de vie, travail d'équipe... seront les principaux thèmes traités au cours de cette thèse.

## 2. Cadre conceptuel

### a. Les motivations

J'ai toujours été intriguée par le fait d'entendre et par l'idée que la surdité devait être bien lourde à vivre. Après une année de faculté puis toujours à la recherche d'un travail dans le domaine de l'audition, je me suis orientée vers l'orthophonie. L'approche très intéressante de l'enfant sourd n'a pas comblé le manque. Au cours de l'année 2008, je me suis engagée avec le Groupe de Recherche Alzheimer Presbycousie (GRAP*santé*) dans ses objectifs et dans sa façon de rechercher à les atteindre. En terminant le Master II que j'avais entrepris, j'ai choisi comme thème de mémoire de fin d'études de décrire un test (Acoutest) qui démontrait que malgré un appareillage très correct, des difficultés de compréhension de la parole persistaient chez les patients presbycousiques. C'était plus qu'il n'en fallait pour me pousser à aller plus loin et à trouver un moyen pour ces patients de compenser ces manques. Lorsqu'il a été question de réaliser une thèse auprès du Professeur Lionel Collet et du Docteur Xavier Perrot, je savais que je disposerai d'un encadrement qui me permettrait, avec l'aide de l'Université de Lyon 1 et du GRAP*santé*, d'espérer pouvoir aider les presbycousiques à sortir de leur impasse. Comme il fallait avoir vu beaucoup de ces patients et avoir vécu les difficultés rencontrées lors des réglages de prothèses pour comprendre dans quel désarroi patients, entourages et professionnels se trouvaient lorsque malgré les aides auditives, les presbycousiques disaient entendre mais ne pas comprendre, la préparation de mon projet de thèse a débuté par un stage auprès d'un audioprothésiste, qui a duré cinq ans au total. Sans jamais les isoler, plusieurs champs d'activité étaient ainsi à envisager pour avoir des chances d'atteindre tout ou partie de notre objectif principal : mieux traiter les presbycousiques.

Il nous semblait inacceptable de rester passifs devant la « maltraitance », -le mot n'est pas trop fort-, que nous infligeons par notre négligence aux personnes âgées, à nos parents. L'expérience que j'ai acquise en EHPAD et lors de mon stage me montre que ces personnes, malgré tous les efforts faits par les soignants, vivent dans l'isolement, mal calmées par des « tonnes de médicaments » qui les isolent encore plus. Le moindre mouvement qu'on a vers eux les remplissent de bonheur pendant malheureusement quelques brèves minutes et le reste du temps, elles sont assises là sans bouger ou déambulent lentement vers on ne sait quoi...

Inutile à notre sens de multiplier les études pour accepter que ces personnes soient malentendantes. Certes, comme la pensée complexe le suggère, ce n'est pas la seule cause de maltraitance à laquelle les personnes âgées sont exposées, mais si on éliminait celle-là, on aurait fait un grand pas. Seulement le problème est « complexe » et sans cette volonté de le traiter dans et avec sa complexité, il est bien difficile de savoir par quel bout commencer.

La pensée linéaire aristotélicienne semble en effet trop réductrice et ne permet pas d'envisager, dès qu'on se préoccupe de l'homme, de l'extraordinaire imbrication des éléments qui le composent. Il n'y a pas une audition mais des auditions, il n'y a pas un système auditif mais un système sensoriel dont l'audition n'est qu'un des éléments qui interagissent avec tous les autres au point que l'isoler le rend incompréhensible.

Nous envisagerons donc toutes les parties de cette thèse dans et avec cette complexité dont nous précisons les concepts qui nous ont guidés (le « nous » inclura toujours le « je » et les membres qui ont travaillé avec moi tout au long de cette thèse), chemin faisant.

## b. La pensée complexe

Je croyais que l'on pouvait connaître l'audition en tant que telle sans rien connaître du reste du système nerveux. L'étude des neurosciences m'a permis de me rendre compte de la *complexité* du système auditif. Je ne parle pas de la complexité de ce système dans le sens de « complication » mais d'enchevêtrements de tout ce qui constitue l'individu (et auquel appartient le système auditif) et de tout ce qui l'entoure.

L'audition, que ce soit en France ou dans le monde, est en effet souvent expliquée comme une succession de domaines séparés qui « communiquent » très peu entre eux. Qu'il s'agisse de l'acoustique et l'audiovisuel, du domaine de la psychoacoustique et celui de l'entendement, du domaine du système nerveux et du corps, aucun de ces champs ne s'entrelace avec les autres.

Or, le système auditif n'est pas *isolé*. Vouloir séparer, me semble-t-il, c'est simplifier au point de ne plus rien rendre intelligible. Simplifier est réducteur explique toujours Jean-Louis Le Moigne. En revanche, en reliant, en acceptant la contradiction, c'est ouvrir des possibles qu'on ne soupçonnait pas. Cette conception, j'ai souhaité me l'approprier avec bien entendu la permission de mes deux maîtres Xavier Perrot et Lionel Collet.

Je voudrais citer ici un texte d'Edgar Morin<sup>1</sup> que je considère comme fondateur de ma pensée actuelle.

« [...] II. La complexité de la complexité

La complexité s'impose d'abord comme impossibilité de simplifier ; elle surgit là où l'unité complexe produit ses émergences, là où se perdent les distinctions et clartés dans les identités et les causalités, là où les désordres et les incertitudes perturbent les phénomènes, là où le sujet-observateur surprend son propre visage dans l'objet de son observation, là où les antinomies font divaguer le cours du raisonnement...

La complexité n'est pas la complication. Ce qui est compliqué peut se réduire à un principe simple comme un écheveau embrouillé ou un nœud de marin. Certes, le monde est très compliqué, mais s'il n'était que compliqué, c'est-à-dire embrouillé, multidépendant, etc., il suffirait d'opérer les réductions bien connues : jeu entre quelques types de particules dans les atomes, jeu entre 92 types d'atomes dans les molécules, jeu entre quatre bases dans le « code génétique », jeu entre quelques phonèmes dans le langage. Je crois avoir montré que ce type de réduction, absolument nécessaire, devient crétinissant dès qu'il devient suffisant, c'est-à-dire prétend tout expliquer. Le vrai problème n'est donc pas de ramener la complication des développements à des règles de base simple. La complexité est à la base. [...] »

---

<sup>1</sup> Edgar Morin, La méthode. Tome I : La Nature de la Nature. Éditions du Seuil, 1977, p509-510.

En acceptant le caractère imprédictible et irréversible des phénomènes physiques décrits plus largement par Prigogine, la *complexité* a orienté la manière de concevoir tout le travail que j'allais entreprendre : ne plus redouter la non-maîtrise et les obstacles rencontrés dans la prise en charge des patients presbycusiques, mais chercher des adaptations possibles.

Illustrons cette conception par le passage suivant de Prigogine<sup>1</sup> :

« [...] On a découvert que quand vous allez loin de l'équilibre, par exemple, en considérant une réaction chimique, que vous empêchez d'arriver à l'équilibre, se produisent des phénomènes extraordinaires que personne n'aurait cru possibles ; par exemple, des horloges chimiques. Une horloge chimique, qu'est-ce que c'est ? Prenons un exemple : vous avez des molécules qui de rouges peuvent devenir bleues. Comment imaginez-vous voir ce phénomène ? Si vous pensez que les molécules vont au hasard, vous allez voir des flashes de bleu, puis de flashes de rouge. Mais il se produit, loin de l'équilibre, dans d'importantes classes de réactions chimiques, des phénomènes rythmiques. Tout devient bleu, puis tout devient rouge, puis tout devient bleu, c'est-à-dire qu'une cohérence naît, qui n'existe que loin de l'équilibre. (...) Donc, loin de l'équilibre, se produisent des phénomènes ordonnés qui n'existent pas près de l'équilibre. Si vous chauffez un liquide par en-dessous, il se produit des tourbillons dans lesquels des milliards de milliards de molécules se suivent l'une l'autre. De même, un être vivant, vous le savez bien, est un ensemble de rythmes, tels le rythme cardiaque, le rythme hormonal, le rythme des ondes cérébrales, de division cellulaire, etc. Tous ces rythmes ne sont possibles que parce que l'être vivant est loin de l'équilibre. Le non-équilibre, ce n'est pas du tout les tasses qui se cassent ; le non-équilibre, c'est la voie la plus extraordinaire que la nature ait inventée pour coordonner les phénomènes, pour rendre possibles des phénomènes complexes.

Donc, loin d'être simplement un effet du hasard, les phénomènes de non-équilibre sont notre accès vers la complexité. Et des concepts comme l'auto-organisation loin de l'équilibre, ou de structure dissipative, sont aujourd'hui des lieux communs qui sont appliqués dans des domaines nombreux, non seulement de la physique, mais de la sociologie, de l'économie, et jusqu'à l'anthropologie et la linguistique. [...] »

Cette pensée complexe m'a amenée à revoir tous mes concepts érigés en dogmes, à accepter les contradictions au lieu de les mettre en cohérence, à refuser les principes dits « intouchables » parce qu'ils sont présentés à la suite d'une étude robuste que personne ne peut discuter mais qui sera par la suite, souvent longtemps après, battue en brèche par une autre étude qui dira le contraire de manière aussi robuste. La contradiction, je l'accepte comme inévitable et donc susceptible de m'apporter quelque chose (Morin, 2005). Je me refuse les certitudes autant que les doutes exagérés, j'accepte l'imprédictibilité. Bref, je me donne une direction que je tente de suivre chemin faisant mais je ne néglige aucune « bifurcation » telle que Prigogine cité ci-dessus les expose avec tant de brio.

Mais faire dans et avec la complexité n'est pas dans nos habitudes. Depuis notre enfance et dans la plupart des domaines que nous investiguons au cours de notre vie, nous avons coutume de décortiquer, décomposer pour clarifier tous les phénomènes séparément afin de mieux les comprendre et finir par les maîtriser. La complexité du réel est telle qu'il est en fait impossible d'appliquer les règles du paradigme de la linéarité qui ont présidé à leur étude lorsque nous les replaçons dans leur environnement. Ce que nous avons acquis en les séparant de leur écologie ne nous permet en effet en rien de comprendre le réel complexe dont ils ont été extraits.

Plutôt que de renvoyer le lecteur aux annexes, nous avons préféré exposer tout de suite l'esprit dans lequel cette thèse a été construite : dans et avec la complexité qui s'impose à nous du simple fait que nous ne pouvons rien dissocier sauf à être réducteur en perdant l'essentiel et en occultant que l'environnement compte autant que le sujet lui-même. Comme l'explique Edgar Morin, il ne faut pas confondre ce qui est compliqué avec ce qui est complexe. Tout est complexe pour peu que nous ne détruisions pas les liens qui unissent tout avec tout. L'Homme n'y échappe pas, bien au contraire. Il n'existe qu'en symbiose avec ce qui l'entoure au point que chacun vit l'un de l'autre et que les séparer

---

1 Ilya Prigogine « Temps à devenir », Odile Jacob, 1996.

les condamne à mourir ou à se joindre à autre chose. Ce qui est compliqué peut être comparé par exemple à un nœud marin. En ce sens l'Homme n'est pas compliqué. Une corde que l'on emmêle sur elle-même au point de ne plus être capable de refaire le nœud qui en résulte n'est pas complexe, c'est compliqué, c'est-à-dire qu'en y passant le temps nécessaire, on va résoudre la complication et apporter une solution. Ce qui est possible pour le compliqué, ne l'est pas pour le complexe. « La complexité et un mot problème et non un mot solution » écrit E. Morin<sup>1</sup>.

Depuis Descartes (Damasio, 1995), nous pensions qu'il suffisait d'assembler « en longue chaîne de raisons toutes simples » les fragments de la chose étudiée que nous aurions réduite en « autant de parcelles qu'il se pourrait ». Étudier l'oreille jusqu'au moindre recoin suffirait à la comprendre même s'il fallait ensuite ajouter la voie auditive, puis les centres auditifs voire quelques bribes de système nerveux en plus et tout irait bien, la boucle serait bouclée. C'était compter sans la complexité qui venait ruiner la seule logique déductive que nous avons apprise à l'école. La boucle fermée clos le problème avant qu'il soit posé, la boucle ouverte dans une spirale sans fin permet tous les espoirs. En 2002, le CNRS faisait le projet de : « *développer de nouveaux instruments de pensée, permettant de saisir des phénomènes de rétroaction, des logiques récursives, des situations d'autonomie relative. Il s'agit là d'un véritable défi pour la connaissance, aussi bien sur le plan empirique que sur le plan théorique.* ». Ce défi semble être délicat à relever tant la société et les exigences de la science nous ramènent systématiquement à des manières de penser cartésiennes, semblant rassurer et nous éloignant en même temps toujours plus de la complexité.

Depuis l'enfance, nous nous efforçons de rendre la complexité qui nous entoure compréhensible en la simplifiant. Certes en isolant les plus petits éléments de la chose observée comme le conseille Descartes, nous avons une idée assez précise de ce qu'est cette parcelle mais, sortie de son contexte, elle n'a plus le sens général que nous voudrions lui attribuer. Elle ne représente alors plus rien d'intelligible de manière holistique. Nous sommes dans un monde complexe, il nous faut penser dans et avec ce nouveau paradigme, la complexité. C'est ce que nous enseigne Jean-Louis Le Moigne à la suite d'Edgar Morin en nous demandant de renoncer à réduire en fragmentant sous le prétexte de mieux comprendre. La pensée complexe nous ouvre toutes grandes les portes de la physiopathologie de cette maladie qui nous intéresse dans cette thèse : la presbycusie (il faut bien l'appeler « maladie » compte tenu des complications redoutables qu'elle entraîne) (Arlinger, 2003).

Revoyns rapidement, selon Jean-Louis Le Moigne (1999), les axiomes d'une analyse disjonctive cartésienne en totale opposition avec la complexité<sup>2</sup> :

1. L'axiome d'identité nous enseigne *ce qui est* :  $A = A$ .
2. L'axiome de non contradiction : rien ne peut à *la fois* être *et* ne pas être : B ne peut pas être à la fois A et  $\bar{A}$  ( $\bar{A}$  : non A).
3. L'axiome du tiers exclu ou de séparabilité : toute chose doit *ou* être, *ou* ne pas être : B est ou A ou  $\bar{A}$ . L'opérateur (soi-même) n'intervient pas dans ces axiomes qui sont des opérands universels.

Cette logique de linéarité (notamment décrite par Descartes) conduit dans sa rigueur à des opérations qui en elles-mêmes sont irréprochables, mais qui en pratique se trouvent démenties en permanence.

---

1 E. Morin, Introduction à la pensée complexe, édition du seuil 2005 p10.

2 Le Moigne JL. La Modélisation des systèmes complexes. Dunod, Paris 1999 p32-36.

Ainsi, le fait de découper, de simplifier, ou de faire d'un arbre un tas de sciure comme l'explique Jean-Louis Le Moigne, empêche de comprendre le phénomène étudié.

Jean-Louis Le Moigne propose ainsi de « modéliser » selon trois axiomes en partant cette fois-ci d'une analyse conjonctive :

1. L'axiome de synchronicité : des processus se passent en même temps.
2. L'axiome de diachronicité : d'autres processus s'expriment dans le temps.
3. L'axiome du tiers inclus ou de récursivité : l'observateur est inséparablement inclus dans le système qu'il modélise.

Dans notre cas, le fait de modéliser les systèmes biologiques observés de manière conjonctive permet une bien plus grande intelligibilité et provoque, durant les phases qu'Edgar Morin appelle « d'auto-éco-organisation » (1980), des fulgurances que l'analyse disjonctive interdit.

C'est sur cette notion de complexité et la modélisation accessible à notre pensée que repose notre conception du système auditif et de son écologie.

Rappelons les 10 grands repères non exhaustifs que l'on peut proposer pour réfléchir en complexité.

Le « complexe » est d'après Gleick (1985) :

1. non prédictible ;
2. contient ses contradictions, ordre et désordre en perpétuelle interaction ;
3. est très sensible aux conditions initiales (Poincaré, 1890) ;
4. contient toujours des expressions tronquées sans signification profonde : le linéaire du langage en est un exemple.
5. non réductible aux nombres entiers, c'est le domaine des fractales.
6. implique de relier, relier sans cesse, les symboles qui nous apparaissent et deviennent des attracteurs étranges (nous disons « en forme de... ou bien comme si... ») ;
7. est le domaine de l'entropie, du temps de Lyapunov et son trajet dans le temps fait apparaître des bifurcations (Prigogine) ;
8. évolue dans l'espace des phases.
9. s'auto-génère, s'auto-construit
10. exclut le déterminisme : flèche du temps (Prigogine)...

Edgar Morin a écrit dans *La Méthode (Tome 2)*<sup>1</sup> : « [...] *La Méthode* contient la certitude négative qu'il est impossible d'enfermer le réel dans quelque système de pensée et de pesée que ce soit. ». Il est indispensable d'accepter ce préambule si on veut acquérir ce qu'il appelle une « pensée complexe ». Il ajoute : « C'est le voyage à la recherche d'un mode de pensée qui respecterait la multi dimensionnalité, la richesse, le mystère du réel, et saurait que les déterminations cérébrale, culturelle, sociale, historique que subit toute pensée co-déterminent toujours l'objet de connaissance. C'est cela que je nomme pensée complexe. ». Pour ce faire, nous allons suivre Jean-Louis Le Moigne à partir de son livre *La Modélisation des systèmes complexes* (1999) : « Acceptons d'agir<=>penser en complexité en comprenant que la façon d'agir complexe développe la façon de penser complexe ». On peut aussi l'exprimer sous la forme « Agir pour comprendre et comprendre pour Agir » que propose E. Morin.

---

1 Morin E. *La Méthode*, tome II, La vie de la vie, avant propos, p. 546.

Jean-Louis Le Moigne propose également dans un ouvrage à paraître un schéma directeur autour de trois « phares » qui s'éclairent mutuellement : se représenter intentionnellement la situation ou le contexte, raisonner intelligiblement (exercer son ingéniosité) pour élaborer des modes et des moyens d'actions possibles, organiser intentionnellement l'action collective dans ses contextes en évolution.

**Se représenter intentionnellement la situation ou le contexte.** Il s'agit de se « fabriquer », car ce n'est que très rarement donné, une intelligence de la situation. Cette pensée ne doit pas être réduite à un modèle simplifié pour lequel les « données » nous seraient « données ». Le mot « data » est de beaucoup préférable. Il est nécessaire de construire nos propres data, chacun pouvant avoir les siennes. Le travail en équipe donnera la possibilité aux représentations de s'enrichir mutuellement. Il y a deux étapes pour rendre ce phare « éclairant » :

- décrire (fabriquer un modèle) ;
- en faire une modélisation systémique et non analytique disjonctive.

C'est une façon de commencer qui ouvre à la suite. On décrit comme on peut un système en mouvement. Quand on y revient, il est différent et se modifiera sans cesse... Accepter des modèles incomplets, provisoires, où on sent bien que ce n'est pas « tout à fait ça ». La récursivité du système apportera, « chemin faisant », des éclaircissements. Nous verrons avec l'audition tout ce que cette première étape peut apporter.

**Raisonner intelligiblement, utiliser la « simulation ».** En exerçant son ingéniosité, des possibilités d'actions apparaîtront. Ainsi, il ne suffit pas de chercher une réponse à un problème posé, mais d'exploiter toutes les possibilités qu'offre la démarche, sans jamais l'enfermer dans l'immobilité. Le « faire comme si » (simulation) est un moyen utile pour ouvrir vers de nouvelles directions qui enrichiront ce qui est. L'écologie de l'action redonne immédiatement d'autres possibilités et évite de fermer le système sur un échec ou un contresens. Modifier notre vocabulaire pour modifier notre façon de penser aiderait alors à nous ouvrir à la pensée complexe. Jean-Louis Le Moigne propose la table de correspondance suivante avec à gauche les concepts familiers de la modélisation *analytique* qui pourraient être substitués à droite à des concepts adaptés à la modélisation *système*.

**Tableau 1 - Correspondances entre modélisation analytique et modélisation systémique d'après Jean-Louis Le Moigne**

Objet	Devient	Processus ou projet
Élément	Devient	Unité active
Ensemble	Devient	Système
Analyse	Devient	Conception, analyse conjonctive
Disjonction (ou découpe)	Devient	Conjonction (ou articulation)
Structure	Devient	Organisation
Optimisation	Devient	Adéquation
Contrôle	Devient	Intelligence
Efficacité	Devient	Effectivité
Application	Devient	Projection
Évidence	Devient	Pertinence
Explication causale	Devient	Compréhension téléologique

**L'organisation et sa gouvernance.** Organiser intentionnellement l'action collective dans son écologie unit *l'agir* <=> *penser* en complexité. Cette phase récolte des fruits, qui remis dans leurs

contextes, donnent des moyens de progresser sans cesse. La **récurtivité** enrichit l'organisation elle-même et la modifie, créant de nouvelles boucles récurtives qui sans cesse nous permettrons d'agir et de choisir une direction entre ordre et désordre puisqu'ils sont inséparables. Il s'agit ainsi d'une organisation de « ma » modélisation et de « ma » gouvernance de cette dernière. Edgar Morin a écrit (1980) : « Toute action échappe à la volonté de son auteur en entrant dans le jeu des inter-rétroactions du milieu où elle intervient. Tel est le principe propre à l'écologie de l'action... L'écologie de l'action, c'est comme tenir compte de la complexité qu'elle suppose, c'est-à-dire aléa, hasard, initiative, décision, inattendu, imprévu, conscience des dérives et des transformations... ».

Terminons par ce titre qui ouvre le chapitre 11 du dernier ouvrage de Jean-Louis Le Moigne (2014) : « L'interdisciplinarité est d'abord affaire de culture épistémologique et d'obstinée rigueur et donc de civisme » et cette phrase de Prigogine qu'il installe ensuite en exergue de son texte : « [...] nous sommes seulement au début de l'aventure. Nous assistons à l'émergence d'une science qui n'est plus limitée à des situations simplifiées, idéalisées, mais nous met en face de la complexité du monde réel, une science qui permet à la créativité humaine de se vivre comme l'expression singulière d'un trait fondamental commun à tous les niveaux de la nature. [...]»<sup>1</sup>.

Membre du GRAP*santé* depuis six ans et membre depuis trois ans de l'association *Réseau Intelligence de la complexité Association Européenne Modélisation de la Complexité et Association de la Pensée Complexe* (RIC MCX APC) fondée par Jean-Louis Le Moigne et Edgar Morin, j'ai compris grâce à eux l'importance de « relier, toujours relier », « d'ouvrir », de prendre conscience que « la complexité appelle la stratégie » et qu'il est important d'avancer par « tâtonnements, chemin faisant ».

Il nous semble que les soignants gagneraient à passer du colloque singulier au travail d'équipe *dans et avec* la complexité, ce que nous avons essayé de traduire et de réaliser tout au long de cette thèse.

### c. La neuro-anatomo-physiopathologie

Nous ne pouvions projeter d'étudier la presbyacousie, ses conséquences et sa prise en charge, sans connaître le système auditif, et sans relier ce dernier à l'ensemble que constitue l'Être. Ainsi, à partir de nos connaissances, de nos observations, de la complexité, et des bases de neuroanatomie que nous avons tenté d'appréhender notamment grâce à la lecture des livres de Damasio, nous avons choisi de décrire, nous le verrons dans la deuxième partie, la neuro-anatomo-physiopathologie de la presbyacousie en complexité. Trois grands processus seront décrits : « Percevoir », « Agir » et « Être ».

Pour mieux répondre aux besoins du presbyacousique et établir une prise en charge adaptée, nous pensions qu'il était essentiel de s'appropriier le plus possible les éléments neurophysiologiques nécessaires à la compréhension du système auditif. Savoir comment les pressions impulsionnelles environnantes sont captées, transcodées puis utilisées par nos cent milliards de neurones visait à nous aider à proposer une rééducation, une réhabilitation ne contrariant pas les mécanismes physiologiques en construction. Nous consacrerons un chapitre entier au travail de base que nous avons entrepris pour mieux appréhender les systèmes auxquels participera le système auditif, lui-même prolongé par la réalisation d'actions et valorisé par les émotions.

---

1 Prigogine I. La fin des certitudes, 1996. Odile Jacob, 2010 ; p. 15-16.

Pour ce faire, nous sommes partis de la comparaison avec l'anatomo-physio-pathologie de la vision. Les spécialistes ophtalmologistes sont en effet beaucoup plus avancés pour la vision que les spécialistes de l'audition.

Par ailleurs, puisque nous allons parler d'audition, tout au long de ces pages, il est important de noter qu'« entendre », c'est rendre utile et informant les modifications des pressions qui se manifestent autour de nous, cette « action-perception » participant ainsi à notre homéostasie (Damasio, 1995). L'énergie qui se déploie dans notre environnement sous quelque forme qu'elle se manifeste va être, si les pressions impulsionnelles sont dans notre champ auditif, source de modifications pressionnelles impulsives et donc de bruits ou de sons dans notre tête (qualia). Comme chacun a sa définition des sons et des bruits, nous proposons de parler de bruits pour les éléments sonores qui sont disharmonieux et de sons pour ceux qui sont harmonieux. En ce qui concerne le langage, qui est au cœur de notre sujet, selon la langue parlée, certaines formes sonores ont une valeur informative plus ou moins importante. On pourrait ainsi classer ce qui n'est pas informatif en bruit et ce qui l'est, en son. Cette distinction étant très artificielle, nous ferons bien des exceptions.

### 3. Projet de thèse

#### a. Données du problème

Les études du GRAP*santé* (Pouchain et al., 2007), de Lin et al. (2011) et de Gurgel et al. (2014) ont permis d'identifier les troubles auditifs liés à l'âge comme un facteur de risque indépendant de dégradation cognitive chez les sujets âgés. La presbyacousie est en fait à l'origine de troubles de la communication orale qui, en limitant les stimulations perceptivo-cognitives des sujets âgés malentendants, favoriserait l'émergence de troubles cognitifs par désafférentation auditive (Petitot et al., 2007). Ainsi, d'après les résultats de l'étude AcouDem (Pouchain et al., 2007), le risque de développer des troubles cognitifs serait multiplié par 2,48 chez les patients atteints de troubles auditifs avec gêne sociale.

Ces données justifient la nécessité de proposer le port précoce de deux aides auditives qui constitue le seul traitement efficace à l'heure actuelle (DGS, 2007). Mais en réalité il s'avère que beaucoup de patients appareillés ne portent pas leurs aides auditives (McCormack et al., 2013). Les principales raisons sont dues à leur inconfort, aux difficultés de manipulation, au coût de l'entretien et surtout au manque d'efficacité. Nombreux sont en effet les patients presbyacousiques appareillés insatisfaits du rendement de leurs aides auditives, qu'ils abandonnent alors. L'étude de la physiologie de la presbyacousie et de ses conséquences nous permet de comprendre cet état de fait et de proposer des solutions.

Le problème majeur du presbyacousique est qu'il entend mais ne comprend pas. Du point de vue physiologique, cela s'explique par une atteinte des cellules ciliées externes de la cochlée qui prédomine à la base, zone de codage des fréquences aigües. Ces fréquences aigües sont extrêmement importantes

dans la communication, car 60% des éléments pertinents pour la reconnaissance de la parole sont situés dans la zone fréquentielle supérieure à 1000Hz (Tran Ba Huy P et al., 2001).

Ces cellules neurosensorielles situées dans l'organe de Corti sont très fragiles et n'ont pas la faculté de se restaurer ou de se renouveler. De ce fait, lorsqu'elles sont lésées, des distorsions apparaissent, sans possibilité de réparation (Perrot, 2012). Au début, le patient compense très bien ces déformations perceptives, mais plus la surdité évolue, plus il est difficile de les compenser. Il y a une discordance entre la forme sonore en mémoire et la forme perçue, ce qui crée des confusions pour la compréhension d'un message oral (Leusie et al., 2011). Aucun traitement curatif de la presbycousie n'existant à l'heure actuelle, la réhabilitation consiste à compenser deux ordres de troubles : la perte d'audibilité –corrigée par l'amplification fournie par l'appareillage auditif, et les distorsions supraliminaires –compensées par le travail de rééducation auditive proposé par l'orthophoniste. Lorsque les cellules ciliées externes sont « malades », les aides auditives peuvent les « remettre en action ». Mais lorsqu'elles sont mortes, elles n'ont plus aucun effet. Or, l'inertie de certaines zones de la cochlée est très fréquente dans la presbycousie (Ching et al. 2013), même si l'audiogramme tonal standard ne permet pas de les repérer. De plus, les aides auditives ne sont pas suffisamment précises pour attribuer autant de canaux de réglages qu'il y a de cellules auditives. Ces quelques zones déficitaires et non « réactivables » par l'appareillage auditif accentuent le déficit de compréhension, à l'origine d'une gêne sociale persistante. Par ailleurs, si les aides auditives peuvent donner satisfaction au début de l'appareillage, la dégradation inéluctable de l'audition rendra tôt ou tard les appareils auditifs insuffisants, et il est donc indispensable de suppléer à ce déficit progressif (Prével et al., 2003).

Il est aussi important de bien comprendre dans quel état d'esprit se trouve le malentendant. Le profil du presbycousique est en effet à appréhender dès le début de la prise en charge. Avant la preuve audiométrique de sa surdité, le patient est dans le déni. Il impute ses difficultés de compréhension aux interlocuteurs. Pour lui, ils parlent trop vite ou articulent de plus en plus mal. Sa surdité peut même le rendre agressif dans ces situations, car il lui faut davantage d'intensité pour comprendre mais sans excès pour éviter d'atteindre son seuil douloureux (Saglier et al., 2004). Au moment du diagnostic, souvent tardif, les contraintes liées à l'appareillage auditif (coût, esthétique, confort, idées reçues...) retardent considérablement le traitement. Or, l'appareillage précoce, outre l'adhésion du patient, est une condition essentielle pour une réhabilitation efficace (Kvam et al., 2007). Enfin, une fois appareillé, le presbycousique est souvent déçu et insatisfait du résultat. Il finit par abandonner l'idée de mieux entendre, délaisse ses aides auditives, s'isole et sombre dans la dépression (McCormack et al., 2013).

L'apport technologique seul dans la réhabilitation du presbycousique ne paraît donc pas suffisant, bien qu'il soit indispensable. Une prise en charge plus précoce par une équipe pluridisciplinaire permettrait de contourner les difficultés actuelles liées à la presbycousie, d'autant plus qu'elles ont des répercussions socio-économiques importantes, mais évitables.

D'un point de vue économique, bien que le coût des appareils soit élevé, il est bien moindre comparé à celui que les complications de cette surdité entraîne. En effet, la démence, les troubles de l'humeur, la dépression et l'isolement de la personne âgée coûtent très cher à la société. Les psychotropes par exemple n'ont pas d'efficacité face à une dépression réactionnelle liée aux troubles de l'audition (Chatatan, 1975). Malheureusement, les cas de personnes âgées sourdes sous anxiolytiques ou antidépresseurs ne sont pas rares en maison de retraite (Lipman et al., 1976 ; Macdonald)... Ainsi, on suppose qu'en prévenant les conséquences délétères de la désafférentation auditive, grâce à un

dépistage et une réhabilitation précoce, on pourrait éviter des dépenses importantes en matière de santé publique (Arlinger, 2003). Par exemple, en permettant aux presbycousiques d'entendre et de retrouver une communication satisfaisante, on pourrait retarder l'âge d'entrée en maison de retraite et réduire les dépenses faites pour les soins de patients âgés malentendants dépendants, dont certains souffrent de troubles cognitifs associés (Petitot et al., 2007). Il existe pourtant des solutions pour améliorer la prise en charge du patient presbycousique, mais celles-ci ne sont pas toujours exploitées, notamment dans le cadre du dépistage mais aussi du suivi pluridisciplinaire quasiment inexistant aujourd'hui.

Face aux graves conséquences de la presbycousie, un dépistage précoce par l'acoumétrie vocale, la mise en place d'un appareillage auditif combinée à une réhabilitation audio-verbale et la formation d'un aidant du presbycousique au sein d'une équipe pluridisciplinaire grâce à la création de circuits de l'audition, nous semblaient être des solutions permettant de répondre aux besoins des patients et de prévenir les complications induites.

## b. Objectifs

Le dessein de ce travail de thèse était d'améliorer la prise en charge des patients presbycousiques. Pour cela, nous nous sommes fixés trois objectifs :

- réévaluer les qualités du test d'acoumétrie vocale pour dépister et mesurer les troubles auditifs chez les personnes âgées ;
- évaluer si le port d'un appareillage auditif chez le sujet âgé malentendant peut préserver d'une dégradation cognitive ;
- évaluer la faisabilité et les bénéfices d'une prise en charge optimisée de la presbycousie, combinant réhabilitation audioprothétique (par un appareillage auditif bilatéral) et rééducation auditivo-verbale (par une intervention orthophonique).

## c. Moyens

Le premier objectif ne faisait pas partie de notre projet initial de recherche mais s'est avéré, au cours de l'élaboration de notre étude 1 de thèse, essentiel à poursuivre. Il fallait en effet un moyen de vérifier l'audition des personnes âgées en situation de vie réelle, qu'elles soient appareillées ou non, à partir d'un mode de communication semblable à la vie courante, c'est-à-dire à partir de phrases énoncées à la voix (naturelle). Nous avons commencé une étude au GRAP*santé* qui comparait le test d'acoumétrie vocale (test ancien réalisé à la voix), au Gold Standard de l'évaluation auditive : l'audiométrie tonale. Cette étude intitulée « AcoumAudio » (pour Acoumétrie vs Audiométrie), comprenait trois volets, répondant à trois questions :

- **AcoumAudio I** : l'acoumétrie vocale permet-elle de dépister précocement une perte auditive chez les personnes âgées institutionnalisées ?
- **AcoumAudio II** : l'acoumétrie vocale permet-elle de mesurer un niveau de perte auditive chez les personnes âgées institutionnalisées ?
- **AcoumAudio III** : l'acoumétrie vocale permet-elle d'évaluer un gain auditif fonctionnel après réhabilitation auditive chez des personnes âgées institutionnalisées ?

Ces trois études commencées avant la thèse ont été terminées au cours de celle-ci. Elles seront décrites en deuxième partie (« Les études ») et font l'objet de trois articles présentés en annexes.

Pour répondre à notre deuxième objectif, nous avons mené l'**Étude 1** de notre projet de recherche initial, intitulée « **Privation sensorielle auditive et fonctionnement cognitif chez le sujet âgé (« ACADem », pour Appareils de Correction Auditive et démence** ». Elle faisait suite à l'étude AcouDem : puisque le risque de démence est plus élevé dans une population sourde, celui-ci est-il moindre lorsque les personnes sourdes sont appareillées ?

Enfin, notre troisième objectif a été traité au cours de l'**Étude 2** de notre thèse intitulée « **Faisabilité d'une Réhabilitation Conjointe Audioprothétique et Orthophonique pour les Presbyacousiques (FRéCAOP)** ». Pour cette étude, nous sommes partis des résultats obtenus lors de notre étude de Master II qui montraient que les sujets presbyacousiques appareillés rencontraient toujours, malgré les aides auditives, d'importantes difficultés de compréhension de phrases aigües, comparé à la compréhension de phrases graves, et comparé à une population de normoentendants. L'Acoutest, qui a été élaboré pour ce Master II, est l'un des outils, avec l'acoumétrie vocale, dont nous avons eu besoin pour la réalisation de notre Étude 2 « FRéCAOP » de thèse (article en annexes). Cette Étude 2 « FRéCAOP » est donc l'aboutissement d'une longue préparation regroupant toutes les émergences et les techniques développées dès 2008 lorsque nous commençons à nous intéresser à la rééducation orthophonique du presbyacousique pour laquelle rien n'était encore construit.

Ces cinq études ont pu être réalisées grâce à un important travail d'équipe, d'organisation et de préparation sur le terrain car nous savions que seule, c'était impossible. En œuvrant avec la dizaine de personnes que le GRAP*santé* avait réunies pour m'aider, j'ai pu bénéficier de l'aide amicale et souvent très éclairée d'une petite équipe que j'ai eu l'impression de guider.

Mieux prendre en charge les presbyacousiques réclamait de travailler sur tous les problèmes à la fois en tenant compte de leur écologie. Après avoir présenté un tableau de l'état des connaissances et des pratiques que nous avons pu accumuler durant ces années (« Première partie : états des connaissances »), nous décrirons à partir des cinq études qui ont été réalisées comment ont été mis au point les moyens diagnostiques et thérapeutiques, outils et procédures dont nous avons besoin (« Deuxième partie : les études »). Nous verrons enfin ce qui en est advenu et ce qui pourrait être ajouté pour que tous les presbyacousiques reçoivent les thérapeutiques qui leur éviteraient les redoutables complications de cette maladie sournoise et tellement trompeuse (« Troisième partie : bilan, conséquences et perspectives »).

**PREMIERE PARTIE :**

**ETAT DES CONNAISSANCES**

# PREMIÈRE PARTIE : ÉTAT DES CONNAISSANCES

## Chapitre I : La presbyacousie

*« Tout se détériore avec l'âge. On prend garde à la pathologie organique. Les altérations physiques, visibles, prennent place dans le souci d'améliorer les conditions de vie dans un élan très altruiste. Maintenir en vie dans des conditions acceptables estompe le plus souvent que le fait fondamental pour vivre est de pouvoir communiquer. L'état fonctionnel de l'oreille est certes le premier mur qui limite cette relation. »*  
Cahier d'Audiophonologie : La compensation dans les prothèses auditives  
Jean-Claude Lafon

Le terme « presbyacousie » fait peu partie du vocabulaire des professionnels de santé qui entourent les personnes âgées. En revanche, les « difficultés auditives » sont souvent pointées, sans savoir vraiment ce qu'elles recouvrent car en EHPAD par exemple, infirmières et aides-soignantes ignorent quasiment tout de l'oreille. Seuls les généralistes et les gériatres ont eu une formation qui leur permet seulement d'évoquer le problème sans leur permettre vraiment de s'y intéresser. Ainsi, faute de moyens diagnostiques et du fait des méconnaissances des conséquences de la presbyacousie, le problème reste sans solution et finit par être oublié. Le fait que le presbyacousique lui-même ne se rende pas compte qu'il est sourd et qu'il explique ses difficultés avec des défauts qu'il prête aux autres vient s'ajouter à ces remarques (Fligny-Granier, 2008).

Citons ce passage de *L'audition dans le chaos* dont nous nous sommes largement inspirés pour exposer ce chapitre (il est à ma connaissance le seul ouvrage aussi complet sur le sujet) : « Les sons correctement perçus sont vecteurs d'émotions et l'on éprouve parfois une certaine volupté à les entendre. Pour un patient débutant une presbyacousie, il s'agit d'une baisse du plaisir d'entendre ou d'une baisse de la qualité des sons, sans qu'il prenne conscience qu'il s'agit d'une perte de la perception des fréquences aiguës. Les sons restent de la même intensité et les presbyacousiques, à ce stade, n'ont pas l'impression d'être sourds. A la différence de la presbytie qui oblige dès le début à éloigner le livre jusqu'au moment où, même à bras tendus, on ne lit plus, il faut une baisse auditive déjà très importante pour être capable de penser que la difficulté que l'on rencontre est le fait d'une faiblesse de son oreille. Pendant des années, les pertes vont se limiter aux hautes fréquences qui n'ont d'intérêt que pour enrichir le timbre d'une voix ou d'un instrument. Mise à part cette apparente infime modification que seule l'oreille très exercée d'un musicien peut percevoir, la presbyacousie n'a longtemps aucune traduction dans la vie courante. Un piano, une voix sont un peu moins chauds, un peu moins porteurs de « bonheur auditif ». C'est tout. »<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Vergnon L. *L'audition dans le chaos*. Elsevier Masson. 2008:460.

## 1. La clinique

Les signes cliniques de la presbyacousie sont pauvres, car cette maladie neurosensorielle est sournoise et passe souvent inaperçue. Elle débute généralement entre 50 et 60 ans, mais avec les traumatismes sonores qui sont infligés à nos oreilles elle peut apparaître à 40 voire 30 ans. Les médicaments ototoxiques ne sont plus maintenant prescrits sans surveillance auditive mais restent une cause encore importante d'atteinte auditive. Enfin, les causes héréditaires sont toujours discutées (Sauvaget et al., 2002).

La presbyacousie est vraiment détectée par l'entourage lorsque le patient atteint une déficience auditive autour de 35 dB de perte moyenne sur les fréquences 500, 1 000, 2 000, 4 000 (Lasak et al., 2014). Malgré l'évidence, la presbyacousie est rarement ressentie par le patient qui accuse l'entourage de mal parler alors qu'il a l'impression d'entendre très bien, voire trop, notamment les motos ou tout autre bruit violent. Ce phénomène s'explique par le fait que son seuil douloureux pour les sons très forts est venu à la rencontre de son seuil d'audition. Admettre d'être sourd est alors impossible dans ces circonstances, ce qui retarde la prise en charge, jusqu'au jour où le patient finit par accepter que les difficultés de communication qu'il rencontre dans la vie quotidienne viennent de sa surdité (Abdellaoui et al., 2013).

Les quelques patients qui sont adressés à l'ORL viennent avec leur conjoint qui essaye de faire prendre conscience au presbyacousique que la surdité est aussi difficile à vivre pour lui que pour son entourage.

Dans son cabinet l'ORL va constater que les tympanes sont normaux, que le patient n'a pas encore de complication. Il pratique un audiogramme qui confirme qu'il s'agit bien d'une presbyacousie devant cette courbe auditive en pente de ski. Parfois il prescrit un appareillage ce qui est déjà beaucoup mais très souvent il se contente de proposer d'attendre et de voir si l'évolution impose une autre attitude. Il n'est plus question aujourd'hui de proposer un traitement médicamenteux qui n'est d'aucune utilité comme en atteste la Haute Autorité de Santé (HAS, 2011). Cette proposition d'attendre peut sembler justifiée tant les ORL sont habitués aux critiques quand le patient n'est pas content de ses appareils. Beaucoup d'ORL qui savent qu'il n'y a aucun traitement curatif et que les patients sont réticents préfèrent temporiser jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'autres possibilités tellement la gêne est invalidante.

Le problème de la presbyacousie est que jusqu'à aujourd'hui, en dehors de faire pratiquer par un ORL un audiogramme systématiquement, il est impossible de la détecter. Pour le praticien ou le gériatre, il n'y a donc aucun moyen de prendre en charge cette maladie impossible à mettre en évidence et dont personne ne se plaint. Il faut y penser ou que la famille le demande pour adresser le patient à un ORL. Quant au patient même convaincu qu'il est sourd, il refuse très souvent d'aller voir l'ORL car il sait qu'il va sans doute lui demander de porter des appareils et il n'en veut pas parce que c'est très cher et que ses amis qui en portent ne sont pas vraiment satisfaits.

Depuis 4 ou 5 ans, il y a eu quelques progrès dans la prise en charge par l'audioprothésiste. Les appareils sont plus fiables, plus facilement réglables. Mais pour éviter un refus les audioprothésistes n'appareillent qu'à partir de 30 à 35 dB de perte afin de ne pas voir leur patient revenir parce qu'ils sont mieux sans appareils. Ensuite les audioprothésistes font ce qu'ils peuvent pour emmener leurs patients le plus loin possible, sachant qu'ils ont encore la ressource de proposer un implant cochléaire si l'appareillage n'est plus possible.

## 2. L'évolution

C'est généralement très lentement que la presbycousie s'aggrave mais, il est des cas où l'aggravation est très ralentie et d'autres où la maladie grille les étapes et conduit rapidement au stade des complications. En général, cette aggravation est liée aux deux facteurs aggravant la surdité les traumatismes sonores et la prise de médicaments ototoxiques (Bouccara et al., 2005).

Ce qui caractérise l'évolution spontanée est : « un 'malentendu' qui s'installe », « malentendu » que le presbycousique qui s'ignore n'entend pas de cette oreille, car « mal entendu ». Dans l'esprit du presbycousique, il s'agit en fait d'un « mal exprimé » car pour lui, le locuteur parle mal, mange les mots, les estropie...

On pourrait penser que les professionnels de l'audition, les spécialistes de l'écoute comme les musiciens ou les sous-mariniens appelés « oreilles d'or », savent ce que sera leur devenir. Et pourtant, ils sont parfois piégés comme les autres par cette surdité qui s'installe et qu'ils ne veulent pas admettre. Le malentendant finit par cacher son infirmité et s'en croit capable ; s'il est attentif, personne ne s'en rendra compte. Bien sûr, ces attitudes le font remarquer plus encore. C'est ce comportement qui entraîne la fatigue et le stress qui accompagne le presbycousique.

Alors quand on vient lui proposer des appareils et qu'il se retrouve avec deux appareils qui augmentent les bruits et qui le font mieux entendre sans doute mais pas mieux comprendre, il est tout à fait logique qu'il n'en veuille pas. Pour lui, amplifier des bruits qu'il entend mieux qu'avant, puisqu'il a un recrutement, est plus nocif qu'utile. On est ridicule, on est vieilli, on est gêné et on ne comprend pas ce qu'on entend. Beaucoup d'amis qui en ont porté comme lui maintenant les ont abandonnés très vite, on les comprend. Certains médecins, même des ORL, conscients de ce problème vont jusqu'à proposer d'attendre qu'on ne puisse plus s'en passer avant de les acheter...

Or, il n'y a pas de « traitement curatif ». Tout l'avenir est dans la compensation acceptée parce que longuement expliquée, développe Laurent Vergnon qui ajoute : « lorsque la surdité entre dans une famille, un groupe, une équipe, le bonheur s'en va ». Si l'on parvient à rétablir une audition correcte, « il revient ». C'est le signe qui disparaît et revient le plus vite, c'est excellent moyen pour en juger.

Il est facile de prévoir l'évolution d'une presbycousie, mais il est impossible d'en préciser les échéances dans le temps. Il est donc toujours préférable d'anticiper.

La presbycousie peut être décrite en trois stades successifs (Arlinger, 2003) appelés « stade infraclinique, stade de retentissement social et stade d'isolement ». Nous leur préférons les trois appellations suivantes, que nous décrivons dans le but de pouvoir proposer un traitement adapté, selon le stade de la presbycousie du patient. En réalité, il n'y a pas une presbycousie mais des presbycousies.

## a. La presbyacousie subclinique

C'est le stade où tout serait facile mais aujourd'hui, nous ne savons pas profiter de cette période et surtout nous n'avons pas les moyens de la mettre en évidence, des la dépister. On pense qu'il n'y a rien à faire qu'à attendre. De ce fait les ORL trouvent que c'est trop tôt, les gériatres ne la voient pas, les audioprothésistes la contre-indiquent car c'est une période où on risque de perdre la confiance du patient car il ne verra pas ni l'intérêt ni les résultats. Les orthophonistes ne savent pas que cette période existe et le patient n'a strictement aucune doléance à formuler. Pourtant, c'est le stade où l'on pourrait faire de la prévention intelligente en apprenant au patient à éduquer son oreille comme nous devrions le faire à l'école. Ce serait le moment où en quelques leçons avec l'Aidant et le presbyacousique, celui-ci deviendrait facile à suivre jusqu'à la fin de sa vie.

## b. La presbyacousie clinique patente

Passées les dix premières années, la surdité devient, d'abord pour l'entourage et ensuite pour le patient, beaucoup plus facile à reconnaître. Mais reconnaître n'est pas accepter et prendre les mesures qui s'imposent. Il ne s'agit plus d'éduquer l'oreille mais de la rééduquer et l'on sait que cette opération est beaucoup plus délicate que l'éducation. Mais pour cela il faudrait que le patient sache, parce que l'expérience des autres le fait facilement admettre, parce que soi même on sait que c'est la bonne manière d'appréhender la difficulté qui est devant nous. Malheureusement il n'y a aucune transmission d'expérience des autres et rien n'encourage à suivre des conseils qui semblent particulièrement contraignants sans savoir vers quelles complications on se dirige.

## c. La presbyacousie compliquée

Même au stade des complications, le patient a encore des difficultés à comprendre ce qui lui arrive. Il est rarement conscient d'être triste, dépressif, agressif, il ne comprend pas pourquoi en entendant comme il entend, des malentendus apparaissent. Il va vivre encore une bonne dizaine d'années dans cet état. Même les appareils auditifs, qu'il avait pendant un certain temps utilisés et qui apportaient un mieux ne lui rendent plus service. À ce stade, les difficultés de prise en charge sont fortement majorées et l'efficacité thérapeutique nettement minorée (Kricos, 2006 ; Lin et al., 2013).

# 3. Les complications

Trois ordres de complications vont survenir si le presbyacousique vit longtemps. Des complications liées à l'âge, des complications dues à la perte de l'audition et des complications de type association de deux pathologies (yeux, diabète, ...).

## a. Les complications liées à l'âge

En tout premier, il faut envisager les *troubles de l'équilibre*. Ils frappent l'oreille interne (labyrinthe postérieur) et les deux autres sens qui participent à son maintien : la vue et la sensibilité profonde. Ces troubles sont constants mais à des degrés divers. Nos maîtres nous répétaient que toutes les personnes de plus de 60 ans « chutaient ». Les finesses que réclame sans cesse notre équilibre, deviennent de plus en plus difficiles à exécuter.

Les troubles de la *locomotion* viennent s'ajouter aux troubles de l'équilibre pour cloîtrer le presbycousique chez lui et augmenter encore sa solitude.

Les problèmes *d'habileté manuelle* des personnes âgées dont les mains sont souvent déformées et malhabiles ce qui va compliquer les possibilités d'appareillage auditif lorsque la prothèse est trop petite. Une personne âgée qui vit seule peut être incapable de mettre ses prothèses ou de changer les piles... Nous en reparlerons quand nous proposerons l'Aidant du presbycousique pour accompagner le presbycousique dès le début de la maladie.

Certains facteurs étiologiques ou d'aggravation de la presbycousie peuvent nécessiter un traitement spécifique ou des mesures préventives (hyperlipémie, hypertension artérielle, tabagisme, exposition au bruit, etc.).

D'autres troubles comme les *accidents vasculaires cérébraux* peuvent venir compliquer la presbycousie et entraîner de graves troubles cognitifs. Au total si les étiologies diffèrent, chacune des déficiences ajoute ses difficultés à la presbycousie.

## b. Les troubles liés directement à la perte auditive

### • Les troubles de la communication

Nous serons brefs car ils ont émaillé toute notre thèse, mais il faut savoir que l'isolement qui va en découler est la cause de toutes les complications psychologiques qui vont survenir.

En effet, la surdité interrompt les échanges avec les autres et place le malentendant sans vis-à-vis, sans possibilité d'échanger. Très rares sont les personnes qui surmontent longtemps cet isolement. Ceci est majoré par le fait que ce n'est pas un isolement voulu, mais un isolement subi.

### • Les troubles consécutifs à l'isolement

Dépression, isolement, troubles du caractère, troubles cognitifs sont les conséquences des troubles auditifs qu'entraîne la presbycousie. Nous avons vu en étudiant les trois périodes de l'évolution de la presbycousie que ces troubles résultaient de l'isolement, conséquence des difficultés de communication.

## • Les troubles dépressifs

Les troubles dépressifs sont pratiquement constants dès que la période clinique de la surdité évolue sur une période de temps longue.

Tout le monde connaît ce dicton : « Les sourds sont tristes alors que les aveugles sont gais ». Je ne pourrais pas affirmer que tous les aveugles sont gais car je n'en ai pas rencontré assez pour soutenir une telle opinion, mais je peux attester que les sourds, ceux qui vivent la fin de la période dite de gêne sociale et surtout ceux qui vivent la période des complications sont presque toujours tristes et difficiles à dérider.

Il n'y a pas de statistique à ce sujet et, ce ne sont que des enquêtes parcellaires, sans grande signification, mais nous avons remarqué lorsque nous avons pu accéder à 20 EHPAD pour notre étude n°1, le nombre de patients traités pour dépression est très important. Or, certaines dépressions sont résistantes au traitement. Il semble pourtant que prendre en charge la surdité de ces patients met souvent fin à la dépression (Acar et al., 2011). Il y a là plusieurs études de recherche intéressantes à mener.

Le diagnostic de dépression est souvent difficile à porter car les personnes âgées sont souvent tristes et ralenties sans pour autant qu'on puisse parler de dépression. Le ralentissement, la perte d'activité et d'initiative de la dépression et le vieillissement naturel sont souvent difficiles à distinguer l'un de l'autre (Collège National des Enseignants en Gériatrie, 2010).

On décrit habituellement 3 types de dépression : la dépression endogène, venant de l'intérieur comme celle de la psychose maniaco-dépressive, la dépression frappant une personnalité atteinte de névrose d'ordre pathogène qui apparaît à l'occasion d'un *stress*, et qui est très fréquente, et la dépression qui survient comme symptôme d'une autre maladie : tumeur cérébrale, certaines épilepsies, schizophrénies, etc. C'est dans cette troisième catégorie qu'il faut ranger la dépression qui apparaît presque toujours au décours d'une surdité.

Le diagnostic d'un état dépressif n'a pas de signes pathognomoniques. Il faut donc rassembler un faisceau d'arguments pour pouvoir en parler, avec une quasi-certitude de faire le bon diagnostic.

Voici les symptômes qu'il faut rassembler pour envisager le diagnostic de dépression :

- la tristesse de l'humeur, qu'elle soit verbalisée ou exprimée par le corps (mimique, gestuelle ou pleurs) ; cette humeur dépressive peut revêtir de nombreux aspects ;
- l'absence d'intérêt devant des événements ou activités qui retenaient l'attention jusque-là ; il y a un ralentissement psychomoteur ;
- la détérioration de la pensée avec idée de culpabilité, idée d'infériorité, de déchéance, d'échecs... ;
- la diminution de la concentration, de l'attention, de la mémoire ; le sujet s'en plaint de façon excessive ; c'est la mémoire à court terme qui est touchée comme dans l'Alzheimer ;
- les propos suicidaires ou tournant autour de la mort, une demande d'euthanasie... ;
- une agressivité inhabituelle, un comportement provocateur... ;
- des troubles du sommeil des plus variés... ;
- une asthénie sans raison apparente ; un fléchissement de la volonté ; les sujets se plaignent d'avoir une fatigue insurmontable et ils ne prennent aucune initiative pour surmonter cela (sur les plans

professionnel, familial et social) ; ils sont complètement passifs, repliés sur eux-mêmes, inactifs ; cela peut aller jusqu'à ne plus se laver ; toutes leurs activités se dégradent ;

- des troubles de l'appétit ;
- des plaintes portant sur tout et rien, une somatisation... ;
- des douleurs erratiques...

Il faut absolument y penser si l'on veut éviter d'ignorer cette dépression car ces changements de comportement chez une personne âgée doivent alerter et il faut rechercher immédiatement une perte d'audition. Il faut donc penser à la dépression devant toute surdité et penser à une surdité devant toute dépression.

Pour asseoir le diagnostic de dépression, les symptômes et leur association sont indispensables. Ils sont classés en trois catégories :

**Des critères généraux obligatoires :**

- l'épisode dépressif doit persister depuis au moins deux semaines ;
- il n'est pas imputable ou en relation avec la prise d'une substance psycho-active ou avec une maladie (troubles de l'humeur liés à l'hypothyroïdie par exemple).

**La présence d'au moins deux des trois symptômes suivants :**

- humeur dépressive présente pratiquement toute la journée, presque tous les jours, signalée par le sujet (se sent triste, vide, par exemple) ou observée par l'entourage (pleurs, par exemple) ;
- perte de l'intérêt ou du plaisir pour des activités habituellement agréables ;
- réduction de l'énergie ou augmentation de la fatigabilité.

**La présence d'au moins un des sept symptômes suivants :**

- perte de la confiance en soi ou de l'estime de soi ;
- sentiments injustifiés de culpabilité excessive ou inappropriée ;
- diminution ou augmentation de l'appétit presque tous les jours avec une perte ou un gain de poids significatif en l'absence de régime ;
- insomnie ou hypersomnie presque quotidienne ;
- modification de l'activité psychomotrice, caractérisée par une agitation ou un ralentissement (signalée par le sujet ou observée par l'entourage) ;
- diminution de l'aptitude à penser ou à se concentrer (signalée par le sujet ou observée par l'entourage), se manifestant, par exemple, par une indécision ou des hésitations ;
- pensées de mort ou idées suicidaires récurrentes, ou comportement suicidaire de n'importe quel type dans les formes les plus graves.

Au total on doit avoir les deux critères obligatoires et au moins quatre des symptômes suscités. L'épisode dépressif caractérisé induit une souffrance morale significative ou une altération de la vie personnelle et professionnelle (DSM-V).

Selon la sévérité des symptômes, l'épisode dépressif est qualifié de :

- « léger » lorsqu'il a peu ou pas de symptômes supplémentaires par rapport au nombre nécessaire répondant au diagnostic ; l'altération de la vie personnelle, relationnelle ou professionnelle est minimale ;

- « sévère » lorsque plusieurs symptômes supplémentaires par rapport au nombre nécessaire pour le diagnostic sont présents (notamment les idées suicidaires) et qu'ils perturbent les relations personnelles, relationnelles ou professionnelles ;
- « modéré » lorsque les symptômes et l'altération de la vie personnelle, relationnelle et professionnelle sont compris entre ces deux extrêmes.

Les circonstances favorisant la dépression du sujet âgé sont nombreuses et en particulier :

- la solitude et l'isolement social ; la dépression est plus fréquente chez les personnes qui n'ont pas un entourage attentif ;
- les changements de mode de vie, les séparations, les deuils ; la perte des rôles sociaux (la retraite par exemple) peut jouer un rôle de « déclencheur » de l'état dépressif ; le veuvage joue aussi un rôle important dans la survenue des symptômes dépressifs ;
- une maladie handicapante (la perte d'autonomie) peut aussi déclencher un état de dépression.

L'apparition des symptômes de la dépression est retardée chez le sujet âgé par rapport à l'adulte d'âge moyen. Leur expression est plus modérée et, à tort, ils peuvent être attribués au vieillissement normal :

- la douleur morale devient pathologique lorsqu'elle envahit la totalité de la vie de la personne âgée ;
- le ralentissement atteint la pensée et l'activité physique ;
- les troubles du sommeil et l'insomnie se traduisent par des réveils angoissants la nuit ou un réveil matinal précoce ; à l'inverse une hypersomnie est possible ;
- une fatigue surtout matinale ;
- des troubles de l'appétit entraînent une anorexie avec perte de poids ; à l'inverse une prise de poids excessive est possible ;
- une perte d'intérêt pour les activités habituelles ;
- une irritabilité inhabituelle ;
- des troubles anxieux importants, des propos délirants, une agitation ;
- troubles de la mémoire ou difficultés de concentration ;
- des troubles intestinaux ;
- des douleurs musculaires et articulaires.

La dépression peut être masquée, en particulier lorsque les symptômes physiques sont au premier plan (Kvam, 2007).

Il est rare que l'état dépressif de la personne malentendante soit aigu et qu'il nécessite une hospitalisation du fait du risque de suicide par exemple. Le plus souvent c'est un état larvé. Les signes doivent être minutieusement recherchés, si on ne veut pas passer à côté. Il ne faut pas hésiter à faire appel à un psychiatre si besoin. C'est cet état qui fait dire que les sourds sont tristes.

Ces états dépressifs mineurs font souffrir le malentendant et son mal-être doit être pris en charge. En général, si on obtient un bon résultat avec l'appareillage, la rééducation et leur adaptation dans le temps, les signes dépressifs disparaîtront. Ils ne persisteront que dans le cas d'une personne âgée qui aurait eu ces tendances dépressives bien avant d'avoir des problèmes d'audition.

Pour conclure, le fait d'appareiller convenablement et précocement les presbycousiques et de les prendre en charge dans un circuit du GRAP*santé* par exemple, semble le meilleur traitement préventif et curatif de cette dépression qui les guette.

### • **Les troubles cognitifs de type Alzheimer**

Ces troubles de la cognition sont, avec les troubles dépressifs, les complications les plus fréquentes de la surdité au long court.

Ce type de troubles cognitifs peut être caractérisé du point de vue anatomopathologique par le terme de dégénérescence des neurones. On parle de maladie neurodégénérative qui va, par apoptose des neurones, définitivement détruire les grandes fonctions intellectuelles. Il s'agit en quelque sorte d'une mort programmée par une succession de phénomènes biochimiques. Phénomènes que l'on retrouve dans le vieillissement normal mais qui sont ici beaucoup plus importants. Il en résultera une difficulté diagnostique au début qui va exiger une grande rigueur avant de porter un diagnostic définitif. Des examens complémentaires permettent d'affiner la probabilité, mais la certitude ne sera donnée que par un examen neuropathologique, histologique et immunobiochimique.

Le nombre des plaques amyloïdes (Mira, 1997) et d'une dégénérescence neurofibrillaire observée dans la région hippocampique, le cortex temporal et les aires corticales associatives est plus important que dans le vieillissement naturel. Ces lésions que l'on rencontre en petite quantité dans le vieillissement dit normal ne sont spécifiques de la maladie d'Alzheimer que si elles sont là toutes les deux et en grand nombre. La cascade de phénomènes qui s'enchaînent est modulée dans son action par un grand nombre de facteurs et de cofacteurs de morbidité. Tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour est aujourd'hui considéré comme un échec et d'autres recherches sont mises en route en France et dans le monde mais il faudra du temps pour qu'elles apportent les fruits espérés (Amouyel, 2014).

La maladie d'Alzheimer, dont la fréquence croît au fur et à mesure que nous reculons l'âge de la mort, est actuellement l'objet de nombreux travaux scientifiques que ce soit pour clarifier sa clinique, pour asseoir son diagnostic (avant l'autopsie), pour tenter d'enrayer sa progression inexorable vers la démence...

Il faut souvent trois à cinq ans pour qu'on évoque le diagnostic possible de maladie d'Alzheimer. Pertes de mémoire, troubles du langage et de la motricité, confusion mentale, incontinence, agitation, déambulation sont les manifestations de ce que l'on appelait jadis démence sénile et dont on sait actuellement qu'il s'agit de maladie d'Alzheimer, pour 80 %.

Nous n'insisterons pas sur la difficulté que l'on rencontre pour poser le diagnostic et sur l'intérêt de savoir le plus tôt possible si l'on est bien en présence de cette affection. En pratique, il s'écoule souvent plus de dix ans avant que les premiers signes de démence fassent leur apparition. Le fait d'utiliser cette période pour inciter la personne âgée atteinte à pratiquer des exercices de mémoire, des jeux de société, des activités stimulant l'esprit, pourrait avoir une influence sur l'évolution de la maladie dont l'apparition serait retardée.

On peut supposer qu'une presbycousie viendrait pour le moins singulièrement compliquer le travail de ces patients et pourrait précipiter l'évolution vers la démence (Acar et al., 2011).

Les troubles cognitifs et par la suite la démence sont définis comme la détérioration du fonctionnement :

- de la mémoire ;
- du jugement ;
- du raisonnement ;
- du langage ;
- du programme gestuel (apraxie) ;
- de la reconnaissance des objets et des visages (agnosie).

À côté de ces déficiences des fonctions intellectuelles, il existe aussi une perturbation de la personnalité, des émotions et de l'humeur.

L'origine de la maladie d'Alzheimer est encore inconnue, mais les lésions spécifiques présentes dans le cerveau sont identifiées. Ces deux types de lésions (la plaque sénile liée au dépôt de protéine  $\beta$  amyloïde et la dégénérescence neuro-fibrillaire) provoquent une perturbation importante du fonctionnement des neurones puis leur mort. Ces lésions prédominent au début au niveau de l'hippocampe.

C'est une maladie qui apparaît le plus souvent tardivement dans la vie, mais qui n'est pas due à l'âge. Celui-ci n'est qu'un facteur de risque important parmi d'autres. Dans la majorité des cas, la maladie se déclare autour de 70 ans. Il existe des formes précoces, rares, qui débute avant 65 ans. En France, actuellement 900 000 personnes sont atteintes par la maladie. On diagnostique 70 000 nouveaux cas par an (Amouyel, 2014).

Les *troubles de la mémoire* sont les signes les plus fréquents au début de la maladie. Ils gênent le patient. Le plus souvent, ils sont remarqués par un membre de la famille ou de l'entourage. Mais, le diagnostic de probabilité de la maladie d'Alzheimer est fait au cours de l'entretien, de l'examen clinique et des examens complémentaires (Lechevallier-Michel et al., 2004).

L'entretien avec le sujet ou un membre de son entourage permet de rechercher le mode d'apparition des troubles de la mémoire des faits récents. Il permet également d'évaluer le retentissement des troubles sur les activités de la vie quotidienne (utilisation du téléphone, des transports, prise des médicaments, gestion des finances). Au début de la maladie, il est souvent difficile de faire la différence entre dépression et maladie d'Alzheimer, d'autant que les deux peuvent coexister.

L'examen permet d'apprécier l'état général, psychologique et cardiovasculaire, mais aussi le degré de vigilance et les déficits sensoriels et moteurs. L'examen neurologique reste longtemps normal dans la maladie d'Alzheimer. Il est capital que le médecin fasse des tests d'évaluation cognitive et psychologique du patient : ce sont eux qui font le diagnostic.

Ces tests sont au nombre d'une dizaine environ. Aucun d'entre eux ne peut à lui seul assurer le diagnostic de la maladie. L'association de trois tests apporte une certitude suffisante en pratique. Les trois tests les plus souvent utilisés et qui font consensus sont le MMSE (Mini Mental State Examination) (Folstein, 1975), le test de l'horloge (Montani et al., 1997) et le test de fluence verbale (Isaacs et al., 1973) ou des cinq mots (Dubois, 2002) :

- le MMSe explore les fonctions cognitives (Desrouesné et al., 1999) : mentales (jugement, mémoire, organisation mentale, orientation dans le lieu, le temps, jugement sur les personnes...) et perceptives (schéma corporel, relations spatiales, reconnaissances...);
- le test de l'horloge permet lui aussi d'étudier les fonctions cognitives : les praxies (l'attention, le langage, l'orientation dans le temps et l'espace), et exécutives (planifier, organiser et mener à bien des tâches complexes);
- la fluence verbale : le patient est incité à dire en une minute le plus possible de noms d'animaux qu'il connaît;
- le test des cinq mots : on donne une liste de cinq mots qui doivent être répétés par trois fois dans le temps après indigage; on note les erreurs sur la première et la dernière répétition (sur 10).

Les examens complémentaires (analyses de sang, scanner ou IRM cérébraux) permettent d'éliminer une autre cause à ces désordres psychiques et de voir le degré d'atrophie cérébrale, notamment au niveau de l'hippocampe.

L'évolution de la maladie se fait toujours vers l'aggravation de la démence puis vers la mort. Après une période relativement stable (deux à trois ans), l'évolution se fait vers une aggravation progressive plus ou moins rapide. Les troubles de la mémoire s'accroissent, le patient a tendance à répéter les mêmes choses. Il oublie au fur et à mesure. La désorientation dans le temps et dans l'espace est totale, au point de se perdre dans sa propre maison. Le langage se réduit, tant en rapidité d'élocution qu'en vocabulaire. L'apraxie (troubles de la manipulation des objets et de la gestuelle) se majore : elle touche l'habillage et entrave tous les gestes de la vie quotidienne, jusqu'à la dépendance totale. L'agnosie (troubles de la reconnaissance) touche les visages familiers. La non reconnaissance des proches est une étape difficile à vivre pour l'entourage.

L'agnosie des objets contribue à la dépendance car certains objets ne sont pas utilisés à bon escient. Le comportement et la personnalité se modifient : déambulations incessantes, hallucinations visuelles ou auditives, agitation, idées fixes, désintérêt affectif vis-à-vis de l'entourage... L'état neurologique se dégrade : la rigidité des membres s'accroît, la marche devient impossible.

À partir du diagnostic, l'évolution de la maladie est d'environ huit à dix ans. D'une façon générale, les patients atteints par la maladie d'Alzheimer sont plus fragiles et décèdent de complications de maladies organiques d'autre nature.

Les seuls traitements disponibles actuellement sont symptomatiques (inhibiteurs de l'acétylcholinestérase). Ils sont de plus en plus abandonnés au profit de nombreuses pistes en cours d'exploration pour la mise au point de traitements agissant non plus sur les symptômes, mais sur les lésions spécifiques de la maladie.

Les structures d'accueil du patient restent le problème majeur dès l'apparition de la démence. Des établissements spécialisés se mettent en place. Ces places risquent d'être insuffisantes en raison de l'augmentation du nombre de cas liée au vieillissement de la population. Le maintien à domicile du patient, souvent difficile pour le conjoint et les proches, est cependant possible.

On peut citer différents modes d'accueil :

- le « domicile renforcé » : maintien du patient à domicile avec un service de soins infirmiers, une kinésithérapie, le passage d'une aide-ménagère, d'une auxiliaire de vie;

- les séjours temporaires, programmés pour soulager la famille ; ils se font soit en milieu hospitalier, soit en maison de retraite ;
- les centres d'accueil de jour permettent d'allier un service hospitalier au maintien à domicile ; des activités manuelles et de stimulation intellectuelle sont proposées ;
- l'institution spécialisée : la décision d'entrée en institution est prise lorsque le maintien à domicile du patient est jugé impossible, voire dangereux.

Il existe des associations de malades et de familles de malades (France Alzheimer) qui apportent un soutien et une aide aux malades, mais aussi à leur famille. Ces associations permettent, par exemple, d'orienter l'entourage du malade dans le choix d'un système de protection juridique adapté (curatelle ou tutelle).

Voici quelques suggestions pour communiquer efficacement avec une personne atteinte de la maladie d'Alzheimer :

- éliminer de l'environnement toutes les sources de distraction : télé, radio, foule, etc. ;
- se placer directement devant la personne et la toucher doucement afin de provoquer un contact visuel ;
- maintenir le contact avec les yeux ;
- parler doucement et clairement, à voix haute ;
- donner les consignes une à la fois (étape par étape) ;
- utiliser un langage simple et clair ;
- utiliser le langage non verbal : sourire, montrer des objets, faire des gestes, etc. ;
- répéter ;
- se montrer rassurant et patient.

Compte tenu de l'hypothèse plus que probable de l'existence d'une presbyacousie, il serait intéressant de savoir si le fait de réduire le handicap auditif serait de nature ou non à modifier la rapidité d'évolution vers la démence. Ce travail est actuellement en cours mais il faudra quelques années pour valider ou non cette hypothèse.

La maladie d'Alzheimer fait actuellement l'objet de nombreuses recherches, sans que pour autant troubles cognitifs et troubles auditifs aient souvent été étudiés conjointement. C'est devant ce constat que le GRAP*santé* a, en 2007, mené une enquête sur 319 personnes institutionnalisées et âgées de plus de 74 ans (étude AcouDem). Les conclusions indiquent que les sujets ayant une gêne sociale due à une perte auditive ont 2,48 fois plus de risques d'être déments (Pouchain et al., 2007). Lin et al. ont fait une étude en 2011 qui donne les mêmes résultats et plus récemment Gurgel et al. (2014) : le risque de démence de type Alzheimer augmenterait de manière proportionnelle avec le niveau de perte auditive.

### **c. Autres complications pouvant émailler l'évolution de la presbyacousie**

D'autres affections peuvent venir compliquer une presbyacousie comme la maladie de Parkinson, les accidents vasculaires cérébraux et toutes les maladies pourvoyeuses de troubles cognitifs.

- **La dépendance et les troubles neuropsychologiques**

La dépendance et les troubles neuropsychologiques, en particulier de la mémoire, peuvent également compliquer la presbyacousie. Il est, nous l'avons vu, déjà pénible de mal entendre mais, s'il s'y ajoute une autre gêne fonctionnelle, la vie devient particulièrement insupportable.

- **Les acouphènes, l'hyperacousie**

Abordons maintenant les conséquences de deux symptômes qui émaillent parfois l'évolution de la presbyacousie et qui font partie du tableau classique de ce handicap : les acouphènes et l'hyperacousie douloureuse.

Les acouphènes, polymorphes, par leur insistance et l'impossibilité de les traiter, sont une source de dégradations psychologiques et comportementales graves. Ces acouphènes peuvent être relativement acceptables lorsqu'ils sont perçus dans le calme et le relatif silence. Ils sont gênants pour s'endormir, mais ils peuvent être finalement acceptés avec une prise en charge correcte. Lorsqu'ils sont d'intensité moyenne, ils perturbent alors gravement la vie du presbyacousique qui se voit poursuivi partout où il va par ce bruit insupportable qui l'irrite au plus haut degré. Les acouphènes peuvent même dominer le tableau clinique au point d'invalider gravement et certains patients parlent de mettre fin à leurs jours si on ne fait rien pour eux. Les acouphènes sont difficiles à traiter et il est rare que le patient ne vienne pas consulter pour eux, et qu'on découvre alors la presbyacousie qui s'y associe. Il supporte sans rien dire sa baisse d'audition mais il ne veut plus entendre d'acouphènes. Il est alors d'autant plus intéressant de proposer une prothèse auditive que celle-ci peut par sa seule présence améliorer l'acouphène et avec un *masking* l'atténuer ou parfois même, le faire disparaître. Répétons que ces acouphènes, qui sont très fréquents après un traumatisme sonore, surviennent généralement dans la presbyacousie des patients qui en ont été victimes.

Il reste à étudier l'hyperacousie qui peut être douloureuse. C'est alors le comble de ce qui peut arriver au niveau de l'audition puisque, non seulement le patient est malentendant et ne peut plus participer à la vie de communication indispensable à l'équilibre de tout un chacun, mais en plus, il doit supporter un sifflement, un jet de vapeur, un tintement tous aussi désagréables les uns que les autres et le moindre bruit peut être à l'origine de douleurs parfois très violentes... Il semble en effet difficile de faire pire. De plus les traitements sont longs, délicats et rarement couronnés de succès. Cette hyperacousie douloureuse est, elle aussi, surtout présente lorsqu'on retrouve une intoxication par des médicaments toxiques pour l'oreille ou après une explosion. Ce ne sont pas, à notre sens, des conséquences d'un vieillissement habituel de l'oreille.

- **Le presbyacousique abandonné à lui-même**

Les conséquences de la presbyacousie non traitée sont dramatiques. Nous avons pu le constater dans les diverses EHPAD où nous avons travaillé.

Pour comprendre la situation du presbyacousique, imaginons-nous voir un film en langue étrangère et sans sous-titres. Nous entendons, mais nous ne comprenons pas. Nous sortons de cette épreuve

exténués et en ayant manqué beaucoup d'informations. C'est ce qui se passe pour le presbycousique et la fatigue est donc le premier retentissement qu'il va exprimer. Une fatigue qui se répète tous les jours mais, à la différence de notre exemple de la langue étrangère, plus nous séjournons dans le pays plus nous améliorons la situation. Pour le presbycousique c'est l'inverse. Il va ajouter à la fatigue, les *stress* de ne pas comprendre, de répondre de travers, d'être ridicule. Il va se compliquer encore la vie en voulant cacher son infirmité ou en essayant d'en atténuer les conséquences par des astuces ou des pirouettes... et rien ne va s'arranger.

Petit à petit, lentement, devant l'indifférence, le presbycousique devient de plus en plus irritable, tout est prétexte à sa colère qu'il exprime pour s'excuser, pour ne pas accepter ce qui lui arrive et quand il l'acceptera, ce sera l'isolement.

Cet isolement est la conséquence inéluctable de la baisse de compréhension due à la presbycousie. Celui-ci est, bien sûr, encore aggravé par une baisse de la vision, des difficultés à sortir, à marcher, de la fatigue, du stress, des troubles caractériels...

### • Le presbycousique et les troubles de la vision

Les troubles de la vision sont également fréquents. La presbytie est actuellement bien corrigée et qui ne se heurte plus, comme la presbycousie encore, à ce refus de traitement pour des raisons d'esthétique ou de vieillissement mal accepté. En revanche les *basses visions* empêchent toute lecture labiale et dont nous verrons l'importance dans la vie courante et dans le suivi des presbycousiques. La réhabilitation fait toujours appel à l'œil et aux autres sens et se trouve en cas de défection très réduite dans ses actions. La dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) est en quelque sorte l'équivalent pour la vision de ce qu'est la presbycousie pour l'audition.

Il s'agit d'une altération maculaire, acquise, non héréditaire, non inflammatoire, atteignant les personnes de plus de 50 ans, qui se traduit par une baisse progressive de la vision aboutissant à une perte de la vision centrale (Collège des Ophtalmologistes Universitaires de France, 2004).

Ces patients ne deviennent pas aveugles mais perdent tout le champ de vision utile pour la lecture, la conduite, la vision fine. Ainsi, ils gardent généralement une autonomie avec possibilité de se déplacer, de se promener, mais ne peuvent plus lire, regarder la télévision ou conduire.

Les signes cliniques qui amènent à la consultation sont souvent les mêmes : augmentation du besoin de lumière pour lire, déformations de l'image au centre du champ visuel associées à une baisse d'acuité visuelle variable. A plus ou moins long terme, cette pathologie affecte les deux yeux. C'est pourquoi, le patient doit consulter le plus tôt possible afin de s'assurer d'un suivi médical permettant une prise en charge précoce et une auto-surveillance régulière. La DMLA peut se présenter sous différentes formes qui se répartissent en deux grands groupes :

- La **forme atrophique ou sèche** (75% des cas) se caractérise par une disparition spontanée des cellules de la rétine.
- La **forme néo-vasculaire ou humide** (25% des cas) est la plus sévère des deux et se caractérise par un développement de vaisseaux anormaux détruisant localement les tissus. Cette forme est divisée en sous-groupes selon la visibilité des néo-vaisseaux lors des examens spéciaux du fond d'œil (angiographie). Les néo-vaisseaux occultes, peu visibles lors de ces examens, sont les plus

fréquents (80%). Inversement, les néo-vaisseaux visibles, plus rares (20%), ont une évolutivité sévère et généralement rapide (Ting et al., 2002).

## • **Presbycousie et autres maladies neurodégénératives : exemple de la maladie de Parkinson**

La maladie de Parkinson se caractérise par une dégénérescence progressive des neurones dopaminergiques nigro-striés responsables d'un déséquilibre biochimique et fonctionnel au sein des boucles motrices extrapyramidales.

La maladie de Parkinson est différente de la maladie d'Alzheimer. La démence qu'elle entraîne est beaucoup plus facile à diagnostiquer que celle de l'Alzheimer. La presbycousie peut frapper un patient porteur de cette maladie, mais les problèmes seront à peu près les mêmes que lors des états dépressifs que nous avons vus. La différence se fera dans l'évolution qui ne sera que retardée par une prise en charge correcte de la presbycousie.

Cette maladie est une affection chronique dégénérative du système nerveux central qui se caractérise par la mort prématurée de cellules nerveuses situées dans le *locus niger*, impliquées dans le contrôle des mouvements. Les premiers signes cliniques apparaissent quand environ 2/3 des cellules sont mortes.

Le début de la maladie de Parkinson (vers 60 ans souvent) est marqué par quelques signes banals :

- une jambe plus raide ;
- une jambe qui saute ;
- une fatigue inexplicable ;
- une sudation plus importante à tout moment ;
- une douleur dans l'épaule qui dure depuis plusieurs mois ;
- des maladresses répétitives ;
- une difficulté à écrire (les caractères deviennent de plus en plus petits au fur et à mesure de la ligne) ;
- un tremblement de repos des membres inoccupés ;
- une marche qui débute par un piétinement, avec apparition rapide de la fatigue ;
- des douleurs dans la nuque.

Le diagnostic de la maladie de Parkinson reste clinique. Il s'avère aisé devant la triade classiquement observée à la phase d'état, associant : une akinésie, un tremblement de repos et une hypertonie plastique.

Ce diagnostic se révèle souvent plus difficile, en particulier dans les formes de début paucisymptomatiques. Seul l'examen anatomo-pathologique permet de porter un diagnostic rétrospectif de certitude en montrant, pour la démence à corps de Lewy la dégénérescence des neurones pigmentés nigro-striés et la présence d'inclusions intra-neurales spécifiques, les corps de Lewy.

Le traitement médicamenteux ne résume pas la prise en charge thérapeutique du parkinsonien. La physiothérapie et le soutien psychologique occupent une place importante à tous les stades de cette

maladie chronique. Actuellement des espoirs très prometteurs relèvent de la neurochirurgie, de la stimulation, des possibilités de greffes.

La presbyacousie vient encore compliquer les conditions relationnelles. Le parkinsonien est gêné pour régler sa prothèse mais aussi du fait de la rigidité de son cou pour tourner la tête vers la source sonore.

Nous n'avons pas traité ici des maladies de parkinson non idiopathiques.

## 4. Le traitement actuel

En 2014, le traitement habituel consiste en deux aides auditives (Holmes, 2003) que l'on suit de loin au gré des patients et des changements d'appareils. Seuls les enfants et les patients implantés disposent d'un traitement complet et efficace, tant dans la mise en place des aides auditives, que dans le suivi. Ce traitement comporte toujours une aide réalisée par une orthophoniste qui poursuivra la rééducation et le suivi avec l'audioprothésiste et l'ORL autant que nécessaire (Collège Français d'ORL et de Chirurgie cervico-faciale., 2009a ; Hougaard et al., 2013).

Il y a en France entre 2 et 12 millions de sourds selon les auteurs, les régions, les situations et les critères auxquels on se réfère. L'écart s'explique par une insuffisance de données scientifiques épidémiologiques exhaustives. Les audioprothésistes en général parlent de deux à quatre millions de malentendants. Les statistiques nationales et les ORL chiffrent cette population entre 5 et 7 millions (Aubel et al., 2015).

Enfin, les personnes qui s'en occupent le plus et en particulier le GRAP*santé* pensent que le chiffre serait plutôt autour de 12 millions de sourds compte tenu du nombre de personnes vues en EHPAD et dans notre pratique quotidienne (nous verrons dans l'étude AcoumAudio que les troubles auditifs sont présents chez près de 95% des patients institutionnalisés). L'institut national de la statistique et des études économiques font les projections démographiques suivantes (Insee, 2006) : « Au 1er janvier 2050, en supposant que les tendances démographiques récentes se maintiennent, la France métropolitaine compterait 70,0 millions d'habitants, soit 9,3 millions de plus qu'en 2005. La population augmenterait sur toute la période, mais à un rythme de moins en moins rapide. En 2050, un habitant sur trois serait âgé de 60 ans ou plus, contre un sur cinq en 2005. La part des jeunes diminuerait, ainsi que celle des personnes d'âge actif. En 2050, 69 habitants seraient âgés de 60 ans ou plus pour 100 habitants de 20 à 59 ans, soit deux fois plus qu'en 2005. Ces résultats sont sensibles aux hypothèses retenues, mais aucun scénario ne remet en cause le vieillissement, qui est inéluctable. » La perte auditive démarrant entre 50 et 55 ans, on peut oser imaginer qu'en 2050, avec le vieillissement de la population, plus d'une personne sur trois sera presbyacousique. En plus, vu les conditions de vie actuelles, en oubliant les dégâts que fera dans 30 ans le vacarme dans lequel nous vivons actuellement (fêtes fortement sonorisées, boîtes de nuit, etc.), l'âge d'installation de la presbyacousie risque de diminuer en même temps que le nombre de sourds risque d'augmenter considérablement (Chien et al., 2012).

Aujourd'hui, peu de personnes sont appareillées (Collège National d'Audioprothèse, 2007) et lorsqu'elles le sont, c'est en général tardivement. L'adaptation est alors souvent difficile, les personnes

presbycousiques ne sont pas prêtes à s'appareiller, du fait de l'image déjà qu'elles se font de l'appareillage, mais aussi parce que la différence avec et sans prothèses est parfois difficile à accepter au début, soit parce qu'elles donnent trop de bruits parasites soit parce que le bénéfice n'est pas assez ressenti ; ils entendent mais ne comprennent pas (McCormack et al., 2013 ; Hougaard et al., 2013). Les sons paraissent en effet souvent métalliques, des gênes sont parfois ressenties par rapport au simple fait d'avoir un appareil dans l'oreille, et surtout, la personne presbycousique se rend vite compte que les aides auditives ne vont pas leur rendre l'audition parfaite de leur jeunesse... Ce point est souvent une grosse déception (Foucher et al., 2011 ; Frachet et al., 2009).

Actuellement, il n'existe pas de traitement curatif de la presbycousie, tant du point de vue génétique, chirurgical que médicamenteux.

D'un point de vue médical, aucun traitement n'a retenu l'intérêt de la HAS (2011) : « *Avis défavorable au maintien du remboursement, compte tenu d'une quantité d'effets mal établie et d'effets indésirables graves* ». Tous les médicaments ont reçu un avis défavorable dans le cas de la presbycousie, comme pour les vasodilatateurs.

La compensation de l'intensité manquante par des aides auditives renforçant le son est la seule action possible (Collège National d'Audioprothèse, 1999). Un certain nombre de subterfuges vont permettre d'éviter les traumatismes sonores, de donner du confort, d'affiner la manière d'apporter un peu plus de volume, à telle fréquence plutôt qu'à telle autre, mais grossièrement, les aides auditives ne peuvent agir que sur l'intensité. Si la cellule ciliée externe est simplement malade, les prothèses peuvent faire beaucoup. C'est d'ailleurs ce qui se passe lorsqu'un appareillage est précocement mis en place et que l'oreille retrouve toutes ses capacités que ce soit dans le langage ou dans la musique (Philibert et al., 2002, 2003). Mais, au fur et à mesure que les cellules vont se dégrader jusqu'à mourir, le champ auditif va se réduire et un certain nombre de sons (les plus aigus) vont disparaître complètement quand la cellule sera morte. Il faut alors trouver un autre moyen d'entendre avec ce qui reste d'audition.

Entendre avec ce qui reste d'audition demande des ajustements adaptés.

Le principal obstacle, c'est que même le sourd ne se rend pas compte de sa perte, accuse les autres et ne veut pas qu'on le traite, « puisqu'il n'est pas sourd, et que ce sont les autres qui parlent mal », l'indifférence des sourds, la passivité des médecins, l'ignorance des autres, l'insuffisance du traitement, l'insuffisance du nombre de personnes formées à l'audition, voilà le contexte.

Pour en sortir, il faudrait d'abord « trois actions » :

- travailler sur l'audition ;
- fournir un traitement complet ;
- former les personnels médicaux.

Il serait nécessaire en plus de l'apprendre au grand public, de convaincre, de montrer l'exemple et surtout de former les enfants à l'audition et à sa préservation dès l'école. Et ce ne sera pas encore suffisant, il faudra : dépister et suivre, répondre aux besoins de chacun. Et pour finir surtout et toujours **prévenir**.

Les troubles auditifs liés à l'âge –désignés sous le terme générique de « presbycousie »– sont à l'origine d'un trouble de la communication orale qui, en limitant les stimulations perceptivo-cognitives des sujets âgés malentendants, favoriserait l'émergence de troubles psychologiques et cognitifs, entre autres complications. La presbycousie est un handicap qui entraîne une réelle perte d'autonomie, puisqu'elle prive le patient d'une communication efficace. Le traitement actuel consiste à compenser la perte auditive par le port de deux aides auditives, mais plusieurs études montrent que beaucoup de malentendants appareillés ne portent pas leurs appareils. Une des raisons principales est le manque de bénéfice ressenti de l'appareillage auditif. En effet, la presbycousie, qui entraîne également des distorsions perceptives, ne peut pas être uniquement compensée par les aides auditives.

## Chapitre II : Anatomico-physio-pathologie de la presbyacousie, en complexité

« Le corps n'est plus seulement une morphologie fermée, limitée à un agencement de leviers dont la clé est à trouver dans la mécanique et l'anatomie fonctionnelle. Il est un lieu de passage où se convertissent des énergies dont la clé est à trouver dans la thermodynamique et une physiologie attentive au travail du chimiste. »  
Vigarello Georges, *Le corps redressé*, 1978.

Le fait d'avoir regardé de près et en complexité l'anatomico-physiologie du système auditif nous offre la possibilité d'avoir une toute autre conception de l'audition qui participe avec les autres sens à la cognition. Nous tenons à justifier l'écriture de ce chapitre par le fait qu'en même temps que nous construisons notre thèse, nous construisons notre cognition, l'enrichissant des acquis, lui permettant d'étoffer sa pensée. Trois grands processus seront décrits : Percevoir, Agir et Être en complexité.

### 1. Préambule

Les perceptions, pour être efficaces doivent être actives. C'est la raison pour laquelle nous utiliserons le verbe « percevoir » pour les décrire. Il en sera de même pour les actions (« agir ») qui représentent la capacité de modifier cet environnement ou nous-mêmes et de l'interpréter. Enfin, l'intéroception conduira à exprimer le MOI (« être ») sous forme d'émotions qui modifieront les perceptions et l'Être. Le « Percevoir » forme avec l'« Agir » et l'« Être », un système évolutif, imprédictible mais cohérent où l'on retrouve, symbolisées, les propriétés constitutives d'un ensemble faisant à la fois partie d'un tout et le constituant.

Cette entité est représentée sous la forme d'un triangle (Fig. 1) car la propriété de cette figure est que chacune de ses « parties individualisables » n'est jamais séparée des autres. L'audition n'est qu'une partie des perceptions et se retrouve donc dans les mêmes conditions de fonctionnement (Prével et al., 2011).

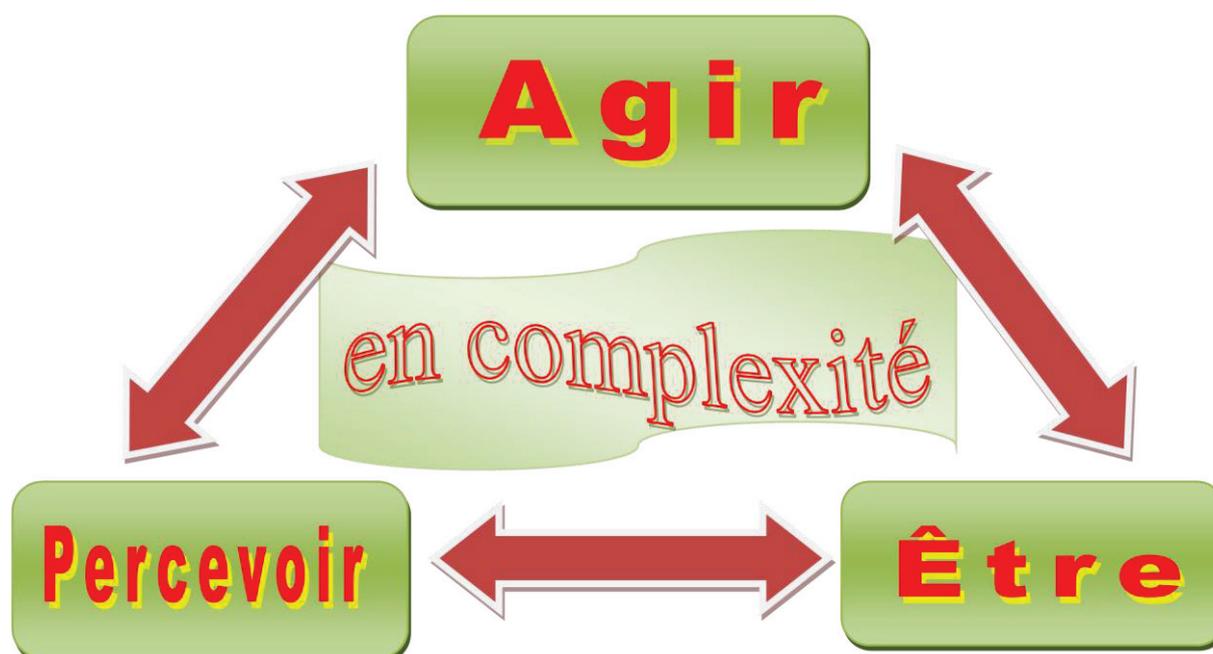


Figure 1 - Une modélisation plausible de l'Homme dans et avec sa complexité

Dans ce gigantesque processus qu'est un être humain, on y trouve les extéroceptions, les intéroceptions et les proprioceptions qui vont constituer en quelque sorte nos sources d'informations, aussi bien sur nous que sur nos actions, notre vie intérieure et notre environnement. On retrouve ces informations dans la cognition qu'elles constituent quand elles sont extéroceptives ; dans notre « MOI » quand il s'agit de notre vie intérieure et de nos émotions. Mais on les retrouve également dans nos actions qu'il s'agisse d'actes musculaires ou de sécrétions glandulaires ou enfin de nos pensées qui ne sont finalement que des actions sans muscle.

L'intervention du temps fait que chacun de ces processus est en perpétuel mouvement, se construisant, se modifiant, disparaissant pour revenir comme un autre processus ou le même un peu modifié. En tout cas jamais le même.

Notre cognition, fruit de nos perceptions, modulée par le MOI et ses actions, modifie l'Être dans son ensemble. Tous ces systèmes se refondent par les récursivités des extéroceptions, des proprioceptions et des intéroceptions dans une boucle ouverte qui se transforme en spirale avec le temps. Ces perceptions comprennent bien sûr les obligatoires actions qui suivent et les inévitables modifications de l'« être » avec ses émotions.

Les actions inhérentes aux trois systèmes sont là également pour compléter les perceptions et l'Être, et ainsi ouvrir à l'adaptation et à la réadaptation le champ des possibles. Ceci n'est concevable que grâce aux retours permanents de tous les systèmes les uns vers les autres.

Tout cela implique l'attention, la mémoire mais aussi une pulsion liée aux émotions qui met en route le système, l'entretient, l'apprécie, lui attribue une valeur. Cet ensemble constitue un élément fondamental pour motiver, rééduquer, prendre soin. Lorsqu'on pratique une éducation ou une rééducation, on l'appellera la motivation, elle semble émerger à partir des émotions et se communiquer à l'ensemble comme une valeur ajoutée personnelle (le « MOI ») (Damasio, 2010) (Figure 2).

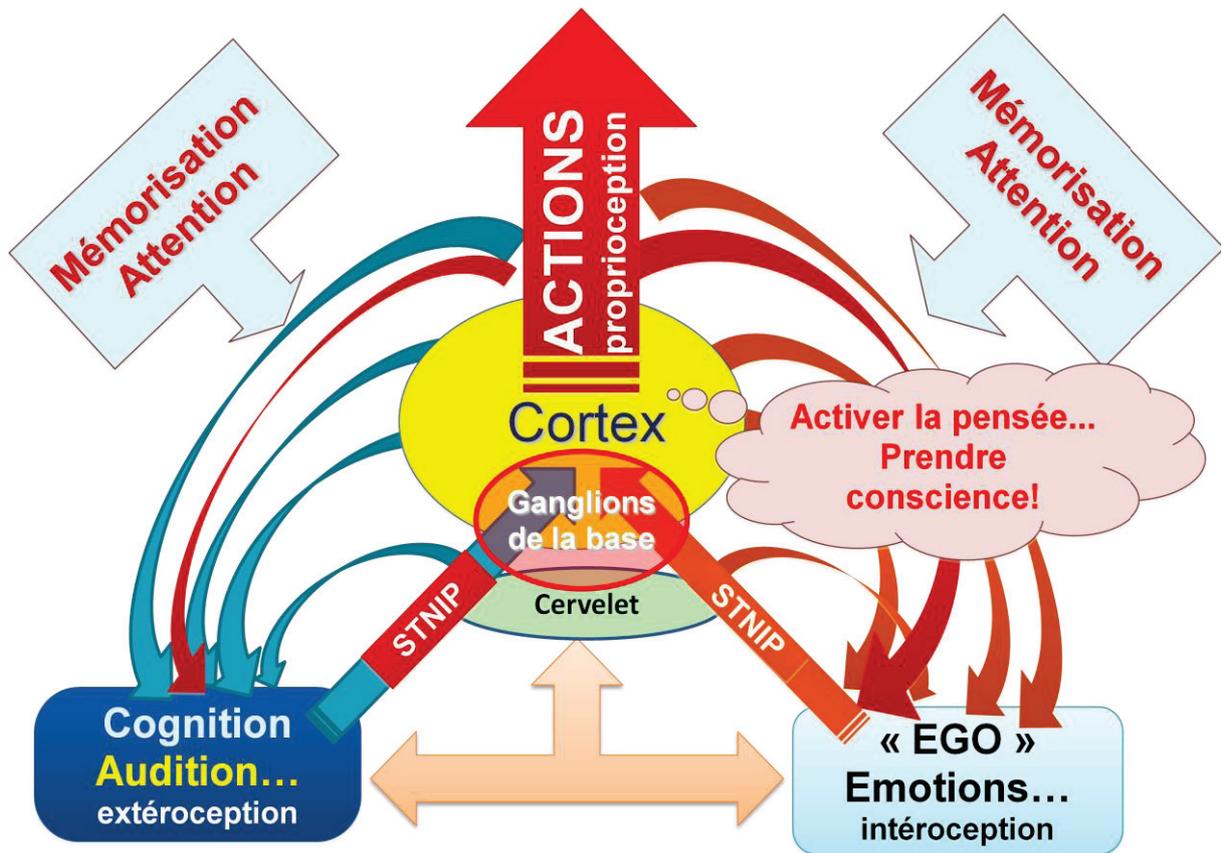


Figure 2 - Perceptions, actions, émotions et récursivités

Cette image est semblable à la figure 1 mais avec une ébauche des liens entre les acteurs.

C'est dans cet esprit complexe, mais aussi nécessairement « linéaire », que nous allons aborder ce chapitre. L'esprit aristotélicien enseigné à l'école ne doit bien sûr pas être abandonné, au contraire, il permet tous les raisonnements possibles mais il n'aura de valeur que remis en complexité. Le langage prenant par définition une forme plutôt linéaire pour passer d'une topique à l'autre, il nous faudra donc veiller à ce que le langage décrivant un processus soit sans cesse confronté au contexte pour le modéliser dans toute sa richesse dans et avec sa complexité (Le Moigne, 1999).

Je ne suis pas une experte dans le domaine de la complexité et en même temps, je sens bien qu'elle est partout. Je conçois que ce paradigme est un processus qui évolue et que le recul sur tout ce travail de thèse sera pour moi une récursivité majeure qui l'enrichira probablement grâce aux actions, perceptions et émotions amenées notamment dans notre cas par une démarche en équipe.

Pour terminer ce préambule, nous voudrions montrer comment nous concevons de passer de la neurologie (figure 3) à la pratique d'une rééducation (figure 4).

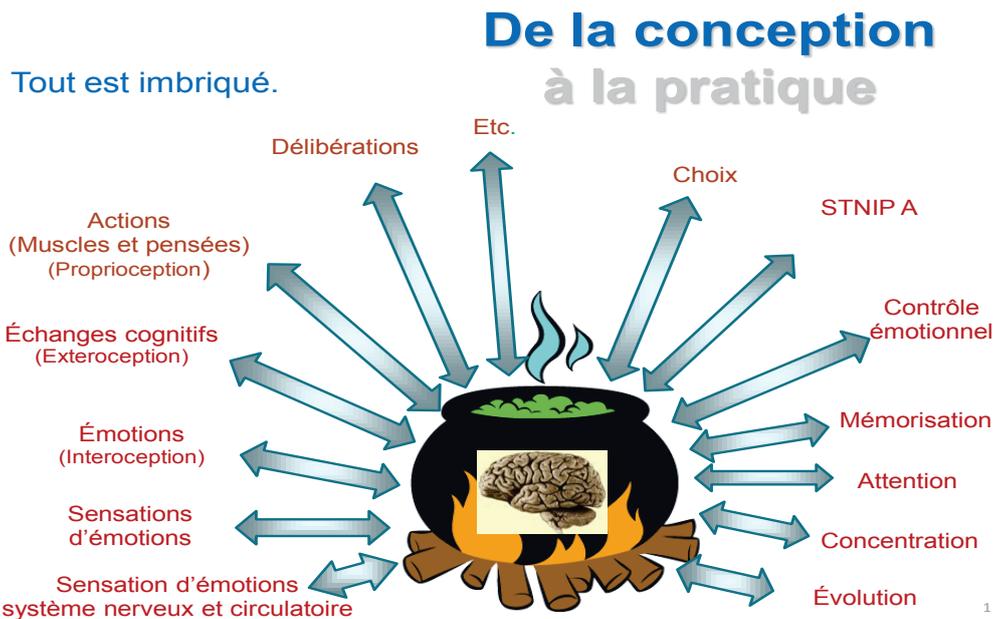


Figure 3 - De la conception (...)

Chacune des grandes fonctions exposées dans la figure ci-dessus correspond à des champs d'amélioration possible, permise par différents types d'actions présentés ci-dessous. Le concept du chaudron est une forme métaphorique de représentation de la figure 2.

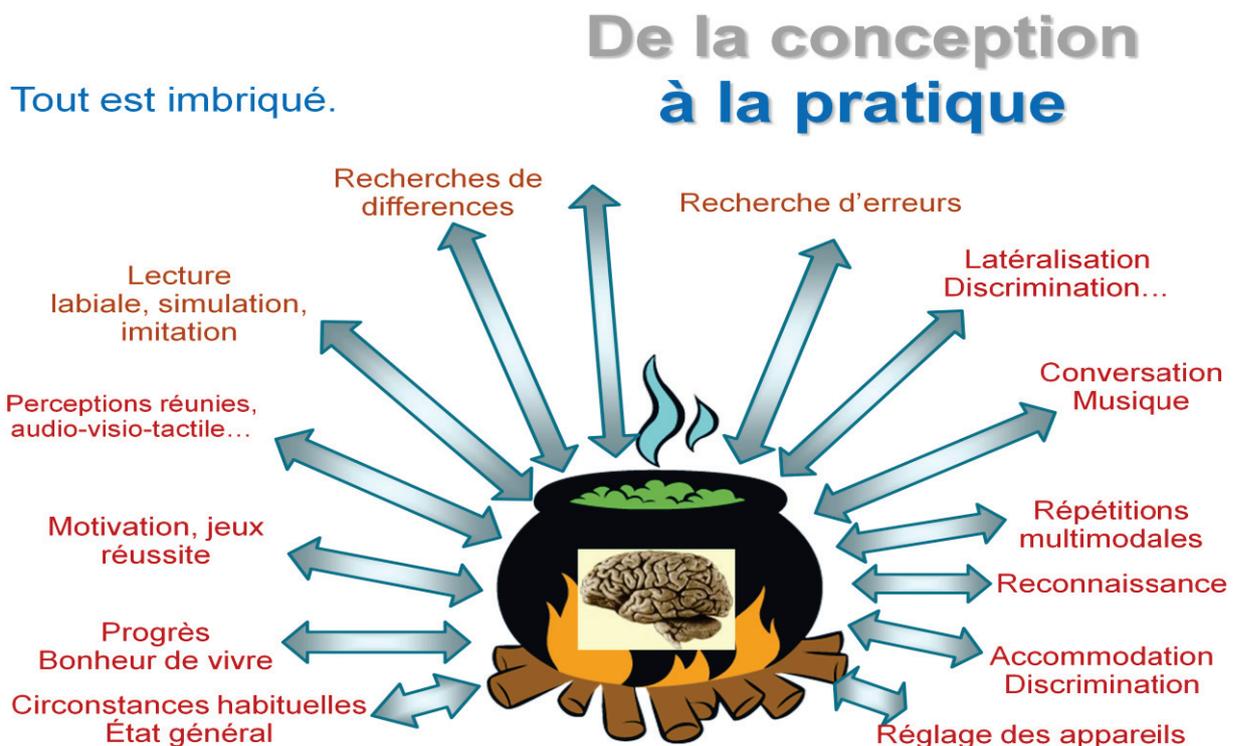


Figure 4 - (...) À la pratique

## 2. Quelques notions de base

Partons de l'unité de base que représente le neurone, puis envisageons la conscience, la neuromodulation, la mémoire et l'attention, la musique... avec ce neurone qui paraissait si simple pris isolément.

### a. Le neurone

Le neurone de type I (destiné aux muscles striés et aux voies nerveuses qui alimentent les sens) n'a que deux possibilités : laisser passer 100 mV ou rien. Cette réponse, soumise donc à la loi du tout ou rien, hache les flux de courant électrique (les trains d'influx), en d'innombrables micro-événements de quelques millisecondes et c'est tout. L'ensemble des neurones qui constituent le système nerveux dispose de 7 combinaisons anatomo-fonctionnelles pour tirer le maximum d'informations des successions d'influx qui le traversent (Vergnon, 2008). Il s'agit de percevoir des « différences » entre deux perceptions dont l'une doit être déjà en mémoire et l'autre venir d'un sens. Ces 7 combinaisons sont :

- pour localiser (spécialisation), c'est la somatotopie pour la peau et la tonotopie pour l'oreille. La place est équivalente à une caractéristique du son perçu : la fréquence ; cette dernière correspond donc à la situation des fibres auditives afférentes dans le canal spiral de la cochlée ;
- pour augmenter l'intensité (recrutement physiologique), le neurone isolé ne peut rien mais quand les neurones s'associent avec les voisins et produisent la même action, ils acquièrent la capacité d'augmenter l'intensité de la perception (le volume sonore pour l'audition) ;
- pour nous permettre de ressentir l'espace et de nous localiser, il faut qu'une partie des neurones droits croisent sur la ligne médiane avec les neurones gauches et informent ainsi les deux côtés à la fois (décussation) ; nous avons donc deux oreilles identiques qui informent *presqu'en* même temps ; c'est ce décalage de temps même infime qui va permettre *d'apprécier l'espace* et de ressentir la latéralisation ;
- pour permettre de créer une infinité de nuances de tous ordres, les deux parties du système nerveux (droite et gauche) communiquent en permanence entre elles ;
- un neurone peut communiquer avec un ou plusieurs neurones engendrant des convergences ou des divergences ;
- certaines neurones inhibent (fréquemment) d'autres (plus rarement) excitent ce qui permet surtout d'éliminer une partie des influx et ainsi d'extraire un message qui se trouve renforcé par l'absence des autres ; on les désigne sous le nom de cellules excito-inhibitrices (EI) ou excito-excitatrices (EE) ; enfin les neurones peuvent se spécialiser créant une propriété originale (cellules sensorielles réceptrices ou capteurs, par exemple) (Vergnon, 2008).

Le neurone de type II, moins rapide, moins précis est surtout relié aux organes et véhicule les données de notre vie végétative. Ils ont une importance considérable dans la construction de notre « Moi » et le ressenti de nos émotions. Ils sont spécialisés dans l'intéroception et le fonctionnement interne de notre corps.

Avec ces neurones et leurs comportements particuliers, nous créons des cartes et des réseaux dont la complexité défie l'entendement (Damasio, 2010).

## b. La conscience

Nous n'avons aucune définition de la conscience à proposer puisque tout le monde reconnaît qu'il s'agit d'un sujet qui aujourd'hui nous dépasse. Néanmoins, je prendrai la définition habituelle, à savoir que la conscience, c'est d'avoir conscience d'être conscient. Cette définition donne seulement une vague idée de ce qu'elle pourrait être et en même temps nous incite à ne pas abandonner le sujet.

Pour modéliser ce qui se passe dans le cerveau, nous allons rappeler les expériences du physicien allemand : Ernst Chladni (2010) qui, dans les années 1780, montra que sur une plaque de métal fixée en son centre et mise en vibration à l'aide d'un archet, le sable jeté dessus se répartit selon les fréquences produites en images très particulières représentant chacune une fréquence du son. On peut imaginer que la cellule ciliée interne récolte ce phénomène et le transcode en courant électrique (influx). Les neurones qui suivent dans le nouveau langage électrique représentent avec l'intensité, la fréquence et les séquences rythmiques, des sons. Ceux-ci vont au niveau des noyaux et surtout du cortex créer un phénomène vibratoire du même type que celui de Chladni, faisant



Figure 6 - Image prise sur l'écran d'ordinateur pendant l'écoute de musique

À part le fait d'être belle, cette image ne symbolise rien. Elle est juxtaposée aux sons entendus.

des cartes qui, selon le nombre de répétitions et d'aspects voisins, peuvent être mémorisées à court ou à long terme. Cela fait penser immédiatement aux attracteurs étranges de la théorie du chaos (Gleick J, 1987).

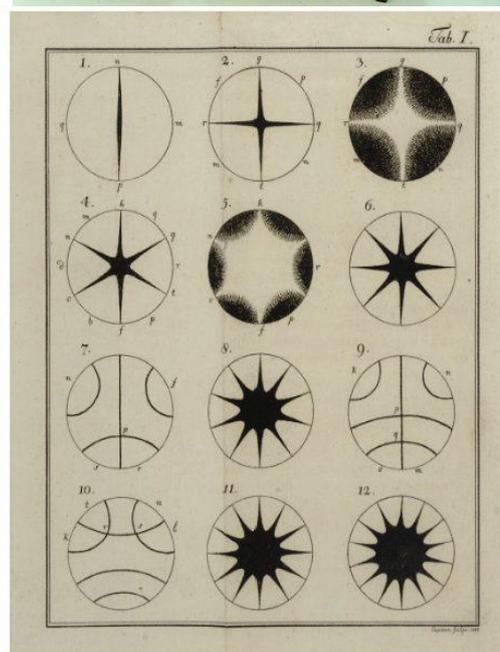


Figure 5 - Table de plaques vibrantes et figures et Chladni (1787)

entrer en résonance tous les neurones activés par ce phénomène électrique (Korn, 1903). Figure 5, on voit la table d'expérience en haut et les images produites en bas. Le même phénomène électronique permet également à l'ordinateur de représenter visuellement les sons traités par un logiciel (Figure 6).

Au niveau du cerveau, si nous considérons chaque système synaptique comme un pixel, nous pouvons symboliser la fabrication des cartes et images selon le même principe vibratoire, à l'échelle des électrons, sous l'influence d'une vibration électrique très légèrement supérieure en intensité à la vibration brownienne. Ces images sont en 3D et forment

Le propre de ces neurones est donc de constituer des réseaux, des circuits, des cartes extrêmement mouvantes et fugaces mais pouvant réaliser une sorte d'image comme les pixels d'un écran de télévision évidemment dans les trois dimensions de l'espace. Disons que chaque synapse avec sa cellule gliale (une synapse est un « ménage à trois ») (Šišková et al., 2013 ; Fellin, 2009) se comporte comme une 'unité' qui, à force de faire le même travail, le fait de mieux en mieux et de plus en plus vite. Ce faisant les trios synaptiques changent de forme selon les fréquences d'usage qui la construisent. Nous retrouvons plausiblement à l'échelon de l'électron ce qu'a fait Chaldni à l'échelle du grain de sable.

La mémoire serait donc la trace « mécanique » de ces passages et de ces modifications liées aux répétitions. L'addition de ces sortes de « pixels » (nous le modélisons ainsi) constituerait une partie d'une « image 3D » en perpétuel remaniement mais gardant une forme générale propre à la perception extéro-, proprio- ou intéroceptive qui est la nôtre (Le Moigne, 1999) et constituant une forme mémorisable du fait de sa relative constance globale dans le temps et des répétitions qui l'ont concrétisée.

Au cours de l'embryogénèse et des premières années de la vie, tout va être prétexte à associer des neurones voisins selon les successions d'informations reçues. Lorsqu'elles sont identiques ou assez semblables, elles repassent par les mêmes réseaux qui deviennent des cartes puis des images mentales en entrant dans la mémoire à court puis à long terme si les répétitions sont assez nombreuses et/ou si une *émotion* vient graver le tout d'une manière beaucoup plus prégnante (Damasio, 2010).

### c. La neuromodulation

A ce matériau nerveux, il faut ajouter le réseau sanguin et la multiplicité des produits qui y circulent. On rappellera que le système nerveux central est séparé du réseau sanguin général par la barrière hémato-méningée qui est très efficace sauf à quelques endroits où les échanges sont possibles (l'épiphyse, l'éminence médiane, la neurohypophyse, l'area postrema, l'organe vasculaire de la lame terminale et l'organe subfornical présentent des capillaires fenêtrés).

Ces échanges vont jouer un rôle important dans le comportement du système nerveux. Outre certains rôles sur les organes (muscles, estomac...), certaines molécules circulantes ont le pouvoir de faire varier l'activité des neurones qui en seront imprégnés. C'est le cas de certaines hormones ou de neuropeptides (acétylcholine, noradrénaline, dopamine, sérotonine, glutamate, GABA...). Ce chimisme a un grand pouvoir au niveau des émotions (Damasio, 2003). Il doit être pris en compte car les modifications entraînées peuvent changer d'autres éléments qui auront une action sur l'audition. Par exemple l'attention ou la mémoire, la douleur chronique ou non... (Loonis, 1997).

### d. La mémoire et l'attention

Pour avoir la mémoire nécessaire les réseaux vont procéder de manière très différente mais à partir du même principe : *la répétition* d'un processus perceptif identique ou plutôt très voisin car il ne peut être finalement jamais identique. L'intéroception, la proprioception et l'extéroception engrammées vont

finir par créer une carte en perpétuel remaniement, grâce à la récursivité (James, 1950 ; Dantzer 2002). Par récursivité, nous entendons qu'il y a obligatoirement un retour à la source des conséquences des informations perçues. C'est ce qu'exprime Edelman quand il parle de réentrée (Edelman, 2008).

La mémoire est à l'évidence complexe. Elle est inhérente à la configuration de la synapse et liée à l'importance des répétitions, donc au temps (Kasai et al., 2010). Plus il y a de perceptions ou d'actions plus ou moins identiques, plus la mémoire de ces actions sera « gravée » et plus ces vagues d'influx laisseront de traces, conservant ainsi la possibilité de retrouver le processus d'origine (Cordier et al., 2004).

Mais chacun sait qu'une émotion permet de beaucoup mieux mémoriser, à long terme et en quelques secondes, des processus qui auraient demandé des répétitions importantes sans ces états émotifs. C'est la violence de l'émotion qui va « graver » le lien entre l'émotion et le circuit mémorisé. Chaque rappel, volontaire ou involontaire, remet en scène la « déformation » mnésique.

Une synapse chimique comporte trois sous-systèmes (une terminaison axonale, un départ dendritique et une cellule gliale). Cette synapse va servir de support à toutes les mémoires. À chaque fois qu'elle va laisser passer l'influx, elle va acquérir de "l'expérience" et insensiblement avec le temps modifier son anatomie (construction de canaux récepteurs ioniques) et son mode de fonctionnement (rapidité).

Ce sont ces deux derniers phénomènes qui permettent de garder une trace mnésique à son niveau. Mais il va falloir des millions de neurones pour reconstruire à la demande les cartes transformées en images. C'est à l'aide de ce type d'images que nous modélisons le contenu de notre cognition, nos émotions, notre expérience...

Au commencement, cette trace n'est pratiquement pas visible mais après un certain nombre de passages ou si aux premiers passages s'ajoute une émotion intense, les déformations seront plus importantes et les modifications plus faciles à retrouver. La synapse va prendre un aspect qui la rend différente comme les mains d'un rameur sont marquées par les rames après une semaine ou dix ans de pratique. De ce fait, le fonctionnement de la synapse acquiert vitesse et précision si l'influx qu'elle laisse passer est toujours représentatif de la même source et ce phénomène s'amplifie en se modifiant selon les besoins et l'expérience acquise.

Bien sûr, il n'y a jamais une synapse isolée. Dans notre système nerveux, ces synapses sont innombrables et s'associent entre elles dans des réseaux ou circuits. Ainsi une perception externe est convertie tout d'abord dans une carte 3 D éphémère de neurones mis en fonction et propres à cette perception mais ne lui appartenant pas exclusivement. Ensuite un certain nombre d'actions mises en route automatiquement, apportent des modifications en retour pour améliorer la perception et/ou pour corriger certains processus. Ces automatismes deviennent à la longue des mémoires procédurales et implicites.

Dans d'autres cas, des cartes 3D s'ajoutent aux précédentes et leurs informations atteignent un cortex primaire permettant une reconnaissance puis un cortex secondaire transformant ces cartes en images (concepts) en leur donnant du sens. Ce sont alors des images dont nous prenons conscience lorsqu'elles se complexifient en se fondant avec des cartes venues de perceptions internes (émotions)

et avec toutes celles des autres sens. Nous créons alors selon les sujets abordés et la participation émotive : des mémoires autobiographiques ou des mémoires sémantiques.

Ces traces mnésiques pourront être récupérées, si la source sensorielle redonne les mêmes informations ou si nous décidons de rappeler ces « souvenirs ». Ces zones créatrices ou récupératrices sont appelées des « savoir-faire ». Elles peuvent « allumer » une carte qui elle-même pourrait devenir une image et suivre le même cursus que la précédente. Ces savoir-faire vont devenir des centres de dispositions acquises avec la possibilité de faire des choix en engageant par exemple par l'intermédiaire de l'amygdale le lobe préfrontal (Bechara et al., 2003). On pourrait situer ces zones dans les cortex associatifs ou le lobe préfrontal ou encore dans les noyaux de la base pour les cartes d'automatismes, voire les premiers neurones sensoriels pour les automatismes perceptifs primaires.

Les premières fois, la carte-réseau de synapses « s'allume » et persiste dans sa forme mouvante au gré des modifications de la source tant que la source d'allumage persiste dans un réseau qui la traite (ce sont les mémoires sensorielles et de travail). Si la même situation se répète et dure un peu... c'est alors la mémoire à court terme qui entre en jeu.

À la longue, lorsque les répétitions ont déformé, modelé la carte ou plus rapidement si une émotion vient ajouter sa force de résonance aux répétitions, cette carte se transforme en une « image type mémoire à long terme » qui persiste et s'allume à la moindre occasion. Pour faciliter la modélisation de la mémoire à court terme, utilisons l'image des pixels d'un écran de télévision. Ce système n'a qu'une mémoire de circuit qui persiste tant que la source persiste. Chaque pixel de l'image a une place qu'il garde tant que le circuit est entretenu par la même source. Ce sont les mêmes pixels (synapses) qui interviennent pour toutes les images possibles. Ce sont ensuite les mêmes cartes ou les mêmes images qui seront mobilisées pour une perception spécifique ou une remémoration de même forme. Notre capital s'enrichit, grâce à la récursivité dont ne dispose évidemment pas l'écran d'un téléviseur. Nous reviendrons plus loin sur l'importance des zones de convergence/divergence de Damasio (2003) et ses indispensables marqueurs somatiques.

Mais, comme les pixels de la télévision (qui n'a qu'une mémoire « sensorielle » de répétition), chaque pixel (synapse) peut intervenir dans plusieurs réseaux-mémoires et chaque carte peut appartenir à plusieurs réseaux-mémoire différents, l'ensemble est devenu complexe mais pas vraiment compliqué. La mémoire à court terme est une mémoire de circuit et la mémoire à long terme est le produit des déformations que ces circuits engendrent à "l'usage". La mémoire à long terme garde la trace qu'elle peut rappeler à partir d'une zone de cortex capable de conserver l'adresse des images. Plus on travaillera sa mémoire, plus les cartes mémoires s'enrichiront, plus elles auront de facilités à se reconstruire à chaque rappel. Ce qui détériore la mémoire n'est donc jamais l'exercice mais le repos (« Use it or lose it »). La mémoire n'a pas droit à la retraite...

Pour nous résumer, nous disposons donc grossièrement de deux types de mémoire :

- *Mémoire de circuit* qui fonctionne tant que dure le stimulus. C'est le cas d'une perception qui va solliciter des neurones successifs constituant des images éphémères. Elles atteignent dans le cortex auditif primaire des zones de disposition qui mettent en route, soit la construction de « nouveau » par répétition, soit la reconnaissance d'une image voisine, remémorée, soit un mélange des deux (Damasio; 2010).
- *Mémoire de trace* par déformation de la synapse et, de ce fait, liée à des cartes et réseaux mémorisés. Ce sont les répétitions et l'adjonction d'émotions qui finissent par créer cette

déformation persistante de la synapse, déformation qui va de pair avec d'autres et constitue un réseau avec une entrée et une ou des sorties. Ces réseaux peuvent se greffer les uns aux autres en constituant des Zones de Convergences/Divergences comme l'explique Damasio (2010).

L'attention peut participer à tous les instants au bon déroulement de toutes les opérations. Elle va permettre de clarifier de façon précise certains sons complexes plutôt que d'autres. Rappelons sa définition classique : « *L'attention est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui semblent possibles (...). Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres.* » (James, 1950). Son rôle dans la perception est capital tant pour activer la mémoire, que pour favoriser les apprentissages et aider à construire et à améliorer les automatismes (Malcut et al., 1995). C'est donc un élément très important dont il faut tenir compte dans le travail à faire pour rééduquer un presbycousique par exemple (Denni-Krichel et al., 2011 ; Prével et al., 2011).

La mémoire et l'attention volontaire travaillent de concert. La plupart des auteurs pensent que l'intervention de l'attention se fait entre la mémoire sensorielle et la mémoire à court terme, ce qui correspond à la mémoire de travail (Posner et al., 1990). Cette mémoire de travail (cortex préfrontal dorso-latéral) permet le maintien et la manipulation cognitive des informations selon le classique administrateur central, la boucle phonologique et le calepin *audio-visuo-spatial*. C'est nous qui ajoutons « audio » car il est à notre avis ignoré indûment (Vergnon, 2008). Les émotions sont susceptibles de perturber l'attention de manière très importante (Dantzer, 2002).

On entend par attention un état qui s'étend de l'alerte à la concentration. On peut la subdiviser en attention implicite ou inconsciente dont le réseau comporte principalement les colliculus, le pulvinar et le cortex pariétal ainsi que le réseau conscient ou explicite qui sollicite les cortex cingulaires antérieurs et préfrontaux médians. Le point de départ serait le tronc cérébral et tout particulièrement le locus cœruleus qui éveille l'attention avec le même principe que le réveil du matin : lorsque l'alerte devient consciente, l'essentiel se passe dans l'hémisphère droit (Bremer et al., 1952). Il est aisé de concevoir des rapports étroits entre les émotions et l'attention. L'attention peut porter sur l'extérieur du corps (extéroception) ou sur l'intérieur (proprio- et intéroception). Elle peut également être partagée ou sélective, et être interrompue par un distracteur. L'attention peut porter sur les perceptions ou sur les actions qui les suivent, elle peut se réduire à un discours interne (Mialet, 1989).

Le terme d'attention n'est donc pas univoque, il signifie plusieurs modes d'action :

- *l'alerte* peut être involontaire, liée au son qui la déclenche ou volontaire, soit consécutive à la précédente, soit initiée par un travail de réflexion additionné d'émotions. Son rôle chez l'homme ou chez l'animal est destiné à nous permettre de nous protéger d'un danger (Vergnon, 2008 ; Posner, 1980) ;
- *l'attention involontaire* est un automatisme inconscient qui se crée depuis l'enfance lorsqu'un stimulus prédomine sur ceux qui sont perçus dans l'instant. Il capte alors sans le vouloir l'attention qui, si le sujet s'y intéresse, devient alors volontaire. L'action qui suit l'attention involontaire est en général un automatisme et ne réclame pas non plus de conscience (je freine si mon attention est attirée passivement par un événement imprévu sur la route) tout se passe dans le tronc cérébral et dans les noyaux de la base (Damasio, 1995). Des distracteurs peuvent venir perturber cette attention « salvatrice » et il faut les faire disparaître car ils sont gênants, c'est la substance réticulée qui s'en charge pour la plupart et le pulvinar si le besoin s'en fait sentir (Vergnon, 2008 ; Posner, 1980) ;

- *l'attention volontaire* est l'apanage du lobe pariétal et du lobe préfrontal (plutôt droits) même si le pulvinar y prend une part au moment de l'initiation. L'attention volontaire est un facteur d'efficacité cognitive où tous les sens entrent en jeu, principalement l'audition. Le choix entre les informations sensorielles se pose lorsqu'il y a discordance entre elles : certaines deviennent des distracteurs et empêchent les automatismes de fonctionner normalement. La sélectivité de cette attention peut amener à la concentration, degré ultime de l'attention volontaire. L'attention volontaire a besoin de mémoire (hippocampe), d'émotions pour favoriser cette mémoire à court terme et de réflexions répétées et chargées d'émotions pour la mémoire à long terme. L'attention enfin peut être partagée. Cette attention partagée nous permet de résoudre les problèmes qui se posent à nous en mobilisant des ressources alternativement ou simultanément sur l'ensemble des sujets que présente la situation. L'écriture, la lecture, etc. font appel à cette attention (Vergnon, 2008 ; Posner, 1980).

### **e. La musique mobilise une « autre oreille »**

Helen Neville (2009) part de l'idée que c'est la faculté d'attention qui bénéficie le plus d'une bonne éducation musicale et montre que la littérature a déjà démontré l'intérêt des rééducations portant sur les fonctions attentionnelles pour améliorer la cognition. Elle propose d'utiliser la musique qui demande des capacités attentionnelles très importantes pour faire progresser les enfants. Son travail démontre sans conteste que l'étude de la musique est un excellent moyen de développer les capacités attentionnelles et donc la cognition chez l'enfant. Cette étude nous intéresse car pour faire de la musique, il faut une bonne oreille et nous pensons que l'aide orthophonique que nous proposons chez le presbycousique doit faire appel à la musique autant que cela se peut.

### **f. La complexité du système nerveux**

Si l'on veut donner un exemple de système complexe, il suffit de donner celui du système nerveux qui, comme le recommande Jean-Louis Le Moigne, doit se concevoir, non pas en recherchant sa confusion avec la réalité ce qui ne sera jamais possible, mais comme une modélisation complexe avec les axiomes qui s'imposent : de synchronie, de diachronie et de récursivité. Modéliser en complexité ne consiste surtout pas à abandonner le linéaire mais, au contraire à considérer que « complexité et linéarité » sont imbriquées l'une dans l'autre en parfaite congruence (Le Moigne, 1999).

Un mot sur les axiomes pour rappeler leur signification :

- synchronie pour ce qui se produit en même temps dans le processus ;
- diachronie pour le temps pris dans sa durée ;
- récursivité pour indiquer que le processus fait appel à lui-même pour se refonder.

Cette récursivité présuppose que je suis *dans* le phénomène que j'observe, que j'en fais partie, même et surtout s'il ne s'agit pas de moi. Cette récursivité est alors indispensable pour faire progresser le système. Elle est permise si à une fibre montante une fibre descendante lui correspond (Rouiller, 1998). Ce processus renvoyant les informations de sortie à l'entrée en assure ainsi l'entretien et l'enrichissement à tous les niveaux. Sans cette notion, une mémoire, qu'elle soit de circuit ou de trace serait inopérante car elle ne pourrait être reliée à la trace mnésique qui précède.

Ainsi comme rien n'est figé, les synapses, les cartes, les réseaux, les circuits (en spirale car rien ne revient exactement à la même place avec le temps) sont en perpétuel changement. Pour ce faire, il faut qu'il existe des zones de distribution avec mémoire des actions à faire et disposant de « l'adresse » (du numéro de téléphone) des cartes, des images pour les faire passer de potentielles à la conscience (plus concrète) et à l'efficacité si besoin. Ainsi ces cartes ou images peuvent être rallumées plus ou moins parfaitement et ainsi remémorées pour participer à la réflexion du moment (Damasio, 2010). Notons toutefois que même si les cartes, images et circuits sont en perpétuel mouvements, les traits qui les dessinent sont suffisamment pertinents pour être reconnus (c'est le même principe qu'une caricature pour laquelle quelques traits caractéristiques du visage seulement permettent, malgré une déformation de l'ensemble, de reconnaître une personne).

Il en est de même en ce qui concerne les automatismes qui viennent toujours plus ou moins s'adjoindre aux actions conscientes et voulues. Un pianiste qui joue une sonate dispose d'automatismes qui lui permettent à force de travail de « répétition » de jouer la partition sans faire appel forcément à une conscience du travail effectué, tant qu'il reste dans l'automatisme correct. Mais qu'une incongruité surgisse, et un automatisme déclenché par le repérage auditif de l'erreur commise lui permettra soit la correction, soit la dissimulation selon les circonstances.

Percevoir<=>Agir<=> Être (Exister) (Prével et al., 2011 ; Le Moigne, 1999) ont les moyens de s'exprimer grâce au système nerveux et au système humoral qui offrent à chaque individu la possibilité de communiquer. Nous allons considérer que le fonctionnement du système nerveux dépend :

- pour *percevoir*, à la fois des informations qu'il reçoit de l'extérieur (les 5 sens) et de l'intérieur (viscéroception, intéroception et proprioception) auxquelles il faut ajouter mémoire et attention ;
- pour *agir* des perceptions extérieures, de la proprioception qui intéresse le système ostéo-musculaire et des systèmes sécrétoires, des émotions (intéroceptions) ainsi que la pensée qui est une action sans muscle. Il faut encore ajouter mémoire et attention ;
- pour *être*, du système nerveux dans son ensemble où sont complètement imbriqués les systèmes de perceptions, de traitement des influx, d'actions plus ou moins conscientes et surtout des émotions qui vont permettre à l'être de constituer son « MOI ».

Nous adoptons bien volontiers les *zones* de convergence/divergences et les *régions* de convergences/divergences (Damasio et al., 1994) avec leur initiateur le marqueur somatique (Damasio et al., 1991). Les zones associatives des trois grandes perceptions et celles des chimiorécepteurs mélangent leurs influx, elles les distribuent selon les automatismes acquis ou les besoins du sujet et selon ses décisions (Bear et al., 2007).

Tout ce qui va suivre va être dédié à un sens : l'audition mais toujours dans son contexte. Cette audition sera au centre de notre sujet. Mais, comme il se doit, son rôle sera remis sans cesse en complexité. L'audition a besoin de tous les sens, de toutes les fonctions, de tout l'organisme et de son écologie. Alors seulement, elle devient « intelligible » en « reliant » (Le Moigne, 1996). Nous pourrions résumer notre intention en écrivant que nous allons travailler sur l'ensemble de l'organisme à partir de perceptions à « connotations auditives ».

## 3. Percevoir

### a. L'extéroception et la cognition

Nous allons brièvement reprendre l'audition de A à Z. Les influx qui s'y rapportent finiront dans le système nerveux central, mélangés aux autres sensorialités et se fonderont dans l'ensemble (Piaget, 1961). Nous essayerons de ne pas perdre ce fil rouge de l'audition et ainsi de répondre à notre questionnement initial.

Des sons, il n'y en a pas dans la nature (Auriol, 1996). On appellera sources sonores des modifications impulsionnelles de lames d'air (le plus souvent) qui nous entourent. Ces modifications sont orientées par le pavillon, calibrées par le conduit auditif externe, prises en charge par le système tympano-ossiculaire et transportées par les liquides de l'oreille interne jusqu'à des cellules réceptrices externes avec, pour les sensibiliser, des cils qui en feront un courant, car notre système nerveux ne comprend que ce langage. Voilà la situation d'origine qui va nous permettre d'entendre des « sons ». On l'appellera la « perception » et nous garderons ce mot sans lui donner jamais la moindre idée de compréhension de ce qui est perçu. On peut également parler de capture des sons. Pour être plus complet on consultera l'article de Bouccara et al. (2011).

Les courants électriques appelés maintenant trains d'influx auditifs vont se trouver manipulés pendant tout leur trajet jusqu'au cortex auditif primaire afin d'en tirer « la substantifique moelle » comme disait Rabelais et de permettre au cortex auditif secondaire qui entoure la zone primaire de donner du sens aux pressions impulsionnelles reçues par l'oreille (Prével et al., 2011). Il s'agit du *Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues Auditives (STNIP A)*. À chaque vague d'influx, le cortex auditif primaire va en effet construire, par répétition, une « carte » à comparer avec celle mise en mémoire. C'est l'aire auditive secondaire qui va ensuite initier le sens à donner à la carte pour en faire une image, un concept (Damasio, 1999). S'il n'y avait que cela nous n'éprouverions rien pour cette image. C'est une sorte de « connaissance froide, neutre », comme les mots d'un dictionnaire (Damasio, 1995 ; Jeannerod, 2011).

Les informations sonores ont créé au fur et à mesure des répétitions dans toute la voie auditive (STNIP A) des cartes-réseaux qui se modifient, s'augmentent, s'affinent, s'associent, voire disparaissent en fonction de l'apparition et/ou de l'usage qui est fait des sons entendus. Dans les aires auditives temporales, les influx sonores perçus vont également créer des cartes dont la forme en 3D dépend des associations entre les neurones (rappelons-nous les images de Chladni). Dans l'aire primaire les influx entrant permettent d'allumer des réseaux déjà cartographiés et de reconnaître ainsi les sons par comparaison. Dans l'aire auditive secondaire, des cartes secondaires mémorisées sont réactualisées et donnent du sens aux sons en même temps qu'elles les transforment en images sonores prenant ainsi un sens. Dans les zones associatives la complexité devient immense et les autres sens vont tous apporter leur part spécifique pour construire des images multi sensorielles dans lesquelles les sons ne sont plus individualisés, mais font maintenant partie d'un tout cohérent. Nous avons magnifié et enrichi profondément l'image sonore.

Ce sont ces images fugaces et complexes qui doivent maintenant nous intéresser. Elles se renforcent à chaque passage, se modifient, acquièrent de la densité, deviennent conscientes, explicites, mais restent « froides » comme si elles ne nous concernaient pas.

Si l'on veut rendre, à l'aide de clichés plus précis ce qui vient d'être présenté, on peut dire que lorsque les influx sensoriels auditifs sont arrivés dans ces zones associatives, ils enrichissent la cognition. En retour, le système nerveux va permettre au système auditif de mieux s'adapter, grâce aux récursivités dont il bénéficiera.

C'est la confrontation de cette « connaissance » avec les cartes qui proviennent du corps sous forme d'émotions (proto-émotions, émotions de base et sentiments d'émotion) et donnent à l'ensemble une *valeur* qui nous est propre. En même temps, elles génèrent la conscience du fait de la confrontation des images sensorielles, cognitives et des cartes et images d'émotions si elles sont en résonance. C'est que nous appellerons la « valeur ajoutée » à la cognition par les émotions.

La cognition est ainsi la résultante de tous nos apports sensoriels. Sans l'extéroception nous n'aurions aucune cognition. Mais pour en bénéficier dans toute sa dimension, nous avons également besoin des émotions, des actions et de leurs retours respectifs. Sans ces systèmes, les données sensorielles resteraient des images stéréotypées que nous gérerions sous forme d'automatismes standardisés comme un ordinateur le fait de ses data.

C'est en fait, nous le verrons, la confrontation, le mélange, l'imbrication, l'association de tous les phénomènes intéroceptifs, extéroceptifs et proprioceptifs qui entrent en résonance pour nous permettre de créer notre « MOI » conscient ou non.

Antonio Damasio (Damasio, 2010) décrit des régions du cortex cérébral constituant des cartes de cognition susceptibles de devenir des images, et qui correspondent aux aires sensorielles avec des zones du thalamus (émotions) et des colliculi ; pour l'audition : aires 41 et 42 de Brodmann, pulvinares, corps genouillés médians et colliculi inférieurs. À ces zones perceptives, il faut ajouter les cartes motrices qui correspondent à toutes les réponses automatiques qu'elles engendrent (les actions suivant nécessairement les perceptions). Cet ensemble va constituer une part importante de la mémoire autobiographique, en plus de la mémoire sémantique nécessaire à son expression.

Lors de perceptions du moment, ces territoires participent à la reconnaissance de l'objet puis ils permettent de donner du sens à la perception. Lors de la remémoration, ces territoires vont être sollicités si besoin lors de la recherche et prendre plus ou moins d'importance selon l'attention qui sera portée à ces zones cartographiées et selon notre volonté.

Si tout en reste là les perceptions ne sont pas vraiment intéressantes. Prenons l'exemple d'une rengaine que l'on chante dans sa tête comme un leitmotiv. Cette mélodie va rester dans la tête, sans signification, jusqu'à ce qu'on en prenne conscience et que nous fassions un effort pour nous en débarrasser car maintenant elle nous agace.

Pour devenir utile il faudra faire beaucoup plus, en empruntant notamment ce qu'appelle Antonio Damasio : les *zones et régions de convergences-divergences*. Ces zones vont correspondre aux « espaces dispositionnels » dont les circuits, réseaux d'assemblages, sont différents des cartes et images que nous venons de décrire.

Nous pensons que le système de mémoire est toujours constitué de « cartes » mais cette fois-ci les zones dispositionnelles sont des programmes qui vont faire appel aux cartes mais aussi à tout le reste des fonctions cérébrales : attention, réflexion... Damasio utilise la notion de feedback et de feedforward (que l'on pourrait traduire par : réseau de connexions neuronales anticipatrices) qui impose une récursivité d'une zone qui suit avec elle-même ou des zones précédentes, rendant ainsi une programmation possible et permettant de construire des projets et des processus.

## **b. L'intéroception et les émotions**

Ce qui vient d'être présenté pour l'extéroception nous conduit tout naturellement à faire la même étude pour l'intéroception. Ses capteurs trouvent leurs informations dans tous les viscères de l'organisme et ces informations perçues trouvent des possibilités de « manipulation » au niveau d'un *Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues* (STNIP) identique à ceux que nous utilisons pour les sens. Ce STNIP est représenté par le système nerveux autonome qui va, dans les deux sens (montée et descente) et dans les deux fonctions (inhibition ou renforcement), adapter l'organisme aux exigences de l'homéostasie. Des processus complexes vont réaliser des modifications en permanente adaptation pour répondre à cette exigence.

### **• Le système des émotions**

Avec le sympathique et le parasympathique, la substance réticulée est donc le lieu du Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues *Neurovégétatives* (STNIP N) jusque et y compris les noyaux de la base et certains cortex (que nous appellerons « primaires » pour poursuivre notre mise en parallèle avec l'extéroception) : insula et cortex cingulaire antérieur par exemple. Il s'agit ici le plus souvent de neurones de type II (sauf au niveau des certains noyaux et des cortex). En ce qui concerne les neurones de type II qui sont plus lents et moins précis que les neurones de type I, ils répondent assez bien à leur fonction qui localise l'organe malade ou entretient un état de l'organisme et donne une « impression assez floue » de cet état.

On peut décrire le système des émotions en trois niveaux (proto-émotions, émotions de base et sentiments d'émotions) répartis dans quatre systèmes :

1. Les systèmes nerveux sympathique et parasympathique qui transportent les influx de ou vers les viscères en inhibant ou en excitant.
2. La substance réticulée de la moelle aux centres du tronc cérébral (pour l'oreille le complexe olivaire supérieur) jusqu'au thalamus (pour l'oreille colliculus inférieur et corps genouillé médian) et à l'hypothalamus.
3. Une grande partie du système limbique, en particulier l'amygdale (Bechara et al., 1999).
4. Les cortex dédiés à ce système : insula et cortex cingulaire antérieur entre autres.

Ainsi les capteurs provoquent des courants d'action qui parcourent le STNIP N qui, sur le même principe que celui de la cognition, va apporter une réponse aux éventuels dérèglements viscéraux et conserver l'homéostasie dynamique. Le produit de ce traitement est la création d'émotions indicibles même si elles sont plus ou moins conscientes. Des cortex secondaires et associatifs vont, comme pour la cognition, donner aux émotions une dimension supérieure propre à l'homme avec ses centres de

décision, ses mémoires et ses capacités d'attention conscientes et explicites (en particulier les cortex frontaux) (Xue et al., 2009).

Les cartes qui se construisent pour l'intéroception (à l'identique de l'extéroception) vont être à l'origine des émotions comme les cartes de l'extéroception étaient à l'origine de la cognition. La fusion, la congruence cognition/émotions à tous les niveaux va créer trois états d'émotions : les *proto-émotions* avec leurs cartes d'automatismes sensoriels, les *émotions noyaux* avec les images sensorielles implicites, souvent automatisées et les *sentiments d'émotion* avec des concepts explicites et leur conscience étendue, utilisant à plein le langage.

À la suite essentiellement de Damasio et de la lecture de son livre *L'erreur de Descartes* (1995), nous avons compris la nécessité de ne jamais oublier le corps quand on veut aborder n'importe quel problème impliquant le système nerveux. L'homéostasie devient une pierre angulaire sur laquelle va reposer la construction et le fonctionnement d'un être vivant, y compris l'homme.

Dans une récente publication, Samir Dhoub et al. (2011) montrent bien l'importance des autres sens et des émotions remis dans leur complexité pour entendre correctement. En ce qui concerne les émotions, rappelons brièvement que chaque organe adresse à la moelle puis au tronc cérébral, par l'intermédiaire du sympathique ou du parasympathique, des informations sur son état local. Le système réticulé prend en charge ces intéroceptions et traite les informations perçues afin d'assurer l'homéostasie (STNIP). Dans le même temps et à partir de ces informations intéroceptives se construisent des émotions qui se mélangeront non seulement aux perceptions mais également aux retours d'actions (proprioception) afin d'apporter la valeur ajoutée de notre Moi à la cognition, aux actions puis au final à la conscience et à la pensée.

Remarquons que cette homéostasie n'évolue pas dans des normes immuables, mais dans une fourchette évolutive qui change à chaque instant et qui se rééquilibre également avec le temps. Cette fonction nerveuse est dévolue aux éléments du tronc cérébral les plus près de la moelle. Ces éléments (noyaux du tractus solitaire par exemple pour les viscères principaux) vont, dès la protubérance annulaire ou le mésencéphale, traiter les influx avec des centres régulateurs supérieurs (noyau parabrachial et substance grise périaqueducale). Anatomiquement, c'est la substance réticulée du tronc cérébral faisant suite à celle de la moelle qui se charge de ces opérations et les noyaux que nous venons de citer en font partie (Damasio, 1999). Parmi les noyaux de cette région, le complexe olivaire supérieur, entièrement dédié à l'audition, peut déjà à ce niveau être influencé par les proto-émotions qui naissent au voisinage.

Le système réticulé court de la partie basse du bulbe à la partie haute du mésencéphale, en étroite connexion avec le thalamus et l'hypothalamus. Il correspond à l'innervation de tous les viscères. Les voies font à la fois monter des informations, en particulier la douleur, et descendre des injonctions d'adaptation, de régulation, d'évitement.

À ce niveau, il est important d'introduire la notion de neuromodulation. Par les vaisseaux sanguins de nombreux neuromodulateurs vont venir baigner des zones du système nerveux et entraîner des modifications de comportement plus générales. C'est la deuxième source (après le fonctionnement neuronal) qui va mettre le corps en relation avec le système nerveux. Cette source sera à l'origine d'un deuxième courant d'information et d'action humorale. Cette régulation chimique utilise la voie sanguine pour apporter des modulateurs à partir de l'hypothalamus et des voies de pénétration des

méninges (franchissement de la barrière hémato-méningée) qui protègent le système nerveux. Ces modulations ont leur mot à dire bien que de manière un peu différente, moins précise, plus diffuse.

Ainsi deux courants distincts d'influx vont monter et redescendre, l'un pour informer de ce qui se passe *autour* de « MOI » (c'est l'extéroception) et l'autre de ce qui se passe *en* « MOI » (ce sont les viscéroceptions et, nous le verrons également, la proprioception). Ces courants à la fois montants et descendants, vont diffuser dans tout le système nerveux. Ils vont régler pour une bonne part tous les problèmes qui n'ont ni attiré l'attention, ni été conscients, et ce, grâce à une série d'automatismes implicitement et inconsciemment exécutés sans que nous y prêtions le moindre intérêt (Roulin, 2006). Un autre double courant va consister à régler tout le système proprioceptif en ajustant toutes les actions musculaires nécessaires à notre comportement.

Dans notre système d'Agir↔Percevoir↔Être en complexité, l'action va trouver sa place et la perception sensorielle va se compléter du ressenti du corps que ces perceptions soient conscientes ou non. Dans les conditions d'espace, d'énergie, et de temps que nous connaissons, l'être humain va pouvoir construire et exercer sa pensée consciente à partir de ces prémisses.

## • Les données de contrôle de l'homéostasie

### ○ *Les émotions de base*

Parvenus dans le tronc cérébral, les influx intéroceptifs et certains influx proprioceptifs qui font partie du système réticulé vont atteindre le noyau du tractus solitaire créant des cartes en perpétuel mouvement. Partant de là, ces cartes en réponse entraînent à leur tour des automatismes afin de parer aux déséquilibres ou d'ajuster les constantes des systèmes cœur-poumon, tube digestif, etc. De ces cartes révisées en permanence dans le noyau du tractus solitaire partent d'autres influx créant d'autres cartes de 2<sup>e</sup> ordre tout aussi fugaces qui vont gagner le noyau para-brachial et la substance grise périaqueducule (Damasio, 1999 et 2010).

### ○ *Les émotions noyaux*

Parallèlement, des modifications humorales, des sécrétions d'hormones ou de neuromodulateurs vont venir ajouter des éléments d'action/information à ceux fournis par le système végétatif et tous ces éléments vont s'imbriquer les uns avec les autres afin de ne plus faire qu'un, d'abord de manière instantanée, puis à chaque répétition et enfin à chaque rappel.

Précisons ce que nous entendons par émotions. Elles existent chez de nombreux animaux mais elles atteignent leur summum avec l'homme et sa conscience. Selon Antonio Damasio (2003) leur source, leur *primum movens* consiste dans l'homéostasie (Bernard, 1865 ; Cannon, 1932) dont il donne la définition suivante : « *L'homéostasie désigne les réactions physiologiques coordonnées, et en grande partie automatisées, qui sont indispensables au maintien des états internes stables dans un organisme vivant. L'homéostasie comporte entre autres la régulation automatique de la température, la concentration d'oxygène, ou le pH de notre corps...* ».

Toujours selon Damasio, les émotions sont des programmes complexes et en grande partie automatisés d'actions que notre système nerveux crée quand les connaissances qu'elles supposent se confrontent à l'ensemble d'actions menées et vécues par notre corps. Nous verrons plus loin les « sentiments » émotionnels, stade ultime supérieur des émotions.

Ces émotions ainsi présentées, sont les témoins des corrections des états internes qui sortent des normes, en nous incitant à réaliser ou en réalisant habituellement sans notre avis, des opérations de remise à niveau. Pour en arriver là, il faut renseigner les centres grâce à tous les capteurs (intéroception et proprioception). Tous ces éléments vont être gérés par les centres végétatifs que nous avons vus plus haut. Un premier traitement à ce niveau permet de régler automatiquement la quasi-totalité des événements et donne naissance selon Damasio à des « *proto-émotions* », des émotions « infra-basiques », d'attraction ou de rejet, de quiétude ou de fuite. Elles appartiennent au règne animal inférieur autant qu'à nous. Chez l'homme ces proto-émotions ne représentent qu'une faible partie de ce que nous appelons les émotions. Elles ont en plus la faculté d'initier le processus d'adaptation et d'être ainsi indispensables à la poursuite de notre vie. Les proto-émotions font « prendre conscience » que le corps est là, notion capitale. Elles vont servir de base de référence dans le traitement que nous faisons des informations sensorielles venues de l'extérieur (Damasio, 1995 et 2003). En quelque sorte, avoir des émotions c'est donner une valeur à la cognition et aux actions qui suivent. C'est ce que nous avons appelé la « valeur ajoutée » à nos pensées et actions corporelles en correspondance avec notre « MOI ».

Comme pour l'extéroception, il existe donc un STNIP (Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues) qui débute dès les capteurs intéroceptifs et qui va parcourir la voie végétative, y compris le faisceau réticulaire activateur ascendant, puis engendrer la réponse descendante (récursivité). Des cartes de la situation des viscères vont se créer au fur et à mesure des répétitions. Petit à petit se créent un système d'adaptation au monde extérieur et un système d'adaptation au monde intérieur de chacun.

En envahissant les noyaux gris centraux, les émotions vont ensuite devenir *des émotions de base* que Damasio appelle « *émotions-noyaux* » (1999 et 2010). Ces émotions se composent d'une perception initialement intérieure et d'une réponse active du corps. On les définit généralement par : la colère, la peur, la joie, le dégoût, la tristesse, la faim, la soif, les pulsions sexuelles, avec leur cortège de réactions physiques : modifications du rythme cardiaque, de la respiration, tremblements, sécheresse de la bouche, nausées, frissons, transpiration...

Mais on notera qu'à ce niveau, les émotions sont implicites même si elles sont conscientes. Signalons l'importance de la mimique incontrôlée et incontrôlable qui trahit ce ressenti d'une personne sans que cette dernière puisse les cacher.

Divers régions et noyaux dont les principaux (le thalamus pour le tact et les colliculus pour l'œil et l'oreille) sont en relation avec l'extéroception. L'hypothalamus végétatif gère les influx intéroceptifs et s'occupe aussi de nos émotions.

Une correspondance motrice de la perception auditive assure l'action et le retour d'action pour améliorer le système. Ceci fait intervenir la zone pyramidale si l'action est consciente ; ou directement le thalamus, les noyaux caudé, lenticulaire, rouge et le locus niger ; et bien sûr toujours la zone extrapyramidale et le cervelet qui harmonise chacun de nos mouvements.

### ○ *Les sentiments d'émotion*

Il y a une grande différence entre les émotions et les sentiments d'émotions. Selon Damasio (1999), les émotions de base sont des percepts suivis d'actions indicibles, inévitables mais conscientes. À l'étage supérieur, les sentiments d'émotions entraînent des processus intellectuels qui ont toujours une correspondance corporelle mais vont utiliser le langage.

Évidemment cette *conscience-élargie* des émotions, selon les mots de Damasio, s'approprie le langage dont elle a besoin pour lui donner une capacité d'expression gérable par la pensée et également communicable. Ce n'est donc pas, pour Damasio, le langage qui crée la conscience mais l'inverse. Nous vivons donc nos sentiments d'émotion en fusionnant émotions et cognition conjointes et nous les plaçons en mémoires, soit mémoire autobiographique (à prédominance émotionnelle), soit mémoire sémantique (à prédominance cognitive). Nous le faisons selon des modalités dans lesquelles l'attention et la mémoire vont jouer un grand rôle.

Cependant, le langage exprime mal les sentiments d'émotion et convient mal à l'expression de la complexité de la conscience du fait sans doute de sa linéarité de base. Mais il amorce la pensée qui oscille du linéaire au complexe en focalisant sur quelques symboles émergeant un peu du complexe avec des expressions langagières qui enrichissent automatiquement le sens que nous souhaitons leur donner. Le sentiment d'émotion passe donc d'automatismes faits de phrases qui s'enchaînent naturellement sans grande signification (toujours le même discours) ou s'interrompt pour faire du complexe et donner *notre* sens au phénomène cognition/émotions dans sa complexité.

Si nous mettons en résonance les cartes et images cognitives, émotives, actives autour d'une idée, alors cette résonance entraîne un enrichissement de la cognition, de l'émotion et de l'action. Lorsqu'une zone de décision où une perception, une action, une émotion résonnent entre elles, toutes « participent à la fête », à la joie d'enrichir la compréhension du phénomène travaillé et mieux compris. Voilà ce que notre cerveau est capable d'engendrer, à condition de le laisser vivre dans la complexité dont il fait lui-même partie, la qualité de notre conscience en dépend.

### ● **La proprioception et les actions, la pensée**

Il est important pour ce qui va suivre de donner de l'action une définition qui permette à chacun de s'y retrouver. Nous avons choisi la définition du dictionnaire du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) : « Opération d'un agent (animé ou inanimé, matériel ou immatériel) envisagé dans son déroulement ; déroulement de cette opération. ». Cette définition, permet d'englober à la fois l'action musculaire ou glandulaire et la pensée (que nous appelons « action sans muscle »).

L'action habituelle dispose de la proprioception qui a pour vocation de gérer le système ostéo-musculo-aponévrotique, assurant ainsi à l'organisme sa nécessaire possibilité d'action et de déplacement dans son environnement. C'est donc grâce à ses directives liées à ses retours d'action que l'individu bénéficie du système tendino-musculo-aponévrotique pour agir et réagir.

Nous considérerons également comme une action le fait de mettre sa pensée en mouvement, d'actionner sa pensée, de construire des hypothèses, d'inventer des histoires... sa proprioception est

constituée des « retours de pensées », nous en avons parlé que ce soit pour la cognition ou pour les émotions.

L'action humaine est un comportement intentionnel. On peut aussi bien dire : l'agir est volonté, mise en œuvre dans un processus ; l'agir c'est tendre à des fins et objectifs ; l'agir est la réponse raisonnée de l'ego aux stimulations et conditions de son environnement ; l'agir est l'ajustement **conscient** d'une personne à l'état de l'univers, déterminant alors sa vie et le maintien de son homéostasie.

Jusqu'à maintenant nous n'avons envisagée que des actes conscients. Mais nous n'avons aucune conscience de la plupart de nos actes comme par exemple les ajustements contractiles des deux muscles de l'étrier et du marteau qui ensemble permettent l'accommodation de la caisse du tympan (comme pour l'œil et la lumière ou la focalisation sur la fovéa et pour l'oreille le rôle des cellules ciliées externes). Nous n'avons donc pas besoin de la conscience pour gérer la plupart de nos actions (Albin et al., 1989). Entre l'état conscient et l'état inconscient tous les intermédiaires sont possibles. C'est la mémoire procédurale et les automatismes acquis qui vont régler toutes ces actions enchevêtrées selon les contextes et éventuellement les intentions du sujet.

## c. La proprioception

### • Ses capteurs, ses actionneurs

Les capteurs sont les fuseaux neuromusculaires (les terminaisons annulo-spiralées ou les bouquets), les organes tendineux de Golgi et les récepteurs articulaires (corpuscules de Ruffini) et ceux de la peau environnante avec ses terminaisons libres pour la douleur, la température, etc. Il existe également dans chaque muscle des fibres nociceptives.

Le système vestibulaire (labyrinthe postérieur dédié à l'équilibration, situé en arrière de la cochlée) coordonne l'équilibre et les mouvements avec l'œil et la sensibilité profonde (Collège Français d'ORL et de Chirurgie cervico-faciale, 2009b ; Gagey et al., 2005).

Le cervelet joue certainement un grand rôle dans l'ordonnancement des réseaux et circuits en agençant les automatismes et les actions volontaires entre elles. Son rôle dans l'équilibre n'est pas neutre pour l'oreille mais il agit dans d'autres domaines également avec, nous l'avons vu, une part de conscience dans le travail qu'il est chargé de réaliser (Nadeau, 2006).

La proprioception participe au maintien de l'homéostasie, c'est-à-dire au traitement des informations dont l'individu a besoin pour construire ses émotions, sa conscience (Damasio, 1999) et adapter l'action qui découle des perceptions somato-sensorielles si l'on veut que l'ensemble ait une raison d'être (de Cheveigné, 1993).

Un acte manqué ou maladroit peut faire naître une émotion négative et entacher une perception. À l'inverse, une perception mal ressentie ou trop lentement analysée peut faire manquer un acte automatique ou volontaire. On voit que rien ne peut être dissocié sous peine de perdre le sens de la globalité des événements action/contexte dans lesquels l'audition doit être étudiée. Nous allons

reprendre ces notions dans et avec le Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues *Proprioceptive* pour aborder l'accommodation de l'oreille.

### • **Le STNIP proprioceptif**

Ce Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues d'ordre proprioceptif concerne deux types d'informations montantes et descendantes : celles qui mettent en mouvement tout ou partie des muscles de l'économie et celles qui président aux sécrétions (Prével et al., 2011).

Son rôle est de construire des projets et d'en tirer profit dans des automatismes qui libèrent les cortex pour d'autres tâches.

Chaque muscle, chaque tendon, chaque os, chaque articulation a sa propre innervation de retour. Ces éléments proprioceptifs ont un rôle identique aux organes des sens : apporter des informations aux centres, cette fois-ci sur tout ce qui peut « agir » en nous. Que ce soit le degré de contraction d'un muscle, la tension d'une aponévrose ou d'un tendon, les muscles du marteau et de l'étrier ou les cellules ciliées externes (qu'il faut considérer comme de petits muscles) pour l'oreille, tous sont des sources d'informations qu'il faut transmettre aux centres qui les organiseront en des actions appropriées à nos besoins. Répétons à ce sujet que l'accommodation existe aussi bien pour l'œil que pour l'oreille. L'audition participe également à la gestion des muscles de nos yeux, de notre cou et finalement de tout notre corps (adaptation à notre perception auditive). Grâce à ces proprioceptions nous pouvons tendre l'oreille pour choisir une vibration plutôt qu'une autre. C'est en accordant la tension de notre tympan que nous repérons le son cherché. En focalisant sur celui-ci, on atténue par inhibition une partie des sons qui ne sont pas en résonance avec le son cherché dans notre mémoire.

On notera que toutes ces actions sont inconscientes mais nous pouvons si nous le voulons les rendre conscientes et en modifier quelque peu le cours de cette action involontaire en action semi-consciente voire consciente, grâce à l'attention.

Leur conduction consciente vers les centres utilise les nerfs mixtes (dans le retour sensitif), ou les nerfs sensitifs et les faisceaux des lemniscus médians médullaires pour le tact, les nerfs et les bandelettes optiques pour l'œil, le nerf cochléaire et le lemniscus latéral pour l'oreille. Pour tout ce qui est inconscient, nous utilisons les faisceaux cérébelleux directs et croisés en direction et en retour du cervelet ainsi que des cortex supérieurs. La frontière entre le conscient et l'inconscient est très ténue et assez artificielle.

En complexité, nous pouvons donner à la proprioception un sens de *rétroaction* mais aussi grâce à la répétition et à l'expérience, un sens *prospectif* permettant par exemple à un violoniste de prévoir les coordinations œil-oreille-main... dont il aura besoin pour pouvoir maîtriser sa technique.

De plus, les émotions participent à la création des automatismes et sont liées à l'information perçue. Lorsque naturellement l'attention fait intervenir la pensée, la confrontation aux émotions, selon la maîtrise qu'on en a (le travail est très important à ce niveau), peut perturber une perception ou au contraire la renforcer par l'élimination des distracteurs. A contrario, l'attention peut modifier les émotions et les gérer pour qu'elles n'interviennent plus dans la perception. Détourner l'attention est une procédure connue pour aider une personne à ne pas être débordée par ses émotions.

Quant aux perceptions auditives, elles vont subir une très importante influence sous l'effet du mélange émotions-attention-mémoire. Tout ceci nous amène à penser que les émotions-noyaux seraient confondues avec la conscience noyau, la modification des premières influant sur la seconde et vice versa (Loonis, 1997).

## 4. Agir

Nous appelons habituellement « agir » le fait de produire une action musculaire plus ou moins gérée par notre conscience. Mais nous voudrions revenir ici sur la notion d'action *sans muscle*, c'est-à-dire, pour nous, penser. En effet dans l'état que représente le fait d'être et d'en être conscient ou non, il y a deux phénomènes qui sont conjoints : les perceptions quelles qu'elles soient et les actions. Ces dernières peuvent se diviser en actions physiques et en actions intellectuelles comme le fait de créer un projet dans sa tête ou de réfléchir à une situation. Nous ne pouvons alors pas dissocier ces perceptions, qui créent la connaissance consciente ou non du monde qui nous entoure, de la conscience du « MOI », qui nous est donnée avec en même temps la conscience de nos actions et pensées. Nous appellerons plus loin dans ce chapitre cet état de conscience générale active : « *ÊTRE* » dans et avec un espace de qualia. Nous en reparlerons.

Au départ, il faut comprendre qu'un simple neurone n'a que trois sorties possibles : un muscle, une glande sécrétrice ou un autre neurone. Nous avons vu les entrées sensorielles que ce soit l'extéroception, l'intéroception ou la proprioception.

En ce qui concerne les muscles, la proprioception va permettre l'ajustement des actions qu'elles soient volontaires (système pyramidal) ou semi-volontaire ou involontaire (extra pyramidal).

Pour ce qui est des glandes sécrétrices, elles fonctionnent grâce au système circulatoire et passent la barrière méningée pour certaines d'entre elles (les petites molécules) au niveau des plexus péri-ventriculaires. Leur action n'est surtout pas à prendre comme un adjuvant au système neuronal car son importance dans l'homéostasie est considérable. Dans la vie courante, ces petites molécules vont jouer un rôle considérable dans notre comportement, nos humeurs. Il y a véritablement échange de bons mais aussi de mauvais procédés entre les perceptions, et les réactions générales du système nerveux qui peuvent rendre la vie très difficile. C'est ainsi que les diverses glandes sécrétoires, la production de neuromodulateurs, entraînent des conséquences directes sur nous et nos actions dans leur environnement. Les malentendants en sont un exemple des plus criants quand on songe aux dégâts sur le comportement, la dépression, les troubles des humeurs que ce chimisme entraîne.

Il existe aussi une troisième manière (la première était les muscles, la deuxième les glandes) de produire des actions : les pensées. Nous en reparlerons, mais il nous semble intéressant tout de suite de les évoquer car les mécanismes de construction de la pensée sont pour nous exactement du même ordre que pour une action musculaire. Le système extrapyramidal construit un scénario chemin faisant, en utilisant toutes les données qui lui sont accessibles pour harmoniser dans l'espace et dans le temps l'action de penser comme il le ferait pour une sécrétion glandulaire ou une banale action musculaire. On va retrouver l'apport du travail (répétition) pour construire une pensée comme on

construit une action. Les sportifs font les deux et c'est le rôle d'un coach que de bien orchestrer le scénario physique comme le scénario intellectuel et de ne jamais oublier l'être et ses émotions.

Toutes ces actions seront secondaires à des *perceptions* qu'elles soient d'origine intéroceptive et/ou proprioceptive et/ou extéroceptive. Ces actions seront teintées d'une certaine charge émotive d'intensité variable et profitent toujours de la cognition. Elles produiront bien sûr des retours proprioceptifs modulant l'ensemble de l'être.

Tentons de décrire plus précisément la manière dont nous actionnons nos muscles, nos glandes sécrétoires et notre pensée.

## a. Les actions musculaires

Nous disposons d'un système moteur musculaire extrêmement complexe où va se partager le travail de deux types de motricité : l'une volontaire, l'autre involontaire ou semi-volontaire. Si en principe la motricité volontaire est par définition consciente et la motricité involontaire, inconsciente et automatique, il est en réalité très difficile de les séparer étant donné leur imbrication, leur congruence dans toutes nos actions. Nous allons en rappeler les bases.

### • Le système moteur pyramidal, la motricité volontaire

Du point de vue anatomo-physiologique, c'est l'aire corticale préfrontale qui est à l'origine de nos actions volontaires conscientes. Le faisceau pyramidal fait suite aux cellules pyramidales de ce cortex moteur. Il conduit après décussation (haute 80 % et basse 20 %) les influx moteurs jusqu'à la corne antérieure de la moelle où une synapse permettra aux divers nerfs moteurs de l'ensemble de l'individu de récupérer l'influx (somatotopie) qui leur est destiné. En quittant le cortex, les axones forment une gerbe appelée « corona radiata » ; gerbe qui subit une torsion pour se glisser entre les gros noyaux de la base du crâne et poursuivre son chemin au travers du tronc cérébral. Deux voies se trouvent ainsi constituées :

- la voie *cortico-nucléaire* (ancien faisceau géniculé) qui abandonne les fibres destinées aux noyaux moteurs des nerfs crâniens sans décussation (V racine motrice pour les muscles masticateurs, du plancher de la bouche, et du muscle du marteau et les muscles atrophiés de l'oreille, III, IV, VI pour l'œil, VII pour la face et le muscle de l'étrier), IX pour les muscles oro-pharyngés, X aux multiples fonctions motrices, sensibles et végétatives... XI pour les muscles du cou et XII pour la langue.
- la voie cortico-spinale qui descend vers les cornes antérieures de la moelle épinière. On appelle « pyramide » les deux renflements qui se dessinent sur la face antérieure du bulbe rachidien, de part et d'autre du sillon médian. Ils représentent les deux faisceaux pyramidaux droit et gauche dont 80 % vont changer de côté et se croiser à la base des pyramides. Chaque faisceau pyramidal descend ensuite au niveau de la moelle pour innerver le reste du corps, du côté opposé de son origine, en faisant relais au niveau de la corne motrice antérieure. Au niveau de la corne antérieure, les 20 % de fibres pyramidales qui n'avaient pas croisé font à leur tour une décussation basse.

Ce système pyramidal ne s'occupe que des muscles squelettiques (Kuypers, 1982).

Notons que la jonction neuromusculaire (ou plaque motrice) fonctionne comme une synapse pour produire son courant d'action. Ce courant d'action, au lieu de parcourir un neurone, va tout simplement se répartir sur quelques fibres musculaires et constituer l'unité motrice. Plus le nombre des fibres musculaires est important plus l'action du muscle qui les contient est fine et inversement.

Rappelons que les retours proprioceptifs des capteurs musculo-tendineux permettent d'avoir des actions volontaires parfaitement contrôlées et d'une grande précision mais pour cela, l'action volontaire doit faire appel au système moteur extrapyramidal décrit ci-après.

À cette voie pyramidale sous le contrôle de notre conscience, il faut maintenant ajouter agissant de concert : le faisceau genculé ou voie cortico-nucléaire et la voie cortico-spinale auxquels nous ajouterons : le faisceau rubro-spinal (joint au cervelet), le faisceau vestibulo-spinal impliqué dans le contrôle de l'équilibre, le faisceau réticulo-spinal participant au tonus musculaire, à la marche et aux ajustements posturaux automatiques et le faisceau colliculo-spinal (ou tecto-spinal) contrôlant en particulier les mouvements de la tête en réponse à des stimuli visuels et auditifs. L'audition en dépend, en toute harmonie avec la vue.

### • **Le système moteur extrapyramidal et parapyramidal<sup>1</sup>**

Le système de commande extrapyramidal est essentiel en clinique où il a été décrit pour la première fois il y a plus d'un siècle. C'est à partir de cette description plus ou moins adaptée à l'anatomie et à la physiologie qu'on a pris conscience que les phénomènes étaient infiniment plus complexes que ce système extrapyramidal le laissait imaginer. Les techniques modernes d'imagerie permettent de voir cette complexité des actions produites dans l'espace et dans le temps montrant que nous sommes loin d'avoir compris tous les systèmes qui entrent en jeu.

Le système extrapyramidal est un « fourre-tout » dont nous allons décrire anatomiquement les morceaux pour les réunir physiologiquement comme les pièces d'un puzzle. On pourrait alors parler d'un système de motricité corticale et sous-corticale (noyaux de la base) et ensuite de faisceaux nerveux disparates, plutôt que de voie extrapyramidale tant ce système est complexe. Ainsi, la posture, l'équilibre, la coordination des mouvements en dépendent. Nous remettrons ensuite l'ensemble des éléments dans leur complexité.

---

<sup>1</sup> Nota : Le système parapyramidal pour les mouvements associés est représenté par les projections de la région parapyramidale située dans la partie ventrale du bulbe rachidien latéralement au faisceau pyramidal (Helke et al., 1989). Ce système est utile dans les mouvements associés et gère également les systèmes sympathique et parasympathique. Il joue un grand rôle dans la pression sanguine par exemple.

### ○ *Le cortex extrapyramidal*

Le cortex extrapyramidal occupe une surface plus étendue que la zone motrice volontaire ou zone pyramidale (aire 4 de Brodmann). Une partie se trouve située juste en avant de cette dernière, une autre sur le cortex pariétal, juste en arrière de la zone de la sensibilité du corps. Les noyaux de la base du crâne et du tronc cérébral en font partie et d'une manière générale le système pyramidal également car les deux systèmes se complètent. Le cervelet joue bien sûr un rôle capital de coordination.

À la différence avec le cortex pyramidal qui est parfaitement isolé de chaque côté dans les aires prérolandiques, le cortex extrapyramidal est dispersé dans les deux hémisphères et comprend diverses zones de part et d'autre du sillon central (ou scissure de Rolando) : le cortex moteur primaire, plus rostralement l'aire motrice supplémentaire, en-dessous le cortex prémoteur et enfin le cortex associatif préfrontal dorso-latéral. En arrière du sillon central, deux zones supplémentaires appelées aires 5 et 7 dites également « pré-uncinée », voisinent avec les aires sensorielles auditives, visuelles et tactiles.

En ce qui concerne l'audition, nous voudrions souligner que le muscle de l'étrier (innervé par le nerf facial) et celui du marteau (innervé par la branche motrice du nerf trijumeau) vont fonctionner en complète harmonie. Ces muscles sont largement utilisés pour la recherche d'un son dans l'environnement sonore par résonance entre la membrane tympanique et la fréquence du son recherché, premier élément de l'accommodation. Rappelons que les cellules ciliées externes ont également un rôle d'accommodation en inhibant toutes les cellules ciliées externes qui ne sont pas celles que les centres recherchent. Le son ainsi isolé est parfaitement perçu. Ce phénomène constitue le deuxième élément de l'accommodation de l'oreille, à l'identique de l'œil.

### ○ *Les voies extrapyramidales*

Ces voies extrapyramidales sont placées en dérivation sur les voies pyramidales pour apporter leur aide au cortex primaire et permettre au cortex extrapyramidal de joindre indirectement les motoneurons du tronc cérébral et de la moelle épinière. Elles vont nécessiter également un relais au niveau du tronc cérébral. On décrit : le tractus corticorubral et rubrospinal, le tractus corticoréticulaire et réticulospinal latéral, les tractus vestibulospinaux latéral et médian, le tractus corticotectal et tectospinal.

### ○ *Les noyaux moteurs de la base*

Si nous cherchions des exemples où la complexité saute aux yeux, nous ne pourrions pas trouver mieux que le fonctionnement de ces noyaux de la base qui régissent nos actions, nos perceptions et nos émotions tous à la fois, en même temps qu'ils contribuent à d'autres fonctions toutes aussi imbriquées. Une fois séparés les uns des autres, il devient plus facile de donner du sens à chacun de ces noyaux en dégagant leurs points forts et leurs points faibles mais ici lorsque nous allons les remettre en action le résultat n'aura aucun rapport avec ce que nous pouvions logiquement espérer.

Nous avons coutume de décrire les noyaux de la base en isolant chaque constituant et en lui octroyant une fonction que nous résumons à un mot, à une phrase. Quand on observe physiologiquement les phénomènes, il devient dérisoire de chercher une action dans une inhibition alors on en arrive à

chercher une autre inhibition pour retrouver une action. La complexité est telle qu'il est très difficile d'être capable de décrire tout ce qui se passe à la fois. D'hypothèses en hypothèses nous finissons par nous mettre dans une situation où il manque toujours quelque chose pour qu'on puisse comprendre et décrire ce qui serait l'idéal pour nous mais qu'il est impossible d'obtenir. C'est la situation où nous sommes et qu'il nous faut affronter.

Voici donc la liste des noyaux en cause et une certaine manière de les mettre en relation qui est le fruit d'une observation anatomique simplificatrice. Bien sûr, il n'est pas question d'éliminer cette manière de faire mais nous essayerons de ne pas tomber dans le piège et de ne pas baisser les bras lorsque nous essayerons de tout remettre dans et avec la complexité toutes ces pièces qui ne demandent qu'à travailler les unes avec les autres pour exercer leurs fonctions.

Tous ces noyaux échangent entre eux et constituent un ensemble indissociable auquel il va falloir ajouter, passant par toutes les voies que nous venons de décrire, le cortex extrapyramidal et bien sûr le cortex pyramidal.

Il faut également faire entrer dans les circuits et les cartes qui représente cette motricité extrapyramidale tous les cortex perceptifs (et donc l'audition) pour créer des systèmes sensori-moteurs capables de s'adapter aux besoins de l'individu à tous les instants, grâce aux retours de perception. Il va également faire un détour dans le lobe préfrontal pour diriger volontairement certains mouvements conscients.

Ce n'est pas fini, le système réticulé et le système limbique vont venir s'ajouter à tout le reste, apportant une émotion ici et là, une motivation, qui vont complètement modifier la manière d'exécuter les actions en cause. Les influx passeront également par le système vestibulaire et le cervelet (par exemple pour marcher), des renseignements venus du corps permettront de nous régler lorsqu'un éternuement apparaîtra par exemple, sans que nous puissions intervenir. Ce phénomène nous fait entrer de plain-pied dans la mémoire procédurale, travaillée avec l'apprentissage des « bonnes » manières de faire.

Ne pensez pas que pour une thèse sur l'audition nous n'avons pas besoin de tous ces préliminaires. Chaque exercice de réhabilitation, chaque essai pour exploiter au mieux les restes auditifs fera intervenir « tout » ce que nous venons de présenter en pièces détachées, avec des propriétés correspondant à l'application qu'on souhaite donner.

### ○ *Les boucles fronto-striatales*

Les boucles fronto-striatales sont décrites pour tenter d'expliquer de quelle manière l'organisme s'agence pour réaliser des actions « miraculeuses » telles que la marche, les mouvements de la main du prestidigitateur, des mains du pianiste. Quelle que soit l'action, tout le système neurosensoriel prend rendez-vous pour ajuster, faire en sorte que les ajustements d'actions se déroulent dans le temps le plus harmonieusement possible. Pour éviter les mouvements disharmonieux, les saccades, les arrêts, les cafouillages, le système dispose d'une série d'échanges d'une grande complexité. Regroupons la tête du noyau caudé avec la partie externe du noyau lenticulaire (putamen) unis naturellement par les fibres putamino-caudées pour ne plus faire qu'un qu'on appellera le striatum et faisons de même avec

les 2/3 restants du noyau lenticulaire, qu'on appellera le pallidum. Nous disposons de deux structures qui, alimentées comme il faut, ne feront plus qu'une, s'aidant à chaque étape :

- le striatum reçoit de tous les cortex moteurs et du gyrus fronto-orbitaire, du système limbique, des aires motrices supplémentaires et accessoires, des aires pariétales 5 et 7, de tous les cortex sensoriels... ; ce striatum échange avec le thalamus qui échange lui-même avec tous les cortex par le faisceau thalamo-cortical ;
- le pallidum reçoit du thalamus et du striatum ; il n'a pour sortir que le faisceau lenticulaire. Il peut échanger avec le thalamus ;
- le thalamus qui est la source principale des entrées corticales a également un rôle fondamental dans les échanges sensori-moteurs ;
- si le pallidum reçoit surtout du striatum, il échange également avec le locus niger qui retourne des afférences directement au striatum, au pallidum et aux cortex, avec souvent un relais thalamique.

Ainsi, les échanges peuvent se faire directement par le globus pallidus externe, en sortant par le faisceau lenticulaire et gagner la substance réticulée avoisinante : c'est le circuit extrapyramidal principal. Les échanges peuvent aussi se faire en passant par le globus pallidus interne atteignant les noyaux sous thalamiques (corps de Luys et zona incerta) pour revenir au globus pallidus interne et sortir par le faisceau lenticulaire. Enfin, un circuit échange avec le thalamus et joue le rôle du modulateur entre les deux voies précédentes.

Il existe aussi un circuit qui met en relation, aller-retour, striatum et pallidum puis locus niger et noyau rouge, permettant au cervelet d'entrer en scène et d'intervenir dans l'harmonisation de la motricité dans le temps et dans la qualité, et le système vestibulaire dans l'équilibre.

On peut grossièrement, et pour n'envisager que la partie motrice de ces boucles, proposer le fonctionnement suivant :

- le circuit principal (direct) est *inhibiteur*, il ne sait faire que cela ; le système est alors dit « au repos » ;
- le circuit secondaire (indirect) peut lui, être *activateur* ou *inhibiteur*. Il ne s'adresse en fin de compte qu'au circuit principal, même s'il échange avec tout l'environnement pour scénariser ses actions. Dans le cas où il est *activateur*, il active *l'inhibition* du circuit principal qui reste au repos. Dans le cas où le circuit secondaire est *inhibiteur*, il *lève l'inhibition* du circuit principal et permet au système principal qui était bloqué de laisser passer l'influx.

Cette motricité aura des récursivités qui solliciteront les systèmes perceptifs pour vérifier la qualité de l'information et des émotions pour apporter entre autres des motivations ou des abandons... Les deux systèmes (pyramidal et extra-pyramidal) travaillent conjointement et participent ainsi aux progrès des réalisations.

Tout ceci n'est pas un système inné mais une création de l'individu lui-même. De la naissance à la mort, avec le travail, il est possible de progresser. De plus, l'imagerie médicale moderne permet de voir ces progrès dans des augmentations de surface des zones corticales actives après une éducation adéquate. Nous intégrons cette compréhension de la motricité dans notre approche de la rééducation que nous proposons aux presbycusiques.

## • Le système cortico-oculo-céphalogyre

Le système cortico-oculo-céphalogyre constitue un très bon exemple pour montrer que, pour disposer d'une perception à connotation auditive de bonne qualité, « tout est bon » et nous faisons feu de tout bois. Durant la construction de notre système nerveux, les acquis liés à l'évolution de l'homme dans le temps (Darwin) vont s'ajouter aux sollicitations de l'environnement. Sollicitations qui correspondent à notre éducation, à notre adaptation, aux potentialités dont nous disposons et au contexte dans lequel nous vivons.

Lorsque les perceptions auditives arrivent dans la zone associative 22, il n'est plus question d'audition pure, il s'agit maintenant de perceptions à connotations auditives. L'ensemble du système nerveux se met alors en action pour atteindre l'objectif fixé, soit par automatisme, soit avec une intentionnalité plus ou moins consciente.

Les ophtalmologistes l'ont parfaitement compris puisque dans tous les manuels, ils décrivent très bien le système oculo-céphalogyre (Delmas, 1991). Il s'agit d'améliorer la perception visuelle en organisant l'ensemble de l'être pour que la perception soit la meilleure possible.

Il existe, dans la région préfrontale dorso-latérale, une zone d'association décrite comme faisant partie des zones motrices extrapyramidales. Elle est le siège d'un travail de réflexion sur l'amélioration plus ou moins consciente de la vision. Comme les spécialistes de l'œil s'en sont emparé, cette zone comporte donc le mot « oculo » dans son nom. En réalité nous pensons que cette zone n'a rien de spécifique et qu'elle apporte des informations par des actions adaptatrices qui peuvent servir à tous les sens. C'est d'autant plus intéressant que nous pensons également qu'il n'y a plus de vision à ce stade mais une perception à connotation visuelle. Pour s'en convaincre, on voit bien qu'une tape sur l'épaule de quelqu'un, donnée par une personne dans son dos, le fait réagir de la même manière qu'un son perçu dans son dos. Ces deux situations suscitent un désir de voir quelque chose qui est hors de son champ visuel.

Il y a donc, on le voit, des possibilités de correction d'une perception à connotation visuelle ou auditive ou tactile et même olfactive en utilisant la proprioception de toutes les actions qui suivent des perceptions. Cette notion nous est très utile pour quelqu'un qui cherche à corriger une déficience. Nous en avons inféré le mécanisme un peu plus haut.

## b. La proprioception

La proprioception implique le système tendino-musculaire de chaque muscle, qu'il s'agisse des muscles du marteau et de l'étrier (et même des cellules ciliées externes), des muscles extrinsèques des yeux et du cou, ou des muscles de toute la personne, à des degrés divers. Cette proprioception apporte des changements et crée des conditions plus sophistiquées pour assurer une adaptation plus fine et mieux appropriée aux nécessités du moment. Ce faisant, toutes ces actions vont améliorer ou au contraire détériorer les perceptions auditives qui sont la source de l'action entreprise.

Le système nerveux central possède un système de surveillance sophistiqué. Un certain nombre de détecteurs spécifiques sont sensibles à l'activité neuromusculaire et participent ainsi à réguler de façon rétroactive la commande du système nerveux central.

Les muscles ont aussi une fonction perceptive propre. Si le système nerveux central commande les actions réflexes ou intentionnelles des muscles, ces derniers lui adressent, en retour, des informations sur le déroulement de ces actions. C'est grâce aux informations qu'ils transmettent au cerveau que les muscles nous font accéder, comme les autres organes y compris les sens, à la conscience de notre corps et à sa place dans l'environnement (proprioception). Cette sensorialité tendino-musculo-articulaire (origine de la proprioception) occupe une place prépondérante lors des apprentissages moteurs et des réapprentissage (rééducation après des lésions cérébrales ou de l'appareil locomoteur). Les fibres intrafusales sensibles à l'étirement du muscle, les organes de Golgi à la tension des tendons, des récepteurs articulaires ou des corpuscules de Ruffini et de Pacini participent aux renseignements fournis au cerveau. Les terminaisons libres vont de leur côté participer à la perception de la douleur. La perception de la fatigue va proposer des alternatives ou demander des temps de repos... Bref, si on voit là toute la richesse potentielle d'un travail de réhabilitation, on décèle également tous les handicaps que nous devons accepter et contourner pour atteindre notre but.

Toutes ces informations ajoutées aux autres vont devoir être coordonnées. Pour ces opérations, il faut introduire des éléments nouveaux tels que la posture et les mouvements. Ils interviennent, nous l'avons vu, dans le comportement de l'individu, et leur coordination est essentielle dans toutes les activités. Avec la proprioception, nous allons tenir compte du mouvement qui déplace tout, et de la posture qui doit s'adapter pour lui laisser de la place sans jamais abandonner son rôle de base qui stabilise l'ensemble même au repos. Le travail qui sera fait par exemple pour rééduquer un patient comprend cette proprioception puisque tous les systèmes vestibulaires, visuels et musculo-tendineux y participent, y compris l'audition. Les muscles agonistes et les muscles antagonistes doivent pouvoir être parfaitement régulés dans leurs actions pour affiner et épurer les mouvements rendant tous les systèmes qui font appel à eux, *perfectibles*. Tout le travail de rééducation peut en bénéficier.

Nous avons vu qu'en acceptant d'introduire dans notre complexité les connaissances que nous avons acquises sur les actions, nous avons ouvert un chapitre aussi important que lorsque nous tentons de comprendre comment fonctionne l'oreille. Y stationner sans vouloir en bouger, nous condamne à ne jamais comprendre comment les systèmes, quand ils sont actifs dans leur complexité, peuvent engendrer les effets que nous constatons et qui nous amènent à nous réjouir ou à baisser les bras.

En prenant l'exemple de l'accommodation du tympan pour améliorer les perceptions de l'intensité et de la fréquence, nous allons revoir une fois encore ce processus dans le cadre du système extrapyramidal. Les muscles du marteau et de l'étrier vont recevoir conjointement les commandes nécessaires pour, lors d'une action agoniste ou antagoniste, régler, avec la précision la plus fine possible, la tension du système tympano-ossiculaire, utile pour capter le son désiré. En admettant qu'ils ne soient pas soumis à quelque chose d'autre, ils vont finir par trouver l'équilibre pour avoir la bonne fréquence indiquée par la mémoire du sujet. Ils vont alors tenter de stabiliser pour quelques instants la situation en devenant « muscles fixateurs ». Mais, la situation change très rapidement lorsqu'il s'agit de sons et ils vont devoir devenir des muscles synergiques pour accompagner d'autres muscles, par exemple ceux des yeux ou de la tête et du cou qui viennent aider les muscles du marteau et de l'étrier à améliorer la bonne prise de son. Tout ceci est réalisé au milieu d'un bruit ambiant que la substance réticulée est censée faire disparaître sous l'effet de l'attention portée au son recherché...

Nous n'avons ni ajouté les émotions, ni parlé de la culture qui vient tout changer d'un instant à l'autre ; d'autres accidents corporels comme une douleur ou la nécessité de changer de position ; ou bien encore d'avoir faim... ; nous sommes très loin d'avoir imaginé toutes les raisons qui peuvent modifier la perception ou les retours d'actions qui peuvent tout changer à chaque instant.

### **c. Les actions musculaires dans l'audition**

Du point de vue auditif, il n'y a pratiquement pas d'actions volontaires possibles à part tendre son tympan, ouvrir sa trompe d'Eustache et surtout accommoder le tympan au son recherché. Cette part de l'accommodation est dévolue à l'oreille moyenne. Nous allons insister sur ce point car il nous concerne au premier chef pour répondre à la part rééducative de notre thèse.

En ce qui concerne les muscles de l'oreille moyenne (muscles de l'étrier et du marteau) impliqués dans l'accommodation, les plaques motrices ne concernent que très peu de fibrilles musculaires tellement leur action est fine et précise pour adapter, par résonance, la tension du tympan à la fréquence des sons recherchés. Cette adaptation se fait en comparant le son perçu avec celui dont on dispose en mémoire. C'est un peu comme le violoniste qui s'accorde avec le « La » qu'il a en mémoire car il a l'oreille absolue.

Quant aux muscles de l'oreille externe, ils sont complètement atrophiés chez l'homme. Chez l'animal, ces muscles orientent le pavillon à la recherche du son mais nous avons perdu cette capacité au fil de l'évolution.

Si on accepte de considérer la pensée comme une action, il y a alors une autre action possible qui apparaît et vient heureusement compléter le paragraphe précédent. En effet nous pouvons, par des phénomènes d'attention et en suivant une pensée directrice, donner très indirectement des ordres aux cellules ciliées externes par toutes les voies et les centres que nous appelons le STNIP A (Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues auditives). Le complexe olivaire supérieur, les noyaux de la base et les cortex limbiques vont gérer la part émotive, les noyaux du tronc cérébral et les cortex auditifs s'occuperont de la part cognitive. Les ordres donnés aux cellules ciliées externes pour les activer ou les inhiber régleront les problèmes auditifs qui se posaient. L'inhibition étant essentiellement la règle, on imagine bien qu'alors que la majorité des cellules ciliées externes sont inhibées, le son qui est désiré est beaucoup plus facile à récupérer, puisqu'il est seul à atteindre les cortex. Il est donc renforcé par l'inhibition des autres cellules ciliées externes. C'est ainsi que l'attention nous permet d'éliminer les bruits de fond qui ne sont pas perçus, puisque les cellules qui les captent sont dans l'instant indisponibles. C'est en empêchant les cellules ciliées externes que nous sortons l'aiguille de la botte de foin que représente le bruit de fond.

### **d. Actions et neuromodulation**

La neuromodulation est un sujet traité à chaque étape de notre triangle Percevoir ⇔ Agir ⇔ Être en complexité. Nous l'avons envisagée lors de la perception, nous le traitons ici lors de l'action et nous en reparlerons de manière beaucoup plus complète dans la partie consacrée à l'« Être ».

Si en effet on ne traite pas le processus auditif dans une analyse disjonctive mais au contraire conjonctive, tout le processus de neuromodulation va se trouver en constante interaction avec toutes les opérations qui se dérouleront lors de perceptions sensorielles à connotation auditive.

L'hypothalamus, terminaison haute avec le thalamus de la substance réticulée va avec d'autres noyaux de la base, gérer la plupart des neurohormones, nous en avons dit un mot plus haut. Ici, ce que nous allons donner, ce sont les actions qui préludent à des changements globaux de l'action cérébrale comme par exemple la mémorisation (acétylcholine), le réveil et l'attention (adrénaline), l'humeur du moment (sérotonine, dopamine)...

Il faut se rappeler, en ce qui concerne ces actions, de l'importance des sécrétions de phéromones pour lancer un message ou bien des odeurs corporelles mais aussi d'une décharge d'adrénaline dans la colère devant une perception qui nous agresse.

## e. Pensées (actions sans muscles)

Commençons par donner au mot « pensée » une définition ou plutôt essayons de lui donner du sens avec les diverses définitions proposées ici :

- deux idées se dégagent dans le dictionnaire de langue française : (1) *Activité* de l'esprit ; faculté, *action* de réfléchir et (2) Idée, opinion (Petit Larousse, 1997) ;
- Pour le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL), les définitions sont données selon les possibilités d'emploi :
  - Principe de la vie psychique : *Activité* psychique dans son ensemble ;
  - En langage courant : Ensemble des facultés psychologiques tant affectives qu'intellectuelles ;
  - Parapsychologie : *Activité* affective consciente ;
  - Philosophie, psychologie : (1) Ensemble des fonctions psychiques et psychophysiques ayant la connaissance pour objet; ensemble des phénomènes par lesquels ces fonctions se manifestent. (2) : Connaissance discursive. (3) : Faculté de connaître, de raisonner, de juger; *activité* intellectuelle qui en est la source ;
  - Ensemble des capacités intellectuelles d'une personne. *Mise en œuvre* de ces capacités; aptitude à réfléchir ;
  - L'esprit en tant que siège des facultés intellectuelles ;
  - Manière de juger ;
  - Ensemble des idées autour desquelles une personne *organise* sa vie ;
  - Toute représentation dans la conscience (laquelle inclut notamment celle d'un sentiment, d'une sensation, d'un état d'âme) ;
  - Expression concise, orale ou écrite, d'une réflexion ou d'un sentiment personnels.
  - *Exercer* son esprit; mettre en œuvre sa conscience. Former ses idées en utilisant les signes, les structures d'une langue particulière.
- Pour Dictionnaire d'orthophonie (Brin et al., 2004) : « ensemble des phénomènes psychiques (...) ».
- Pour l'encyclopédie libre Wikipédia : « Au sens large, la pensée est une *activité* psychique, consciente dans son ensemble, qui recouvre les processus par lesquels sont élaborés, en réponse

aux perceptions venues des sens, des images, des sensations, des concepts que l'être humain associe pour apprendre, créer et *agir*. » ;

- ...

D'autres réflexions nous viennent à l'esprit. Par exemple : si l'on retire le « donc » à la célèbre proposition de Descartes, on comprend que l'un n'est pas la conséquence de l'autre : « Je pense, je suis », sans cette relation de filiation entre les deux (Merleau-Ponty, 1976). Il s'agit simplement de deux états mouvants agissant de concert et s'autogérant en coopération. C'est ce qui se passe quand la part diachronique apporte son action à la part synchronique. Dans une pensée en complexité, l'ensemble évolue de concert et si quelque chose survient, tout est influencé. Descartes définissait d'ailleurs la pensée comme : « une activité psychique dans son ensemble ». (Verneaux, 1936).

Nous arrêtons là mais il nous a semblé indispensable de faire cette exégèse très incomplète du mot « pensée » pour qu'on se rende compte que quel que soit le sens qu'on accorde au mot, une action est sous-jacente.

En ce qui concerne le verbe « penser », le phénomène actif est encore plus criant. Jean-Louis Le Moigne dit que nous « actionnons la pensée ».

Il est possible de conclure que ce que nous venons de décrire pour les muscles est alors également valable pour nos pensées. Il ne s'agit pas, bien sûr, de confondre une action musculaire avec une idée, mais de comprendre qu'avec un cerveau humain, des réseaux de neurones entraînent d'autres et la complexité aidant, les réseaux de neurones suivent en acteurs obligés de notre système de pensée.

## 5. ÊTRE

Les perceptions et les actions ne sont pas une abstraction, mais un ensemble de possibilités qui alimentent un « être » qui comporte bien d'autres systèmes que nous allons traiter en les dissociant mais qui ne font en réalité qu'un et que nous remettons dans leur complexité au fur et à mesure que nous les aurons présentés.

À la cognition que nous apportent les organes des sens s'ajoutent les actions qui s'imposent pour nous adapter au monde extérieur et préserver notre homéostasie (Bernard, 1865 ; Cannon, 1932, Damasio, 1995 et 2003). Il s'agit maintenant d'entrer dans le monde que représente l'individu lui-même, c'est-à-dire comme nous l'exposons depuis le début, de remettre chaque parcelle traitée dans sa complexité. Il ne s'agit pas de complexifier davantage, mais simplement de voir ce qui a été isolé comme faisant partie intégrante d'un tout indissociable.

Nous allons tenter de dégager la manière dont la cognition, les émotions et les sentiments d'émotions, la conscience et le « MOI », les actions qui en découlent... se façonnent ensemble.

## a. Les émotions et les sentiments d'émotions

Nous avons déjà vus les proto-émotions et les émotions de base. Elles sont déjà indispensables à la régulation de l'homéostasie et à la naissance de la conscience et du moi. Pour en arriver là, nous devons passer à l'étage cortical sans rien perdre de ce qui a précédé et introduire la notion de sentiments (entrevue précédemment). Damasio fait une différence entre émotions et sentiments (1999). Les premières sont tournées vers l'extérieur et les seconds vers l'intérieur. On parlera alors de sentiments d'émotions ou de sentiments tout court.

Nos perceptions sensorielles nous apportent une connaissance du monde extérieur. Ces connaissances ont la propriété de s'associer à des émotions. Associer n'est sans doute pas le mot qui convient tout à fait car il vaudrait mieux parler de contenu émotionnel de la perception elle-même. Nos perceptions sensorielles, nos actions en réponse se trouvent imprégnées par une émotion plus ou moins consciente, plus ou moins intense qui vient de l'ajout d'émotions-noyaux et/ou de sentiments d'émotions. Ne faisant plus qu'une carte/image de l'ensemble avec la capacité de devenir une image mentale qui autorise l'imagination du futur, et la remémoration du passé à l'aide de cet assemblage avec lequel il est possible de réfléchir ou d'agir. Nous ramenons à nous et construisons ainsi notre « MOI » et ce qui est autour.

À ce stade, nous atteignons le troisième niveau. Il s'agit de l'étage cortical où la conscience-étendue a une nouvelle dimension, elle devient explicite, consciente, avec ses zones de conscience, de mémoire autobiographique et ses zones de langage, de mémoire sémantique. Le lobe préfrontal dans sa région latérale prend alors toute son importance. Importance considérable chez l'homme.

Revenons aux proto-émotions qui vont diffuser les influx émotionnels dans les noyaux de la base (thalamus et équivalents (colliculus entre autres) et hypothalamus (terminaison de la substance réticulée)) pour créer les émotions de bases qui vont entraîner des ensembles corporels à participer au moment vécu (Vergnon, 2008). Par exemple des nausées, si la vue de quelque chose est à vomir, ou l'accélération du cœur et la gorge sèche s'il s'agit de trac... Voilà nos « émotions de base » qui se construisent dans les noyaux de la base. Il va suffire qu'elles atteignent certains cortex (insula, partie antérieure du cortex cingulaire, cortex associatifs ou préfrontaux) pour que nous leur donnions un signifié explicite, et que notre conscience nous offre des sentiments conscients que nous pouvons énoncer, tandis que nous raisonnons, réfléchissons... Dans la mesure où il s'agit d'une émotion, cela signifie qu'elle est tournée vers l'extérieur mais elle peut, conjointement ou isolément, se tourner vers l'intérieur et nous allons alors voir apparaître des sentiments, des sentiments d'émotions (Damasio, 1999 ; Roulin, 2006).

Ainsi, nous allons retrouver trois états d'émotions correspondant grossièrement aux trois étages de notre système nerveux central : le tronc cérébral, les noyaux de la base et les cortex (sentiments d'émotions), tout particulièrement le cortex préfrontal dans sa portion médio-ventrale. Ces trois états sont : les proto-émotions, les émotions de base, et enfin les sentiments d'émotions (cortex insulaire qui semble être l'équivalent pour l'émotion du cortex primaire pour les sens). Si ces émotions sont tournées vers le monde extérieur, elles sont visibles sur notre visage (mimiques) et dans notre comportement. Si ces émotions sont tournées vers l'intérieur, il s'agit de sentiments d'émotions en principe invisibles pour un observateur mais prégnantes pour celui qui les éprouve (Damasio, 1999 ; Roulin, 2006).

Il reste, pour avoir des émotions « complètes » à faire entrer en scène les actions que toute perception entraîne si elle a le moindre signifié. Pour l'intéroception, des capteurs informent sans cesse que tel produit chimique est en trop ou que le CO<sub>2</sub> n'est pas à la bonne concentration ou que l'insuline manque, ou dans quelle situation se trouvent nos muscles, articulations et tendons. Des modifications adaptatrices vont se produire et changer la donne sans arrêt. L'ensemble va créer des cartes programmées d'automatismes, mouvantes, comportant le senti, l'action correctrice ou adaptatrice et la pensée cognitive dans la même représentation carte-image-processus actif du vécu (Malcut et al., 1995).

Ainsi quel que soit le niveau : la perception, le traitement neuronal de cette perception (STNIP), la reconnaissance, la compréhension, le mixage avec les autres sens, l'adjonction d'émotions de quelque niveau qu'elles soient... la proprioception pour les sens et l'hypothalamus pour les réponses chimiques ou hormonales, les voies réticulées motrices pour les viscères, entraîneront une action dont la carte représentative se mémoriserait dans l'ensemble perception-émotions-action pour faire un « ménage à trois » de la proto-conscience, de la conscience-noyaux et de la conscience-étendue (Damasio, 1999).

Rappelons que la circulation sanguine permet de toucher des pans entiers de système nerveux et de diffuser des injonctions chimiques aux viscères. Toutes les informations chimiques vont communiquer avec le système nerveux à l'aide de l'épiphyse et de certaines zones circulatoires, en franchissant la barrière hémato-méningée au niveau des plexus choroïdes qui ne présentent pas de joints serrés (area postrema et plexus choroïdes au-dessus de l'hypothalamus au voisinage du septum pellucidum) (Damasio, 2010). Les retours utiliseront l'hypophyse et la circulation sanguine, ou bien le système nerveux autonome.

## **b. La conscience et le « MOI »**

Il nous paraît nécessaire d'en donner une définition. Selon la tradition pour S. Laurey et G. Tononi : « Consciousness is the ability to be aware of self and surroundings. ». Bien que revenant sur elle-même, cette définition a l'avantage d'indiquer que la conscience nous permet de savoir que nous existons (Laurey et al., 2008). Antonio Damasio propose une définition que nous préférons : « *la conscience est un état de l'esprit dans lequel intervient une connaissance de notre existence et de ce qui nous entoure.* ». Il précise un état de l'esprit et non un état d'esprit (1999).

Selon le philosophe Daniel Dennet (1993), la conscience ne serait qu'une « illusion », une mystification que l'homme créerait comme toujours lorsqu'il connaît mal un problème, car il n'existe pas de centre qui dirige tout, mais une complexité liée au grand nombre de phénomènes qui interagissent entre eux. Il n'y a rien qui sépare l'homme des animaux si ce n'est une immense complexité du système nerveux. Cette négation de la conscience en tant qu'objet n'enlève rien à la théorie de Damasio (1999) qui pense que la conscience désincarnée n'a pas de sens et que c'est le fait d'adjoindre à la cognition des émotions d'origine corporelle qui permet, dans une sorte de résonance, de nous faire prendre conscience de ce qui nous entoure ou nous arrive.

Si l'on convient que la cognition naît des informations que nous apportent nos sens après que les STNIP les aient mise en forme, que les cortex primaires, secondaires les aient cartographiées puis imagées et que les cortex associatifs les aient mises en perspective ; si l'on convient que les émotions sont passées du stade proto-émotions à celui d'émotions de base, d'émotions-noyaux ; la rencontre

émotions/cognition va permettre à la conscience d'apparaître. De plus, la rencontre de cette cognition avec ces émotions va déclencher de profonds changements non seulement de la connaissance et des émotions mais aussi des *actions* qui suivent toujours. Nous allons enfin être capables d'entrevoir la conscience et le « SOI » sous différents aspects. Les deux termes conscience et Soi reviennent à peu près au même, comme si nous étions contraints de ne jamais sortir de nous.

Antonio Damasio divise cette conscience, ce Soi en : Proto-Soi, Soi-central et Soi-autobiographique (2010). Pour la conscience nous parlerons toujours comme Damasio de conscience qui s'éveille, de conscience-noyau et de conscience-étendue.

*Le proto-Soi* est une configuration représentant l'état de l'organisme dont nous ne sommes pratiquement pas conscients, mais qui représente, au niveau du cerveau, l'état de notre corps sous forme de cartes constituées par les divers renseignements provenant de la moelle, du tronc cérébral et du diencephale chargés de régler l'homéostasie. Ces cartes de proto émotions, remaniées sans cesse, vont fusionner avec les cartes sensorielles, elles-mêmes également remaniées en permanence, pour créer une sorte de film dont nous pouvons mémoriser toutes les images au fur et à mesure que nous les captions. La remémoration n'est guère possible à ce niveau et tout se passe en dehors de notre champ de conscience. À l'étage du diencephale ces primo-cartes vont s'enrichir. Nous arrivons au Soi-Central. Leur siège se situe au niveau du système limbique et de ses dépendances avec deux cortex essentiellement l'insula et le cortex cingulaire antérieur.

*Le Soi-Central* peut devenir conscient mais peut rester en deçà. Il consiste, selon les expériences acquises, à modifier de manière plus permanente mais toujours incontrôlable, le résultat global des cartes additionnées des émotions, des connaissances et des retours. Le système limbique et en particulier l'hippocampe joue un rôle essentiel dans cette étape de mémorisation à court terme, prélude à la mémorisation à long terme ; nous en avons vu les mécanismes. Rappelons-nous que nous avons abandonné notre « objet-processus » dans le cortex secondaire. Pour devenir conscient, il a fallu que notre « objet-Processus » atteigne le diencephale et ait un « accès cortex ». Ce sont l'insula, le cortex limbique antérieur et les cortex rétro-spléniaux qui supportent les émotions et les cortex associatifs qui soutiennent la cognition. Damasio écrit : « *Le Soi-Central est inhérent au compte rendu non verbal qui se produit chaque fois qu'un objet modifie le proto-Soi (...) Nous sommes conscient du Soi-Central...* »<sup>1</sup>.

*Le Soi-Autobiographique* est le fruit de nos expériences mémorisées, ancrées dans des cartes anciennes et dans lequel nous puisons des éléments de comparaison avec ce que nous apporte de façon continue le Soi-Central qui correspond à la permanence active recevant de toute part les renseignements internes et externes. Cette sorte de mémoire de nous est une collection plus ou moins riche, mais relativement stable, qui s'enrichit cependant et se modifie en permanence et ce de manière discrète dans tous les sens du terme. Ce Soi-Autobiographique est à la fois indicible, implicite et conscient. Cela signifie que nous allons être incapables de le décrire avec des mots, et que lorsque nous l'aurons décrit avec des phrases et que ces phrases nous paraîtront bien traduire notre pensée, il n'y aura plus le même SOI. Il paraîtra plus réduit, plus partiel. Nous sommes passés comme nous le faisons en permanence de la complexité à une certaine linéarité. L'ambiguïté naît de cette dissociation alors que les deux sont congruents et indissociables.

---

1 Damasio AR. Le sentiment même de soi - corps, émotions, conscience. *Odile Jacob*, 1999:226.

Remarquons que les émotions-noyaux affectent plus notre comportement que notre conscience, les sentiments au contraire touchent essentiellement la conscience-étendue (Bechara et al., 1996).

### c. Partons de la cognition

La cognition est la résultante de tous nos apports sensoriels. Sans l'extéroception nous n'aurions aucune cognition. Mais pour en bénéficier dans toute sa dimension, nous avons également besoin des actions qui suivent, des émotions, et de leurs récursivités. Sans ces dernières, nous serions incapables d'en prendre conscience et les données sensorielles resteraient ces « données » générées sous forme d'automatismes standardisés comme un ordinateur le fait de ses data ou un dictionnaire avec ses mots.

La confrontation, le mélange, l'association des données intéroceptives, des données extéroceptives auxquelles nous devons ajouter les actions qui suivent, et leurs proprioceptions qui permettront de créer notre « MOI » et de nous en faire prendre conscience.

### d. L'audition et les émotions (Qualia)

Certes les neurosciences sont une science très jeune et notre compréhension des phénomènes est encore très fragmentaire et hypothétique, mais elle est suffisante pour regarder l'audition sous un tout autre angle que celui qui a prévalu jusqu'à ces toutes dernières années. Ce domaine est celui de la psychoacoustique et des qualia.

Aujourd'hui, c'est à travers l'audition que nous avons décidé d'entrer dans l'intimité du système nerveux. C'est une porte d'entrée qui n'est pas souvent employée car nous lui préférons l'œil qui sert d'exemple dans tous les ouvrages ou articles qui traitent des perceptions. Sans doute la vision permet-elle de « voir » ce qui se passe plus facilement car elle permet l'arrêt sur image que ne permettra jamais le son. Cependant, que ce soit la vision ou l'audition, la destinée des influx est la même et la transformation des ondes photoniques ou des ondes sonores aboutit toujours à des trains d'ondes électriques qui n'ont aucune différence, sauf leur origine.

Quatre domaines différents permettent à l'audition d'offrir une palette très originale et très étendue de produits sonores captés à partir de l'environnement pressionnel : les bruits et les sons, le silence, la musique et la parole. Nous les aborderons successivement (sans séparer bruits et sons puisqu'on les prend les uns pour les autres) et nous finirons par quelques remarques sur les conséquences de la perte de l'audition.

- **Les bruits et les sons**

Tout ce qui peut modifier la pression de l'air dans notre environnement va être source de perceptions sonores. Pour voir, l'œil est plus exigeant et son champ de vision plus réduit. Pour l'oreille, il suffit d'un déplacement de l'ordre du nanogramme pour que les modifications impulsionsnelles de pression soient audibles. La modification de pressions impulsionsnelles peut aller jusqu'à des milliers de tonnes

et devient alors douloureuse (avons à réaction). Ce grand écart explique le fait que l'unité de mesure de l'intensité sonore n'est pas linéaire mais logarithmique. Par ailleurs, notre champ auditif est remarquablement étendu dans l'espace puisque nous entendons dans un volume sphérique tout autour de nous. Notre champ auditif nous offre des bruits dont les fréquences vont de 20 à 20 000 Hz, ce qui est énorme par rapport aux quelques Angström de l'œil. L'audition est complexe, chaotique et ses potentialités sont immenses.

Il n'y a pas de différence entre les sons et les bruits puisqu'ils sont pris indifféremment les uns pour les autres. La coutume voudrait que nous appelions « bruit » tout ce qui n'est pas harmonieux, et « son » ce qui le serait, mais les confusions sont telles que nous ne pouvons donner aucune règle. En pratique, nous parlerons plutôt de bruits quand les pressions impulsionnelles seront désagréables et fortes ou quand on ne peut lui donner un nom, et de sons dans les autres cas.

Nous ne naissons pas avec un bagage inné de bruits dans la tête et notre éducation ne consiste pas à les reconnaître quand nous les rencontrons. La réalité est totalement différente et nous ne naissons qu'avec une potentialité qui nous permet de construire notre système auditif puis notre monde sonore en fonction des bruits ou sons que nous rencontrons et dont la répétition nous permet de leur donner du sens et un nom. La richesse de notre monde sonore dépend donc de l'éducation que nous avons reçue. Comme toujours, l'enfant dispose d'un créneau durant lequel il dispose d'une grande plasticité pour apprendre et lors duquel l'oreille se laisse facilement apprivoiser, elle s'adapte à tout (d'où les facilités à cet âge pour l'apprentissage des langues étrangères par exemple). Ensuite le travail sera beaucoup plus difficile. Nous verrons que les musiciens l'ont parfaitement compris ; ils savent faire travailler un enfant pour lui construire une oreille d'une grande efficacité pour la musique. Il est dommage que les progrès en matière d'éducation, notamment pour l'apprentissage des langues étrangères ne soit pas plus rapides en France compte tenu des connaissances neurophysiologiques actuelles.

Le bruit de fond, le bruit d'ambiance n'aura jamais une grande signification mais il porte avec lui une charge émotive qui en modifie considérablement la portée. Tantôt il disparaît, jugé sans intérêt, tantôt il peut prendre une importance considérable et pousser un individu à des comportements qui paraissent disproportionnés et incompréhensibles (le fait de prendre un fusil et de tirer sur des jeunes qui font trop de bruit par exemple). On voit que le même bruit n'a pas les mêmes conséquences selon les circonstances et les personnes.

Ces bruits, quels qu'ils soient, nous modélisent, nous façonnent mais nous pouvons également les façonner dans notre tête, les utiliser, les maîtriser, ou au contraire en être l'esclave, le robot. À quoi sont dues ces différences ? Tout simplement à la charge émotive que nous incluons dans notre système nerveux, à la carte/image que nous fabriquons avec chacun de ces bruits ou sons. Nous rappelons à ce sujet qu'aucun son, aucun bruit n'est isolé, il est toujours accompagné de son cortège d'ajouts des autres organes sensoriels. L'audiovisuel en est un bon exemple.

Prenons l'exemple d'un cuisinier qui, avec son oreille sait que la viande est cuite ou quand l'eau bout dans sa casserole. L'odeur ajoute à ce que vient de lui apporter à la fois son œil et son oreille sur l'état de son mets, et le tact s'y mêle lorsqu'il plante un couteau pour vérifier la cuisson. Il saura par ces retours de perceptions-actions le moment où l'opération est terminée. Toutes les émotions qui ont accompagné les perceptions-actions ont permis à ce cuisinier d'obtenir un résultat qui le satisfait, et qui sera enrichi d'une nouvelle récursivité (compliments par exemple sur la qualité de sa préparation).

Chacune des cartes/images sont en mémoire d'abord à court terme puis quand il aura « l'expérience » sous une forme « moyennée » qu'il devra à la gestion de ses émotions. Sa mémoire autobiographique apportera la dose de sentiment de contentement de soi, de fierté, le sentiment qu'il reste des progrès à faire. Bref, il y a de l'audition mais elle est diffuse, irremplaçable, et indissociable du reste, dans ce tout complexe à souhait.

L'étrangeté d'un bruit inconnu va mettre en route toute une série inconsciente d'automatismes que les circonstances moduleront dans des cartes/images d'une grande complexité, mais dont bien peu seront conscientes. L'alerte est souvent déclenchée par ce type de bruit. Nous voulons comprendre à quoi il correspond. Comme nous n'y arrivons pas, nous mettons inconsciemment toute une batterie d'automatismes en route dans lesquels l'œil, les mouvements de recherche du corps, les autres sens... jouent leurs rôles. Une surprise et une certaine angoisse peuvent ajouter une motivation particulière. Le contexte joue aussi un rôle important dans le comportement que ce bruit provoque. On est en pleine complexité.

## • Le silence

« Les silences qui suivent les symphonies de Mozart sont encore de Mozart » a dit Sacha Guitry. On pourrait dire qu'un silence est parfois plus éloquent qu'un discours. On a tendance à ne jamais penser silence quand on réfléchit à l'audition mais l'absence du moindre son existe bien et a son importance. Nous en reparlerons dans les chapitres qui suivent, mais dès maintenant il faut préciser pourquoi, pour l'audition, la « non information » est une information. L'audition ne consiste pas à entendre quelque chose, mais à percevoir une différence entre deux pressions impulsives. Si l'une des deux pressions n'existe pas ou se trouve en dehors du champ auditif du fait de sa fréquence, de son intensité ou d'une surdité, la différence entre *la pression perçue* et *rien* est significative dans le temps.

L'oreille est le sens qui utilise le plus et le mieux le temps. D'abord, l'oreille est l'organe qui y est le plus sensible puisqu'elle est capable de distinguer des sons qui durent des centièmes, des millièmes de seconde. Jean-Claude Lafon parlait de millionième de seconde, il invoquait le clic d'un branchement sur une ligne téléphonique ! Mais l'oreille est aussi l'organe qui se sert le mieux et le plus finement du temps. Les effets sonores obtenus par un moment de silence sont présents dans le tempo, le rythme, l'accélération ou le ralentissement, la syncope, la respiration, la pause, qu'il s'agisse de musique ou de prise de parole. Cette gestion du temps peut changer le sens d'un message, sans pour autant avoir modifié la substance de ce message.

Pour vivre, l'homme a besoin d'un fond sonore qu'il n'entend pas si on ne le lui fait pas remarquer. En règle générale il se situe entre 15 et 35 dB SPL. Le silence absolu est très mal supporté, vécu comme une angoisse, il fait peur. Dans un rapport avec autrui, l'absence de parole crée un malaise, un vide, que l'on se sent obligé de combler, soit en s'isolant pour oublier l'autre (lecture, réflexion comme si on était seul) soit plus simplement en engageant la conversation.

Il serait intéressant de voir tout ce que comporte le sous-entendu, à ne pas confondre avec le non-dit, tous deux différents du mutisme, mais tous deux prenant la forme de silences ignorés ! Le silence spirituel est bien différent du défaut de connaissance ou du silence de l'incommunicabilité...

- **La musique**

Il semble que la musique ait existée depuis la nuit des temps. Mais, elle n'a vraiment pris une dimension qui l'a conduite jusqu'à celle que nous ne connaissons aujourd'hui que depuis le Moyen Âge. En Occident, la notation musicale écrite y est pour beaucoup, car elle a donné des règles qu'il est à la fois possible de transgresser, mais qui permettent à tous de construire un monde musical cohérent et partageable. Car la musique est un monde entièrement construit à partir de règles créées par l'homme. L'inné y a sa part, mais l'essentiel est donné par le travail.

- **Le langage, la parole**

« *Le langage représente*, écrit Émile Benveniste (1966), *la forme la plus haute d'une faculté qui est inhérente à la condition humaine, la faculté de symboliser. Entendons par là, très largement, la faculté de représenter le réel par un « signe » et de comprendre le « signe » comme représentant le réel, donc d'établir un rapport de « signification » entre quelque chose et quelque chose d'autre* ».

Avec la parole qui véhicule le langage oral, nous entrons dans un tout autre domaine où la symbolisation va trouver toute sa place. Les signes linguistiques que nous produisons offrent non seulement la possibilité de communiquer mais aussi d'exprimer sa pensée. Hegel précise : « *on croit ordinairement [...] que ce qu'il y a de plus haut c'est l'ineffable... Mais c'est là une opinion superficielle et sans fondement ; car en réalité l'ineffable, c'est la pensée obscure, la pensée à l'état de fermentation, et qui ne devient claire que lorsqu'elle trouve le mot. Ainsi, le mot donne à la pensée son existence la plus haute et la plus vraie.* »<sup>1</sup>. Mais l'indicible fait dire que la pensée ne peut se résumer au langage. Bergson ajoute : « *Originellement nous ne pensons que pour agir. C'est dans le moule de l'action que notre intelligence a été coulée. La spéculation est un luxe, tandis que l'action est une nécessité.* »<sup>2</sup>. Le langage est donc aussi « action ». Percevoir<=>Agir<=>Être l'implique à tous les niveaux.

On remarquera que le langage concerne essentiellement la cognition mais nous met très mal à l'aise pour exprimer nos émotions. Ajoutons un mot sur la fonction conative du langage qui cherche à « influencer » la personne avec laquelle nous conversons intentionnellement.

Dans ce chapitre, nous allons aborder deux grands domaines de l'audition : le langage oral et la musique. Les possibilités sont immenses, il n'y a qu'à imaginer les langues possibles et les musiques du monde pour comprendre que les limites ne seront pas atteintes. Commençons par le langage parlé. Il est doublé, mais de manière uniquement culturelle, par le langage écrit qui fait que la langue est une affaire audio-visuelle d'autant plus visuelle que l'on peut le lire sur les lèvres en cas de surdité ou pour toute autre raison (police, espionnage...). Le langage oral, la parole, relèveront cependant surtout du domaine auditif dans notre pensée quotidienne.

---

1 Hegel GWF., Bourgeois B. Encyclopédie des sciences philosophiques, tome III : Philosophie de l'esprit. Vrin éd. 3e éd., 1992 : 604 § 463.

2 Bergson H. L'évolution créatrice. 1ère éd. Presses universitaires de France 1907 ;214 :35.

Le langage oral est à la fois inné et culturel. Inné parce qu'il est consubstantiel, culturel parce ce qu'il s'apprend, se construit. Il ne nous paraît pas ici utile de préciser l'importance de l'un ou de l'autre, la partie innée restera toujours primitive et cantonnée à une aptitude à copier, à imiter.

L'homme dispose d'un appareil auditif et d'un appareil phonatoire qui lui permettent d'entendre des sons ou bruits « codés » et de les reproduire sous une forme identique, mais dans des constructions différentes. Il n'est pas le seul mais il est celui qui a poussé, sans possibilité de contestation, le système à une perfection qu'aucun autre être vivant ne peut atteindre. Avec les systèmes dont il dispose, l'homme peut ainsi créer, faire évoluer son système auditif et communiquer avec les autres avec en particulier son système phonatoire.

Comment ce système audio-phonatoire est-il devenu ce qu'il est, au cours des ans et comment vit-il pour obtenir les résultats que nous lui connaissons ? Voilà une question qui mérite quelques lignes. Tout d'abord, il n'est pas uniquement *transmissible*. Ce qui signifie que chacun de nous va devoir le construire à partir d'un capital génétique, de circonstances extérieures et d'un travail personnel qui bien qu'évident, n'attire pas l'attention sur lui.

Le capital génétique se manifeste de la fécondation à la mort dans la construction des outils du système d'audition (récepteur), de ceux du système nerveux dans son ensemble (contrôle et traitement) et de ceux du système phonatoire (émetteur). Rappelons que les sourds-muets étaient considérés comme des déments avant que l'Abbé de l'Épée, il y a deux siècles, ne montre qu'ils étaient seulement sourds. Ce capital se développe comme le reste de l'organisme sous l'influence des apports de la « maman », de l'environnement, du code génétique et de la totalité de l'organisme dont il fait partie.

Comment s'est construit le langage au cours de l'évolution ? Pour nous, le système ne peut s'être organisé que sous l'influence de l'organe capteur des sons dont il est constitué : l'oreille. Ainsi, au cours des répétitions sonores (la mère répète par instinct chaque mot, chaque phrase à son enfant jusqu'à que l'enfant les répète lui-même), chaque individu construit-il son oreille ou plus exactement les capacités de traitement de son propre système auditif, puis par mimétisme (les fameux neurones miroirs), il fabrique des sons qu'il corrige à l'aide de son oreille, au fur et à mesure qu'il les répète. Il s'agit somme toute d'une auto-organisation dont le mécanisme est celui que lui offre la physique vibratoire comme pour les images de Chladni dont nous avons parlé au début de ce chapitre (Chladni, 2010 ; Fletcher et al., 2010).

À force d'ajouter dans son expression phonatoire de fins traits caractéristiques de formes sonores qu'il entend et répète, l'homme finit par créer une succession de codage phonémique (Oudeyer, 2009).

La musique, et l'atmosphère qu'elle crée, mérite qu'on s'y arrête un instant, pour aller un peu plus loin, au lieu de prendre l'action comme si elle débutait, nous allons la prendre en marche lors d'un concert d'une œuvre bien connue. Par exemple à l'écoute d'un concerto pour piano de Mozart, ou d'une chanson de Jacques Brel, ou ce qu'on voudra, au milieu de l'œuvre, l'interprétation est si exceptionnelle qu'elle renouvelle l'œuvre sans pour autant bousculer nos habitudes auditives. Nous sommes tendus vers l'artiste en changeant par moment de position avec des moments intenses et d'autres de relâche. Tout ce qui nous entoure a disparu. Notre corps s'équilibre harmonieusement au point que nous n'avons plus le sentiment que nos muscles agissent. Ils le font sans se faire remarquer. Notre conscience-noyau nous rappelle ce que sera la mélodie juste avant que les instrumentistes ne la

jouent, nos émotions sont intenses dans une sorte d'euphorie auditive où pourtant la vision ajoute au relief, à l'intelligence de l'orchestration, aux mélanges sonores. Parfois, les yeux gênent et dans ce cas, il peut être préférable de les fermer quelques instants pour mieux se concentrer sur la musique. Et puis, vient le moment des applaudissements et le relâchement s'opère. On ne pense plus qu'à quelques souvenirs très forts mais très brefs d'un ensemble que nous réduisons à *notre* essentiel. C'est ce que nous mettons en mémoire à long terme grâce, à ces post-émotions remémorées qui viennent renforcer celles qui ont agi pendant le concert.

Nous retrouvons dans ce concert tout ce que nous avons évoqué plus haut. Il s'y ajoute ce dont nous n'avons pas encore parlé : les sentiments de bonheur intérieur (c'est de notre corps que nous parlons au regard de notre expérience émotionnelle faite d'une musique extérieure, et de son traitement par notre oreille et le système nerveux qui lui est dédié). Ceci illustre le mélange qui crée la conscience-autobiographique s'ajoutant à la compréhension de l'œuvre par rapport à l'interprétation que nous en avons (mémoire sémantique), à ce qui nous a contrarié (à un degré moindre) comme la toux d'un spectateur voisin, la gêne visuelle due au mauvais placement...

Le mélange entre « Objet-Processus-Son » et la remémoration que nous en avons sont différents selon la connaissance préalable de l'œuvre. Ce mélange change radicalement l'ensemble, mais c'est seulement notre conscience-étendue qui évolue durablement. Notre conscience-noyau fonctionne mieux si nous avons une culture musicale. Ce ne sont pas une, ni dix images sonores mouvantes que nous avons créées pendant le concert, mais des milliers dont beaucoup n'avaient aucun rapport apparent avec l'audition mais qui pourront en faire partie à l'avenir. Bien que l'oreille soit l'interlocuteur privilégié, elle peut passer au second plan lorsque nous pensons à la technique de l'instrument, à l'art de la composition, à l'historique de l'œuvre... Il en est de même lorsque nous remarquons ce qui nous paraît être « une faute de goût dans l'interprétation » et tout autre accident non désiré. On voit bien que c'est notre Soi confronté à la musique qui prend le pas, se transforme et devient le moteur, la source, le bénéficiaire de toutes ces opérations.

Le langage prend une forme assez linéaire, souvent inapte à transcrire des sentiments complexes. Comment transcrire sur une ligne ce qui prend tout l'espace et le temps en même temps. Jean-Louis Le Moigne nous rappelait ces deux phrases extraites des Cahiers de Paul Valéry (1902) : «... *Nous en sommes vis à vis du langage, comme un géomètre de l'âge de pierre qui se désespère devant les formes naturelles ou visibles et qui ne soupçonne pas qu'il faut forger et non subir...* »<sup>1</sup> et il ajoute : « ... *la pensée du moyen pour construire devient le moyen de penser.* » (Valéry, 1974).

## e. Mais où sont les émotions ?

Pour bénéficier de toutes les informations reçues (pas forcément pour les gérer consciemment car une bonne partie d'entre elles se réalisent sans que notre conscience n'intervienne), nous avons besoin de leur attribuer une « dose » d'émotion. Cette dose personnelle se construit avec des cartes qui fusionnent avec celles des perceptions pour devenir *notre* audition. Revenons donc à ces émotions qui sont maintenant :

---

1 Valéry P. Cahiers, tome II. Gallimard, Bibliothèque de la Pléiade, 1974 ; 1776 : 583.

- soit des émotions-noyaux mélangées à des perceptions sensorielles qu'elles modifient tandis qu'elles-mêmes se transforment et améliorent leur création ;
- soit des sentiments d'émotions traités par les cortex, et tout particulièrement les cortex préfrontaux antérieurs associés aux cortex associatifs de tous nos sens même si ici, nous nous focalisons sur l'audition.

Une remarque : ces émotions entraînent des modifications du Proto-Soi et petit à petit les résultats de ces mélanges mouvants deviennent des « opinions ». La porte s'ouvre en cas de pathologie sur toutes les dérives possibles : des illusions auditives, des auras auditives, des erreurs, des délires, etc. peuvent prendre place sans que la limite avec ce que nous appelons « la normale » soit bien nette (état-limite) (Auriol, 1996).

Faisons par exemple un parallèle entre ces dérives et les réactions d'alerte que peut créer un son comme celui du tocsin. Cette alerte déclenche immédiatement une réponse émotive de panique ou de fuite, puis secondairement par exemple une sensation d'horripilation indiquant que les muscles cutanés ont reçu des influx pour lesquels les centres ont jugé bon (sans aucune conscience) de faire réagir ces muscles cutanés. Le sentiment de panique étant très fort, il y a tout à parier que la mémoire à long terme, c'est à dire les synapses des neurones sollicités dans ce cas vont retenir cette réponse compte tenu de sa violence, et de son côté exceptionnel. À chaque fois que nous remémorerons la scène, nous aurons une tendance à l'horripilation.

Lorsqu'il s'agit d'une situation où on ne fait appel qu'à l'attention partagée ou encore à l'attention que nécessite le désir d'accroître des connaissances, la réaction, moins vive, moins immédiate que pour le tocsin, réclamera plus de temps pour faire intervenir des émotions-noyaux qui forment les cartes provoquant des constructions d'un mélange de cartes-images de premier ordre, de deuxième ordre..., avec à chaque fois des nuances liées aux précédentes récursivités (Piaget, 1961 et 1988). Elles seront suivies d'autres productions agglomérant d'autres cartes pour terminer par une réponse-action plus ou moins appropriée, ceci à titre de possibilité. Avec l'habitude, les actions se perfectionneront, comme, par exemple, le travail d'un musicien qui corrige son doigté sur un instrument ou son interprétation quand la technique est rôdée.

L'émotion peut arriver au début ou en cours d'organisation des cartes sonores ou de leurs produits secondaires ou lors des actions qui suivent ou précèdent. Ces émotions sont changeantes ou au contraire peuvent être prénantes, en boucle, relativement constantes. Tout est possible mais toujours selon le même mécanisme de production.

Les émotions-sentiments prolongent les émotions-noyaux. On se met à ressentir les émotions qui n'ont alors pratiquement plus de traductions extérieures comme en avaient automatiquement et naturellement les émotions noyaux qui sont extrêmement difficiles à cacher sauf, pour certains acteurs exceptionnels. Leur traduction extérieure donne essentiellement des mimiques, mais peut modifier tout le corps (Ekman, 1992). Les sentiments eux n'ont pas ce pouvoir ou cet inconvénient... Ils sont intérieurs, tournés vers nous-mêmes. Une question se pose : que serait l'audition sans les émotions ? « L'audition sans les émotions ne serait pas grand-chose pour nous cela ne fait pas de doute ! » (Prével et al., à paraître).

Des sons, il n'y en a pas dans la nature. On appellera sources sonores des modifications impulsionnelles de l'air (le plus souvent) qui nous entoure, modifications qui orientées par le pavillon,

échantillonnées et calibrées par le conduit auditif externe, prises en charge par le système tympano-ossiculaire et transportées par les liquides de l'oreille interne jusqu'à des cellules réceptrices avec, pour les sensibiliser, des cils qui en feront un courant car notre système nerveux ne comprend que cette langue. Voilà la situation d'origine qui va nous permettre d'entendre des « sons ». On l'appellera la « perception » et nous garderons ce mot sans lui donner jamais la moindre idée de compréhension de ce qui est perçu. Pour être plus complet on consultera l'article de Bouccara (2011).

Les courants électriques, appelés maintenant trains d'influx, vont se trouver manipulés pendant tout leur trajet jusqu'au cortex auditif primaire afin d'en tirer « la substantifique moelle » et de permettre au cortex auditif secondaire qui entoure la zone primaire de donner du sens aux pressions impulsives reçues (Vergnon, 2008). À chaque vague d'influx la zone primaire construit, par répétition, une carte que l'on pourrait comparer à une empreinte digitale sans cesse reconstruite (comme l'image d'un téléviseur en relief) facilement reconnaissable, mais dont on n'aurait pas le nom. C'est ainsi que l'aire secondaire va, en suivant, donner un nom ou plutôt une image sonore mais pour laquelle on n'éprouve rien. C'est une sorte de « connaissance froide, neutre ». Il s'agit d'un renseignement pour lequel il n'y aurait pas d'usage (Damasio, 1999).

À tous les niveaux de la voie auditive et maintenant des cortex primaires et secondaires auditifs, une trace mnésique est laissée. Celle-ci se renforce à chaque passage, modifie sa forme pour lui donner plus de densité, la remodeler, la préciser, etc.

La puissance émotive de l'oreille peut se travailler comme on travaille la justesse ou la capacité de chanter une mélodie dans sa tête (Mialet, 1989). On part donc d'une petite collection de cartes sonores qui s'entremêlent puis nous ajoutons une deuxième collection voire une troisième série de cartes en utilisant la mémoire, la préparation que nous permet notre culture.

### • **L'audition et les sentiments d'émotions**

Alors que les émotions-noyaux affectaient plus notre comportement que notre conscience, les sentiments au contraire vont toucher essentiellement la conscience-étendue (Bechara et al., 1996). Revenons une dernière fois sur les trois niveaux d'émotions que propose Damasio (1999).

Les proto-émotions sont indicibles, hors de notre conscience mais néanmoins présentes dans les réactions corporelles qu'elles entraînent. Nous les ignorons la plupart du temps mais elles sont là, sous-jacentes, modifiant notre humeur, nous rendant vulnérables, affectant malgré tout notre comportement.

Les émotions noyaux sont tout aussi indicibles mais elles sont tout à fait conscientes et entraînent des changements dans notre comportement affectant nos faits et gestes et influençant nos pensées. Ces émotions sont tournées vers l'extérieur. Elles informent l'entourage de notre état du moment. Elles ne sont pas contrôlables par notre volonté. Masquer ses émotions est extrêmement difficile et demande un entraînement, une capacité de simulation et de dissimulation qui n'a rien d'inné.

Les émotions les plus élevées encore appelées « sentiments d'émotions » sont bien sûr conscientes et deviennent, quand elles atteignent les cortex, parfaitement exprimables. À ce sujet, remarquons

qu'elles baignent toujours dans une certaine complexité. Par conséquent, on pourra les exprimer mais de manière floue, de manière toujours susceptible d'entraîner le débat intérieur.

Le facteur temps est important à prendre en compte. Une émotion ne reste jamais égale à elle-même au cours d'une journée, ni même durant une heure. Ceci signifie que nous allons osciller dans l'ambiance que nous ont fournie les proto-émotions avec les pulsions qu'entraînent les émotions noyaux tout en dialoguant souvent sous forme dialogique (c'est-à-dire faite de contradictions). C'est cet état qui se caractérise avec le temps par des expressions du type « une journée sans intérêt », « un moment de joie indicible », « un souvenir inoubliable », « deux heures qu'on ne voudrait jamais vivre »...

L'ajout de la mémoire émotionnelle de type supérieur nous permet de distinguer un présent instantané, insaisissable, qui n'est plus du passé et pas encore du futur. Ceci a une importance considérable dans la conception que nous nous faisons de notre temps intérieur, nous autorisant à penser plus ou moins longuement au passé, et à imaginer le futur. Celui-ci est bien sûr construit d'une foule de souvenirs que nous imaginons possibles, probables, mais incertains.

En remettant l'ensemble en complexité, il nous faut maintenant envisager ce que nous venons de décrire en ce qui concerne les émotions dans notre triangle actions↔émotions↔perceptions. Il est bien évident que ces trois émotions imbriquées les unes dans les autres le sont également dans la mesure où elles vont provoquer des actions, en particulier au niveau du corps (accélération du pouls, respiration, nausée sont des actions qui suivent les émotions), mais aussi des pensées (autre type d'actions), enrichissant les sentiments d'émotions. De même, les récursivités proprioceptives ou émotions vont modifier les perceptions extéroceptives elles-mêmes modifiant les actes que nous venons de décrire.

## **f. L'audition comme centre d'intérêt**

Tout le système auditif est basé sur l'apprentissage par répétition après imitation des changements qui s'opèrent dans l'environnement à l'aide d'un système auto-créé de captation des modifications incessantes des pressions impulsionnelles environnementales. C'est ici l'oreille qui capte. Ces informations sont ensuite prises en charge par un système de traitement neuronal des informations (différences infimes, micro-modifications), perçues et manipulées après organisation en modèles symboliques mémorisables dont le sens global s'enrichit grâce aux liens que les dispositions acquises et génétiques des neurones rendent possibles. La mobilité constante de tous les phénomènes crée une mouvance qui s'enrichit par elle-même et pour elle-même du fait des récursivités et des émotions qui constituent la valeur ajoutée que nous versons au système s'enrichissant lui-même ou se détériorant s'il fonctionne mal. Ajoutons les actions musculaires ou intellectuelles pour aménager, adapter l'individu à son environnement ou à lui-même et nous retrouvons notre triangle initial.

À la longue ce système d'intéroceptions-extéroceptions-proprioceptions finit par provoquer non pas l'image brute perçue mais une image déjà composite et personnalisée. Lorsque le mélange est en « résonance » sous la forme d'un ensemble « cohérent » de cognition-émotion, on peut dire que la forme perçue est reconnue.

Sur le plan neurophysiologique, (Bear et al., 2007) voyons comment se passe le fonctionnement neuronal dont tous ces phénomènes dépendent, en prenant évidemment l'exemple de l'audition tout en sachant qu'il en serait de même pour la vue ou le tact.

Lorsque des ondes pressionnelles impulsionnelles viennent, canalisées par l'oreille externe, frapper le système tympano-ossiculaire, les vibrations ainsi perçues sont transmises après traitement dans l'oreille interne et deviennent alors des trains d'ondes électriques, des trains d'influx qui représentent de manière analogique puis codée, les pressions aériennes originelles. Une série de traitements neuronaux des informations perçues, auditives (STNIP, A), viendra apporter un ensemble de données dont le cortex auditif primaire va faire ses délices, surtout s'il reconnaît une forme sonore déjà perçue et mise en mémoire (Ojéda et al., 2004). C'est à ce moment qu'entrent en scène les émotions, sans oublier bien sûr les actions qui en découleront et leurs récursivités pour faire évoluer toutes les étapes que nous venons de décrire.

Il faut remarquer ici l'importance de l'attention qui va suivre tous les stades au point de devenir en elle-même notre état de conscience de « Soi ». Elle peut aller très loin, du fait de la concentration qu'elle atteint par instant. Il n'y a plus non plus de zone cérébrale précise pour tel ou tel aspect de l'écoute. Tout notre système nerveux va fonctionner en réalisant diverses compositions formelles pour créer des images « complexes ». Nous l'avons dit précédemment, la puissance émotive de l'oreille peut se travailler comme on travaille la justesse ou la capacité de chanter une mélodie dans sa tête (Mialet, 1989). On part donc d'une petite collection de cartes sonores (cognitive et émotive) qui s'entremêlent, puis nous ajoutons une deuxième voire une troisième série de cartes en utilisant la mémoire, la préparation que nous permet notre culture. Vient l'arrivée de sentiments d'émotions et de vécu autobiographique...

## **g. Les qualia et la conscience ?**

Les qualia : de quoi s'agit-il ? Il est rare que le mot « qualia » soit prononcé ou soit même évoqué dans l'esprit de la plupart d'entre nous. Nous-mêmes n'avons compris que tardivement l'importance que revêtait une connaissance même très incomplète de leur rôle. Certains doutent de leur existence, philosophes plus que chercheurs. La plupart des chercheurs n'abordent pas ce sujet et ceux qui en discutent sont suffisamment importants pour que nous relevions le défi. Nous allons surtout emprunter à Edelman et Damasio qui ont été à l'origine de notre quête mais nous avons aussi abordé les philosophes qui discutent beaucoup de qualia.

L'absence de prise en compte du « temps » ne nous aide pas à comprendre les processus ressentis. Il est difficile d'imaginer un qualia comme une image visuelle fixée sur une photo. Le quale évolue, se déforme, il est mélangé à d'autres qualia et le brassage est permanent. Il est toujours préférable de ne pas figer la réponse dans une glue dont on n'arrivera plus à se débarrasser, de figer l'objet dans une forme qui ne lui a correspondu que quelques instants. Il faut conserver l'évolution temporelle même si elle fait bouger nos habitudes intellectuelles en introduisant le doute, l'imprédictibilité, le flou, l'imprécision. Un questionnement est évolutif en soi et en fonction des réponses. Se questionner signifie que nous n'aurons jamais la réponse mais que nous pouvons faire « évoluer notre comportement » (elle est là la réponse). Encore faut-il nous interroger sans cesse sur les réponses en fonction des modifications des nouvelles questions. Nous avançons alors (et non pas nous sommes

alors) en complexité mais attention, nous avançons dans une démarche tâtonnante, dans un processus dont nous sommes incapables de prédire le devenir.

C'est à partir de cette boucle sans solution définitive que je me suis posée la question des qualia. Je suis tout à fait consciente que pour l'instant nous n'avons pas de réponse satisfaisante pour appréhender ce que ces qualia représentent, mais pour un travail portant sur le comportement de l'homme quel qu'il soit, la question reste posée.

Si l'on prend l'exemple d'une rééducation, il est intéressant de prendre conscience à la fois du phénomène neurologique qui se déroule et du « transcodage » phénoménal (Merleau-Ponty, 1976) qui s'opère pour aboutir avec des qualia, à une conscience qui s'auto-construit en s'écartant de l'équilibre afin de « se » proposer des choix, après bien entendu plusieurs allers-retours, plusieurs tâtonnements dans la recherche de la bonne stratégie chemin faisant, comme le propose Marie-José Avenier.

Qu'il s'agisse d'Edelman ou de Damasio, leurs propositions sont basées sur un support neuronal. Nous optons pour l'existence de ces qualia, et surtout pour en faire des composants de la conscience, elle-même encore si mal précisée.

Le premier, Gerald M. Edelman (2008), se fonde sur les échanges entre le noyau dynamique (que représentent le thalamus, le colliculus inférieur, le corps genouillé médian, le corps de Luys et la zona incerta, le noyau rouge et le locus niger) et le cortex cérébral. Edelman donne la primauté au noyau dynamique (thalamus et faisceau thalamo-cortical) en tant qu'initiateur. Ce serait selon lui, l'espace des qualia. Cette description est essentiellement basée sur sa Théorie de la Sélection des Groupes de Neurones (TSNG). Elle présuppose que :

- durant l'embryogénèse, des groupes très importants de neurones s'assemblent entre eux ébauchant des répertoires (collecteur de données) ;
- une sélection liée à l'expérience, venue d'échanges avec l'environnement, se superpose aux groupes précédents entraînant la construction d'importantes variations synaptiques positives ou négatives ;
- les « réentrées » doublent en retour tous les circuits, construisant ainsi des boucles ouvertes s'adaptant grâce à l'expérience.

Pour Edelman, les qualia représentent une « expérience consciente tout d'une pièce. Elle est unitaire ». Il lui donne la définition suivante « Selon la TSNG étendue, les qualia sont des discriminations d'ordre supérieur dans un domaine complexe ». Rappelons qu'une scène consciente est un espace de quale.

Le second, Damasio (1999), nous retiendra davantage mais nous reviendrons aussi sur la Théorie d'Edelman. Damasio propose de reprendre les trois étages imbriqués (tronc cérébral, noyaux de la base et cortex) pour présenter ces qualia et les échanges principaux qui se font entre le tronc cérébral et les cortex en particulier. Il voit donc deux qualia essentiels : de type I, c'est-à-dire les images, et de type II, représentés par les sentiments. Mais il fait comprendre qu'il y a des qualia perceptifs, émotionnels et moteurs qui sont répartis sur tous les niveaux. Il différencie les qualia qui relèvent de l'esprit de ceux qui sont du domaine de la conscience. Pour ces derniers, il propose de considérer que « *En résumé, c'est dans l'inter-connectivité complexe de ces noyaux du tronc cérébral qu'on trouverait l'explication du fait que les sentiments -en l'occurrence les sentiment primordiaux- sont ressentis* ».

Arrivé là, il propose, autant pour les qualia I que pour les qualia II, de considérer beaucoup plus finement les groupes de neurones qui fonctionnent par amas (la sélection liée à l'expérience d'Edelman pourrait correspondre à cette idée), par groupes pour une action commune. Comme une paramécie, les neurones du cerveau humain possèdent une sorte « *de sentiment de base, de protosentiment digne contrepartie de la protocognition qui apparaît au même niveau* ». À une autre échelle beaucoup plus petite et plus fine, celle des neurones, il reprend ses Régions de Convergence Divergence (RCD). En somme, pour un muscle, on dirait : « l'union fait la force » et, ici, pour un processus neuronal fusionnel, « la somme des processus fusionnels engendre « images et sentiments » [...] ». Cette excitabilité serait une propriété de la membrane cellulaire. Nous ajoutons (pour être fidèle à la pensée de Damasio) qu'il reconnaît que cette voie de recherche est seulement plausible.

Il propose ensuite que « le ressenti » soit du même type que la construction du système nerveux. Pour ressentir, il faut avoir déjà vécu une fois ce ressenti, c'est-à-dire l'avoir en mémoire avant de pouvoir en prendre conscience. La première fois qu'on entend un son, il n'est pas entendu car mélangé aux autres bruits. Pour devenir utilisable, tous les mécanismes neurologiques doivent être répétés. La forme sonore apparaît progressivement (quale de type I) et donc est *reconnue*, puis dispose au fur et à mesure des répétitions, d'un premier sens, pour s'enrichir enfin de tout ce qui suit... Pour qu'un quale puisse exister, il faut donc que le système nerveux l'ait déjà vécu.

Dans les mécanismes de la conscience et dans le ressenti des qualia II (sentiments), Damasio insiste sur le chimisme qui préside aux grandes fonctions du système nerveux. Il est évident que les neuromédiateurs joueraient un rôle que nous avons expliqué dans le paragraphe précédent (synapse et image), mais ici, si nous traitons des sentiments, les neuromodulateurs ont une part prépondérante. Les qualia I s'ajoutent aux qualia II pour constituer un tout que, par exemple, certains médicaments (par exemple : le diazépam, de la famille des benzodiazépines ou la fluoxétine, antidépresseur de type inhibiteur sélectif de la recapture de la sérotonine) peuvent séparer. En l'absence de fusion, les qualia de type I et les qualia de type II perdent leur qualité de résonance.

Rappelons que « l'état de sentiment » est pour Damasio le « *fondement simultanément de l'esprit et du soi* ». Finalement, en partant des cartes et des circuits (comme Prigogine), comment en arrive-t-on à des images et des réseaux ? Et comment s'élaborent nos « *percepts ressentis* », qu'ils s'agissent de nos extéroceptions, de nos intéroceptions, de notre proprioception et au-delà, de notre « *ressenti vécu* » que nous pourrions peut-être appeler qualia III ; ce seraient les qualia de notre vie intérieure qui nous offrent la conscience de la vie... ?

Dans le processus consistant à se servir du corps pour réguler la vie, l'activité de ces noyaux transforme ces signaux du corps. Ensuite, cette transformation est renforcée par le fait que les signaux apparaissent dans un circuit en boucle, au moyen duquel le corps communique avec le système nerveux central, ce dernier répondant par retour, aux messages corporels. Les signaux ne sont pas isolables des états de l'organisme qui sont à leur origine. Edelman exprime cette dernière phrase par : « *elle est unitaire* ».

Les qualia sont, comme le reste, liés à de l'inné et liés au travail qui a été fait par le cerveau depuis l'enfance auquel il faut toujours associer l'environnement parce qu'il intervient dans la perception, en modifiant ce que nous percevons.

## 6. Le système auditif

« Il m'est arrivé de prêter l'oreille à un sourd. Il n'entendait pas mieux. »  
Raymond Devos. Extrait du sketch : Prêter l'oreille.

Cette boutade de Raymond Devos illustre bien une réalité qui nous échappe si nous n'y prêtons pas attention. L'audition n'est pas un cadeau du ciel, ni un don de la nature. Elle n'existe que si elle est créée et travaillée par son propriétaire. L'homme construit son audition de A à Z à partir de cellules que lui offrent ses gènes. Il est capable naturellement de se fabriquer une audition qu'il fera progresser jusqu'à sa mort. À partir de sollicitations venues des parents et, plus généralement, de l'environnement lui transmettant des pressions impulsionnelles, l'enfant va fabriquer des sons ou plutôt des qualia auxquels il donnera un sens et qui constitueront son monde sonore propre.

L'oreille est un capteur d'une précision, d'une finesse qui force l'admiration. Mais il n'est qu'un potentiel qui est offert à celui qui le travaille et s'en sert. Sa connaissance reste encore aujourd'hui à l'état de base car nous l'avons abandonnée au profit de l'œil qui a toutes faveurs. L'oreille est connue des chercheurs, des ORL et également des audioprothésistes.

Elle est constituée de trois parties : les oreilles externes, moyennes et internes qui ont le pouvoir de transformer les vibrations mécaniques des molécules environnantes en influx de courants électriques. Les oreilles externes et moyennes captent les pressions impulsionnelles et les cellules ciliées internes de l'oreille interne (cochlée) les transcodent en influx qui crée ou restitue de petites différences contenues dans ces pressions impulsionnelles.

### a. Quelques notions d'anatomie et de physiologie de l'oreille

Il est temps maintenant d'en venir au système auditif mais sans pour autant oublier tout ce qui a été écrit sur la complexité et le système nerveux qui va accueillir les productions « travaillées » de ce système auditif. Nous allons procéder dans l'esprit de la complexité c'est-à-dire sur le terrain comme il semble que les événements se produisent et non en les saucissonnant en tranche qui n'ont plus de lien avec l'ensemble.

Examinons quelques phrases que nous avons choisies pour la variété des processus qu'elles mettent en œuvre pour parvenir à être utiles au sujet qui les perçoit et nous allons suivre leur trajet, avec les retours et les bifurcations, le plus loin possible. Ces phrases sont les suivantes : Quel est **vosre fruit de saison** favori ? Avez-vous une **filie** ? "**J'pars** chez **l'boucher**" Vos **piles** sont-elles neuves ?

#### • L'oreille externe

- Le Pavillon de l'oreille est construit de telle manière qu'il conduit plus et mieux les sons qui viennent de devant vers le conduit auditif externe que ceux qui viennent de l'arrière. Dans ce dernier cas, la phrase : « Quel est votre fruit préféré ? » est perçue davantage « ouatée » et moins

intenses, ces sons aigus paraissent plus graves que ceux qui viennent de devant du fait de la consistance du pavillon qu'ils doivent contourner ou traverser. On comprend que les sons aigus seront mieux perçus dans un échange en étant vis-à-vis l'un de l'autre. Mais ce qui semble être un inconvénient devient une réelle qualité si l'on songe à la capacité de l'oreille à situer dans l'espace ce qui est autour de nous. En couplant cette propriété avec la localisation à gauche et à droite du fait du décalage des phases entre les deux oreilles nous pouvons sans les yeux localiser exactement où se trouve une source sonore qui a attiré notre attention.

Le conduit auditif externe reçoit du fait de sa forme et de sa taille non pas un lame d'air mais un petit tube qui peut jouer le rôle d'un renforçateur et de toute façon ne diminue pas le volume sonore des sons complexes que représente la phrase présentée plus haut. Nous représentons ce petit tube comme un carottage qui permet d'échantillonner à un endroit précis l'air alentour à l'aide de deux « carottes » différentes, suffisamment différentes pour être reconnus mais pas suffisamment différentes pour que notre cerveau en fasse deux mots distincts, l'un à gauche, l'autre à droite. Nous interprétons ce décalage de phase comme une impression de volume de l'endroit où nous sommes et nous parlons de stéréophonie, d'espace sonore, de relief sonore. Nous pouvons avec un peu de travail et l'aide du pavillon vu précédemment en faire une description tout à fait précise.

## • **L'oreille moyenne**

Le tympan solidement ancré dans son sulcus par le bourrelet et armé par le manche du marteau enchâssé dans la lamina propria ou couche moyenne fibreuse. Il se met à vibrer lorsque l'énergie sonore le contacte. Le fait que le manche du marteau ne fasse qu'un avec lui nous permet de passer à la chaîne tympano-ossiculaire pour voir ce que deviennent nos phrases quand elles sont prises en charge par le système tympano-ossiculaire. Faisons tout de même une parenthèse pour expliquer qu'il y a très peu de chance que l'on voit le tympan vibrer compte tenu de l'infini petitesse des vibrations et du nombre de fréquences par seconde qui sont perceptibles. Les mouvements sont de la taille du nanomètre, voire du picomètre.

La chaîne tympano-ossiculaire occupe la partie basse de la caisse du tympan et est constituée de trois osselets qui ne font qu'un entre eux et avec le tympan dans leurs déplacements. Les propriétés de cette chaîne tympano-ossiculaire sont telles qu'avec le tympan, elles vont permettre d'adapter leur impédance à celle de l'oreille interne. Cette chaîne comporte donc le marteau avec ses deux apophyses. Son apophyse antérieure reçoit le tendon du muscle du marteau qui se coude vers l'avant pour longer la partie osseuse de la trompe auditive. L'enclume s'articule de manière serrée avec le marteau et un peu plus lâche avec l'étrier mais l'ensemble du système tympano-ossiculaire va fonctionner de telle manière que l'énergie reçue par le tympan et transmise par la chaîne ne traumatise les microstructures de l'oreille interne dans lesquelles elle va maintenant circuler. L'étrier est le troisième osselet. Il fait assurer la jonction avec l'oreille interne par la fenêtre ovale. L'information « j'pars chez l'boucher » ne traumatise pas les éléments microscopiques qui vont maintenant prendre en charge la phrase même si elle est créée de loin pour prévenir.

## • L'oreille interne

Les trois rampes : vestibulaire, tympanique (qui équilibre les pressions par la fenêtre ronde) et le canal cochléaire (qui contient l'organe de Corti), qui suivent dans la cochlée ses deux tours et demi de spire, vont transmettre sans perte ni modification, l'énergie des perceptions. Dans les rampes vestibulaires et tympaniques, la périlymphe dont la densité est voisine de l'eau ( $D = 1$ ), rien ne se perd mais la moindre modification peut influencer sur les formes sonores. Mais dans le canal cochléaire qui contient le liquide endolymphatique dont la densité est celle de l'huile ( $D=2,9$ ) les vibrations qui le traversent en accord (en résonance) s'éteignent à leur début (transitoire).

Insistons sur le canal cochléaire où va maintenant se produire la transduction. Les trains de pressions impulsionnelles qui ont été captés puis aménagés pour que leur énergie ne soit pas disproportionnée par rapport à la capacité de compliance de l'organe de Corti qui va les récupérer avant de les transformer dans un autre code : l'influx nerveux qui est le langage du cerveau. Un son met en vibration l'air autour de la bouche du locuteur, l'énergie de cette suite de pressions impulsionnelles adaptées au récepteur cochléaire par l'oreille moyenne et qui maintenant vont selon leur fréquence, leur timbre, leur intensité entrer en résonance avec tout le canal cochléaire et ne trouver d'écho que lorsque les cellules ciliées externes et les éléments avec lesquels elles font corps sont en résonance. Tout le canal est parcouru par les trains de vibrations et les correspondances se font jour. Telle cellule ciliée externe entre en résonance avec telle partie de l'onde vibratoire, telle autre avec telle autre et les changements sont très rapides jusqu'à avoir capté l'ensemble de la question posée. A chaque fois qu'elle est sollicitée, la cellule ciliée externe a ouvert les canaux au sommet des cils de la cellule ciliée interne correspondante par une traction de la membrane tectoriale. Cette dernière a créé un courant qui a mis en service une ou plusieurs des 20 fibrilles nerveuses qui font synapse avec la cellule. A partir de 40 dB s'il faut plus d'intensité ce sont les cellules voisines qui vont faire l'appoint retirant bien sûr une partie de la finesse des résonances qui étaient dans les sons originels. Un mot de plus sur la consistance gélatineuse de l'endolymph qui étouffe immédiatement la vibration pour laisser la place à la suivante.

Ici, le mécanisme ondulatoire laisse la place aux trains d'influx qui vont se succéder au régime de tout ce que l'oreille va pouvoir transcoder. Rappelons que l'électricité est également un phénomène ondulatoire mais cette fois-ci ce ne sont pas ses propriétés qui vont être le support de l'information mais l'organisation nouvelle que procure la création d'un réseau neuronal dont les propriétés qui le caractérisent deviennent source d'états transitoires qui vont s'auto-organiser et que la conscience va permettre de mettre en lumière. Cependant la tonotopie qu'impose la constitution de la cochlée pour capter une certaine fréquence va se poursuivre tout au long de la voie auditive c'est-à-dire qu'elle prendra fin dans le cortex auditif primaire. De plus, il est important d'introduire la notion de STNIP, A (Prével et al., 2011) pour Système de Traitement Neuronal des Informations, Auditives. Dans un premier temps toutes les fibrilles qui ont collecté des informations dans la cochlée se regroupent dans le nerf cochléaire et aboutissent juste au-dessus du sillon bulbo-protubérantiel dans le ganglion cochléaire pour se jeter, après division en deux contingents, sur le noyau cochléaire protubérantiel ventral et le noyau cochléaire protubérantiel dorsal. Ce système doit être pris dans sa globalité pour prendre du sens et nous permettre d'envisager les principales propriétés de l'audition « automatisée ».

## **b. Les neurones**

Il est temps de parler du neurone, de la synapse et de tous les modes opératoires qui vont mettre en relation les neurones entre eux ou avec les organes des sens pour tirer le meilleur profit possible des informations reçues. Pour obtenir ce résultat, les neurones vont s'organiser sous la gouvernance de la génétique et des apprentissages permis par l'écologie. Il s'agit de la tonotopie, des décussations, des divergences et des convergences, des liaisons transversales, de l'excitation et de l'inhibition, de la spécialisation.

Ce sont les 6 modes d'action des neurones entre eux, auxquels il faut ajouter pour chaque neurone la loi du tout ou rien. C'est avec ces potentialités que le système nerveux va faire toutes les opérations que nous pouvons observer et comprendre lorsque nous étudions les grandes fonctions ici de l'audition.

## **c. Le Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues, Auditives**

Comme nous l'avons écrit (Prével et al, 2011), le Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues Auditives (STNIP A) consiste comme son nom l'indique à manipuler, à traiter, à organiser les influx perçus tout au long de la voie auditive et ce jusqu'au cortex auditif primaire. Ces influx montent grâce aux 35 000 fibres du nerf cochléaire : 30 000 pour les influx sensitifs (fibres de type I) et 5000 pour les influx destinés à la substance réticulée (fibres de type II). La voie neuronale auditive débute sous la cellule ciliée interne au niveau des fibrilles qui lui sont dédiées. Elle conduit les influx par le nerf cochléaire jusqu'au noyau cochléaire, passe par le noyau du lemniscus latéral, puis par le colliculus inférieur, le corps genouillé médian et se termine par les radiations auditives dans le cortex auditif primaire (Alexander et al., 1986).

À chacun de ces niveaux, des échanges d'informations entre tous les noyaux, de chaque côté et d'un côté à l'autre, jusqu'aux deux hémisphères cérébraux, traitant les influx reçus de part et d'autre (oreille droite/oreille gauche). Tout ce qui se passe dans cette partie du système nerveux est propre à l'oreille mais en cours de route, ce STNIP A recevra des informations venues des autres sens, des émotions (au niveau du Complexe Olivaire Supérieur), des actions que ces manipulations auront générées ou d'autres proprioceptions destinées à informer l'oreille et ainsi à préciser sa perception : c'est la récursivité. Ce système complexe permet à un certain nombre de fonctions au début rudimentaires, de devenir de plus en plus efficaces à force de travail, de répétitions, d'intelligence, de mémoire etc. Ainsi, un œil pourra avec ce système modifier l'audition et l'audition en faire autant pour l'œil par exemple (Bourre et al., 2010). Rappelons brièvement de quoi se compose ce STNIP A une fois l'influx créé par les cellules ciliées internes et reçu par les dendrites du nerf cochléaire elles-mêmes sous contrôle central. Les influx vont monter grâce aux 35 000 fibres du nerf cochléaire : 30 000 pour les influx sensitifs (fibres de type I) et 5000 pour les influx destinés à la substance réticulée (fibres de type II). À chaque niveau les informations perçues sont stoppées, au contraire restent seules en lice. D'étape en étape, d'un côté à l'autre, un certain nombre de fonctions automatiques vont permettre des actions du type accommodation, sélection, discrimination, latéralisation, notion d'espace sonore (stéréophonie), relief sonore, localisation, pour finir dans le cortex auditif primaire qui « reconnaît » la forme sonore captée par l'oreille. Bien évidemment cette région corticale ne peut « reconnaître » que

dans la mesure où elle a au moins entendu une fois l'information reçue. Faisant appel à la mémorisation de forme sonore de référence.

#### d. Les cortex auditifs

La voie auditive se termine dans le cortex temporal au niveau de la première circonvolution temporale dans la zone dite du cortex auditif primaire. Il s'agit de la face supérieure du lobe temporal, qui est entourée par la ceinture ou cortex auditif secondaire. Le cortex associatif se trouvant sur la face externe juste en dessous et en arrière des deux cortex auditifs précédents Il fusionne avec les cortex associatifs de la vision et du tact créant ainsi une vaste zone d'échange que Damasio décrit comme des zones et des régions de convergence/divergence. Dans ces zones se font tous les échanges entre les sens au point qu'il ne faut plus parler d'audition pure ou seule mais de zones de perceptions à connotation auditive et nous verrons l'importance de l'imbrication de tous les sens dans la partie 2 de cette thèse car elle aide beaucoup le rééducateur lorsqu'il tient compte de ces fusions.

Le cortex auditif primaire, déjà vu, permet la reconnaissance, il fait ce travail sans faire appel ni à la conscience, ni à la pensée. Cet automatisme, lorsque les mots ou les phrases (car tout est perçu sous forme de processus comprenant une ou plusieurs formes regroupées). N'ont pas de signification et sont encore purement auditives. Ce cortex auditif primaire ne communique qu'avec le cortex secondaire. Ce cortex crée donc des cartes sonores, des circuits qui vont servir au cortex secondaire pour aller plus loin vers des images, des réseaux. On remarquera que cette description est forcément un peu artificielle puisque toutes les opérations se déroulent en diachronie et en synchronie en s'imbriquant les unes dans les autres créant des symboles un peu figés dans le temps et offrant la possibilité dans les cortex secondaires et associatifs puis le système nerveux central tout entier d'activer la pensée.

Le cortex auditif secondaire va faire appel à la mémoire générale, au contexte, à une réflexion parfois pour donner un sens à ce qui a été simplement reconnu dans le cortex précédent. Ce sens permet à l'homme de créer des concepts, de symboliser des images sonores, des circuits, d'animer ces concepts. Ce cortex secondaire va échanger avec le cortex primaire pour des vérifications mais aussi avec le cortex associatif et tous les centres pour remodeler sans cesse le système de pensée qu'il vient de se construire. Lors de notre rééducation par les répétitions surtout nous renforceront tous ces échanges et les mettrons en mémoire.

Le cortex associatif enfin va permettre d'oublier l'exclusif d'une forme sonore pour ne plus en faire que des formes audio-tacto-olfacto-gustato-visuelles à prédominance auditive, à connotation sonore... Dans le même temps les émotions, les actions (comprenant les pensées), les rectificatifs perceptifs... vont faire bouger ce système et le faire aller de l'avant vers d'autres modifications sans cesse renouvelées et remodelant l'ensemble.

## 7. Quelques notions supplémentaires

### a. L'acoustique

Il y a quelques notions d'acoustique dont on ne peut pas se passer si on veut comprendre comment procède l'oreille pour capter les ondes de pressions dites « sonores », comment les informations que ces ondes contiennent sont analysées et travaillées pour obtenir le maximum de renseignements sur ce qui nous entoure et enfin comment ces ondes maintenant électriques vont être reconnues comme des sons ou des bruit

Nous empruntons à Laurent Vergnon dans son livre *L'audition dans le chaos* (2008) les lignes suivantes : « (...) nous savons pertinemment que notre oreille perçoit des sons et nous réduisons volontiers ce concept à celui de la perception d'une onde sinusoïdale. Loin de simplifier l'abord du problème, nous rendons la plupart des événements dont l'oreille est le siège complètement incompréhensible.

*Or l'oreille est capable de reconnaître un nombre infini de nuances, de situations, d'ambiances... que cet influx sinusoïdal ne peut pas expliquer. Elle participe à d'autres fonctions, l'attention, la mémoire... elle aide à ressentir les émotions (aussi bien celles du locuteur que les nôtres), elle ressent tout ce que représente une voix, un soupir... elle interprète des nanogrammes de pressions comme des masses énormes, elle mesure la beauté, le charme autant que la laideur et le rejet. (...) »*

Des différences de pressions, il y en a de toutes sortes autour de nous et notre champ auditif est très large mais il a ses limites et beaucoup de petites différences surtout en vieillissant vont disparaître faute d'avoir la capacité d'avoir réussi à reconstruire une autre audition avec ce qui reste. Ce qui signifie qu'il va falloir que nous nous adaptions car nous n'avons pas pour l'instant la capacité avec un traitement l'état initial de nos oreilles.

Des différences de pressions, il y en a de toutes sortes autour de nous et notre champ auditif est très large mais il a ses limites et beaucoup de petites différences surtout en vieillissant vont disparaître. Faute d'avoir la capacité d'avoir réussi à reconstruire une autre audition avec ce qui reste. Ce qui signifie qu'il va falloir que nous nous adaptions car nous n'avons pas pour l'instant la capacité avec un traitement l'état initial de nos oreilles.

#### • Le son pur

Rappelons qu'une onde de pressions dont la vibration entre dans le champ auditif d'un individu peut être décomposée en : intensité, fréquence et timbre auxquels nous aimerions ajouter les transitoires. Le transitoire est l'altération de la sinusoïde qui représente le son que ce soit pendant la durée du son ou à l'installation ou à la disparition. Ces altérations et en particulier le transitoire d'installation, sont constantes et caractéristiques de chaque son mais l'oreille va surtout attacher de l'importance au transitoire d'attaque, nous en verrons la raison un peu plus loin.

Ces quatre caractéristiques du son sont très bien connues de tous les acousticiens et des ingénieurs du son qui travaillent dans le spectacle. Rien de tel dans le monde de la médecine. Il ne s'agit pas ici de s'en offusquer mais de le constater, de l'accepter et de trouver le moyen de faire évoluer les mentalités comme on l'a fait déjà pour bien d'autres problèmes comme l'amiante par exemple.

N'importe quel « déplacement » dans un monde élastique provoque la constitution d'une vibration ondulatoire qui va déplacer l'énergie qu'elle contient sans que la matière qui supporte cette énergie suive ce déplacement. Cette onde communique son énergie aux voisines sans avoir besoin de se déplacer elle-même et ainsi de suite. Une bonne image de ce phénomène est offerte avec le pendule de Newton.

Ce que nous n'avons pas dit c'est que les sons purs n'existant pas dans la nature, ceux que nous appelons ainsi sont des sons autour d'un ensemble très réduit de fréquences et qui ne représente pratiquement rien dans l'imaginaire de celui qui les crée dans sa tête. Les milieux dans lequel évolue un son, sont hétérogènes. Selon la qualité de la surface de séparation entre les deux milieux, l'onde peut être réfléchi ou réfractée ou les deux à la fois et selon les dimensions du milieu : s'il est petit, elle est diffractée ou s'il est grand, il y aura rayonnement. Deux ondes peuvent être :

- en phase, si elles sont produites exactement dans le même temps ;
- en opposition de phase, si toujours dans le même temps, l'une est positive et l'autre est négative.

Une oreille est insensible aux phases en revanche si l'autre oreille intervient dans le même temps il y a alors un déphasage et le résultat, en psychoacoustique, est un effet de « relief sonore ».

### • Les sons complexes

Nous allons donc ne plus parler que des sons complexes sauf quand nous aborderons l'audiométrie qui a pris le parti d'utiliser des sons purs pour l'audiométrie tonale. Les sons complexes sont les fruits de la rencontre d'un phénomène ondulatoire avec un obstacle de quelque nature qu'il soit. Or il y a toujours des milieux hétérogènes dans notre environnement.

Le son complexe est un mélange de sons purs. Ce mélange de sons va introduire un nouveau caractère qui permet de caractériser un son : le timbre. Une source sonore va produire un son dit principal (le plus grave) accompagné d'autres sons qui sont des sons purs mais plus aigus car ils sont des multiples du son principal. Si les multiples sont entiers on parlera de sons harmonieux s'ils ne sont pas des nombres entiers le son est alors disharmonieux. Ces phénomènes sont d'une grande complexité ce qui rend très difficile l'analyse spectrale des sons pour un instrument puisque par exemple il peut produire dans les graves des sons harmonieux et dans les aigus des sons disharmonieux et si on les assemble dans un accord les réponses de l'instrument peuvent être imprévisibles...

Le bruit est composé de sons complexes, tous plus ou moins différents et qui ne sont pas des multiples entier du son fondamental. Aucune règle mathématique ne peut leur être appliquée, c'est l'anarchie la plus complète. Si l'on ajoute l'intensité à ces variations de fréquence, on a d'autres réponses et des sons harmonieux à faible intensité peuvent devenir disharmonieux à forte intensité et inversement. Le temps intervient aussi et la durée, le rythme, le nombre de sons, l'intensité... toutes les variations se traduisent par un changement de timbre.

## • Le timbre

Le timbre n'a pratiquement aucune importance lorsqu'on réfléchit scientifiquement sur les sons et le système nerveux. Mais réduire l'audition à la perception du son à une certaine intensité serait une énorme « faute » car nous sommes extrêmement sensibles au timbre. C'est ce qui nous donne cette plénitude, cette chaleur aux sons que nous aimons. Si un son est agréable, c'est que son timbre nous convient, sinon on le taxera de désagréable. Par timbre, on entend physiquement l'intensité, la fréquence de la fondamentale, les harmoniques mais aussi un certain nombre de phénomènes adjuvants et tout particulièrement les transitoires, c'est-à-dire tout accident survenant sur le son continu. Ce transitoire est tellement important qu'il faudrait en parler des pages et des pages, si on enregistre trois instruments qui jouent la même note pendant une minute, on va reconnaître immédiatement le violon, le piano et la clarinette. Si l'on coupe le transitoire, les trois sons ont le même timbre et on est incapable de les reconnaître. Mais il a bien d'autres avantages ce transitoire. C'est lui qui constitue les consonnes. Pour retrouver les consonnes, il nous faudra soit ne plus en avoir besoin (parce que le reste est suffisant pour la suppléer, donc pour l'entendre), soit en fabriquer d'autres avec des fréquences encore entendues aux intensités utilisées. Il faudrait également ajouter la façon dont le son est émis et distribué c'est-à-dire le tempo, le rythme, la mesure, les altérations (piano, forte), les syncopes, etc. Idem dans le langage, avec la prosodie.

## b. Les sons selon l'endroit où ils sont émis

Ce qui précède montre bien que la complexité est le domaine des sons et nous ne sommes pas au bout de cette complexité on s'en doute. Selon le local, sa taille, les matériaux de construction, le revêtement mural, la texture du sol ou du plafond et le son change de caractéristique. Selon la place qu'on occupe dans la pièce ou dans la salle de concert ou autour de la table ou dans la salle de conférence, tout peut changer.

Tout ceci nous amène à ouvrir un nouveau chapitre dans lequel tout ce qui vient d'être dit va encore tout changer chez l'auditeur. D'une manière générale l'auditeur n'entend pas les pressions qui l'entourent mais fabrique de toute pièce ce que nous appelons des « sons » ou des « bruits » qui doivent être considérés comme de pures créations de notre cerveau. Nous entrons dans la psychoacoustique avec laquelle nous clôturerons ce chapitre de l'acoustique.

## c. La psychoacoustique

Le problème posé par l'audition consiste dans le fait que chacun de nous pense que ce qu'il perçoit dans le domaine des sons et des bruits est une ou des ondes « *sonores* ». Il n'y a rien de ce genre dans notre environnement. Nous créons tous, comme l'explique Gerald Edelman (2004) quand il propose sa nouvelle théorie générale du cerveau, des qualia à partir d'un ensemble de structures neuronales sous-jacentes.

Étudier les sensations psychiques perçues lors des modifications pressionnelles de notre environnement correspond au champ de la psychoacoustique. Notre système auditif perçoit d'autant plus qu'il a reçu une éducation comme le montre l'exemple des musiciens et celui des sous-marinières

appelé « oreilles d'or ». Si nous pouvons parler un langage c'est que celui-ci a été « appris » et il sera d'autant mieux utilisé qu'il aura été travaillé et utilisé. Ainsi nous trouvons-nous dans la situation de ne bénéficier que de notre travail et rien ne nous sera donné.

La raison qui nous pousse à insister sur ce point particulier est notre profond désir de « faire quelque chose » pour que la presbycousie qui frappe pratiquement toutes les personnes au-delà de 55-60 ans ne reste pas ce qu'elle est aujourd'hui.

Les notions qui nous semblent les plus intéressantes à regarder dans ce chapitre peuvent être énoncées ainsi :

1. Nous aurons les résultats du travail accompli ;
2. Il existe des éléments physiques qui sont décisifs pour aider une oreille à mieux capter et c'est le domaine de l'audioprothèse.
3. Il existe des éléments qui concernent la totalité du système nerveux auditif y compris l'oreille qui peuvent et doivent être travaillés pour améliorer les capacités de transcodage, de reconnaissance, de conception, de mise en perspective, d'intérêt personnel... qui peuvent être travaillés et améliorés. Il faut les reconnaître et s'en servir, c'est le domaine de l'orthophonie.

La psychoacoustique comporte non seulement les circuits, les réseaux, les cartes et les images sonores qui en résultent mais aussi, une fois la sensation sonore clairement établie, les émotions qu'elle comporte, les perspectives actées qu'elle engendre, les états d'esprit qu'elle entretient, qu'elle modifie, qu'elle accepte ou qu'elle refuse...

Tous ces éléments sont absents de notre culture habituelle et il faudra partir de là pour que le presbycousique puisse bénéficier des progrès importants qui ont été réalisés mais qui, pour l'instant, ne sont pas vraiment mis à la disposition des personnes âgées.

## **d. Quelques notions de phonétique et de musique**

### **• Notions de phonétique**

La phonétique est l'élément essentiel de notre rééducation, il est d'ailleurs le seul élément pour lequel nous allons pouvoir intervenir de façon pratique et efficace. En effet elle ne tient pas compte du timbre ni de la fréquence. La phonétique n'a besoin de savoir que s'il s'agit de son aigu, médium ou grave, c'est-à-dire savoir « grossièrement » la zone fréquentielle du champ auditif nécessaire à la perception.

En ce qui concerne le langage, nous n'avons besoin que de percevoir des transitoires, c'est-à-dire des consonnes et il faut être vraiment très sourd pour ne pas entendre les voyelles. Ce sont les consonnes qui vont permettre de moduler des formes sonores avec des particularités très petites et donc très difficiles à reconnaître lorsque les aigus qui les véhiculent disparaissent. D'où la réflexion des sourds « j'entends mais je ne comprends pas ».

Il y a cependant quelque chose qui nous intéresse au plus haut point, c'est la phonétique combinatoire. Elle prend en compte toutes les modifications articulatoires des phonèmes combinés au cours d'un

mot, d'une phrase. Prenons l'exemple de « banque de France ». Par assimilation, le son [k] devient [g] du fait du [d] qui suit le mot banque. Si cette modification semble ne pas avoir de grande conséquence pour le presbyacousique, une phrase du type « Je pars chez le boucher » peut poser problème. Mais la variabilité et l'infini de possibilités combinatoires des mots dans la langue ne peuvent en aucun cas faire d'une phrase mal comprise un modèle pour tous les presbyacousiques. Avoir conscience que ce soit du point de vue de l'orthophoniste, du presbyacousique ou de l'entourage, que chaque mot émis selon la place qu'il occupe dans la phrase variera à l'oreille

## • Notions de musique

Jusqu'à maintenant, nous n'avons jamais utilisé l'audition dans la totalité de ses potentialités. À la différence de la phonétique et des bruits, la moindre différence entre l'intensité, la fréquence, le timbre et en particulier son utilisation dans le temps (rythme, tempo etc.) va avoir une importance considérable. On va demander à l'oreille de distinguer un comma, un décibel, mais aussi le timbre d'une trompette ou d'un piano, et non seulement il faut être très fin dans ces distinctions mais on va mettre plusieurs instruments en même temps, plusieurs notes en même temps et il va falloir les entendre.

Nous sommes devant ce qu'il y a de plus difficile, d'où l'oreille des musiciens qui leur permet lorsqu'ils sont presbyacousiques de reconstruire facilement leur audition. Nous serons donc très brefs car les techniques actuelles de compensation « aides auditives et rééducation » ne sont pas capables de remplacer ce qu'il manque, c'est le musicien qui va « faire avec ce qu'il reste » et sa mémoire auditive (rappelons Ludwig Beethoven, Gabriel Fauré, Bedrich Smetana, qui étaient tous sourds et composaient quand même). Les prouesses que font ces musiciens ne sont possibles que parce qu'ils ont accordé une telle importance à leur audition (ils ont fabriqué des cartes, circuits, réseaux images en nombre infini) qu'ils associent entre elles et que leur imagination est tellement enrichie qu'elle leur donne uniquement en pensée et en construction des sensations auditives imaginées.

## • L'apport de l'appareillage pour un musicien

Sans vouloir faire de généralités là où c'est impossible puisque chaque musicien a sa manière d'entendre, en général les musiciens ont tellement travaillé leur oreille qu'ils sont habitués à traiter le signal qu'ils perçoivent sur une foule d'éléments qui multiplient les images sonores afin de leur donner à chaque fois un caractère différent ce qui signifie que l'appareil, même si la surdité est importante, enrichit infiniment plus l'oreille d'un musicien que celle d'un sujet inculte.

Tout étant prétexte à construire du nouveau, à agencer différemment, à agencer avec une autre approche, des « retours de perceptions imaginées » se créent, enrichissant encore si l'en était besoin d'images non perçues mais utilisées comme entendues.

Nous rejoignons ici les harmoniques bien connus de Tartini qui n'est au niveau de la cochlée qu'un petit fragment des possibilités qu'offrent l'étude la musique. Nous entendons des harmoniques que l'oreille n'a pas perçues (Petit et al., 2009).

- **La fréquence et son caractère absolu**

Le champ auditif du musicien à quelques exceptions près est habitué aux sept notes de la gamme ce qui diminue le champ des fréquences possibles. Ils ont pratiquement toujours l'oreille absolue et donc savent très bien quelle fréquence ils perçoivent même s'il ne parle pas entre eux de Hz.

C'est tout un pan de l'audition qu'abandonne l'oreille non travaillée de nos contemporains qui savent à peine chanter une mélodie. De plus elle a ses règles qui imposent une bonne oreille et un certain nombre de mécanismes acquis pour tirer parti des rythmes, tempi et autres caractéristique des sons exploités par la musique.

Cette richesse de capacités utilisées pour la musique peut être transposée sans difficulté dans les capacités restantes de l'oreille sourde et lui offrir des possibilités de créer des différences audibles et devenues par le travail des automatismes de reconnaissance. Il n'a tout simplement plus les mêmes sons pour les mêmes mots et il n'en n'est plus ou pas conscient.

- **La musique est dans « sa » tête**

On peut ainsi dire que si la musique est dans sa tête il peut s'en servir même si aucune source sonore ne lui en propose. De plus les musiciens savent aussi voir les notes ou les accords dans des combinaisons qui échappent complètement aux non musiciens. Les émotions qu'ils ressentent sont infiniment plus riches que celles des non musiciens mais elles sont beaucoup mieux maîtrisées que ce soit lorsqu'ils jouent eux-mêmes ou quand ils écoutent.

Voilà l'une des raisons pour lesquelles nous voudrions appareiller à partir de 15 dB de perte pour permettre au presbyacousique dont l'oreille est encore normale avec les aides auditives afin de « l'éduquer » le plus longtemps possible avant de devoir le « rééduquer » lorsque les pertes ne seront plus compensables par les appareils auditifs seuls.

Une fois encore nous pensons que l'éducation nationale doit offrir aux jeunes une éducation de ce qu'il est lui-même en même temps qu'il s'enrichit de ce qui l'entoure

- **Attention aux traumatismes sonores**

Nous profitons de ce chapitre pour rappeler que la musique surtout moderne mais aussi dans une moindre mesure classique, est source de traumatismes sonores. Que ce soit dans les concerts, les mariages, les fêtes, nous « poussons » les décibels bien au-delà du tolérable. Pourquoi comme le font beaucoup de musicien acheter des bouchons d'oreille alors qu'il suffirait de jouer un peu moins fort...

## **e. On construit son monde sonore, à chacun « son oreille »**

Il reste enfin à rappeler que si nous disposons d'une oreille à la naissance, notre audition sera le résultat de ce que nous aurons construit. Rien ne se fait spontanément, rien n'est donné comme aime à le répéter Jean-Louis Le Moigne.

Ceux qui se construisent une cabane sont bien moins bien logés que ceux qui se construisent une belle maison ou un château. Nous avons l'oreille que nous méritons. Comme pour tous nos « potentiels », il existe une période privilégiée pour travailler à bien construire son oreille. C'est la prime enfance. Tous les grands professionnels de la musique ont commencé leurs études musicales avant 5 ans et très rares sont ceux qui ont réussi en commençant après 10 ans.

Mais ces possibilités persistent toute la vie à un moindre degré mais tout à fait suffisant pour bien améliorer son audition. Nous avons basé notre travail avec les malentendants sur ces constatations.

L'imbrication des éléments que constituent l'Homme est un exemple de complexité que nous devons prendre en compte dans l'élaboration de nos études de thèse. Nous venons de voir qu'en effet, l'étude du système auditif ne peut se faire en dehors de tout autre système quel qu'il soit. Ainsi : perceptions, émotions, actions s'influencent en permanence, se modifient, s'enrichissent, dans un éternel processus. Cette manière de concevoir l'anatomophysiologie, dans et avec la complexité, nous permet d'aborder la problématique du lien entre audition et cognition comme un tout indissociable.

## Chapitre III : Analyse des besoins théoriques

Nous avons vu à travers les deux chapitres précédents que la cognition est le fruit de nos perceptions et qu'il était impossible de séparer le système auditif du système cognitif, dans la mesure où une audition déficiente prive l'accès à un certain nombre d'informations dont la cognition se nourrit. En complexité, il nous faut une équipe pour prendre en charge le presbycousique. Bien sûr, ce que nous venons de décrire est un objectif ponctuel qui doit être remis en situation pour prendre tout son sens, ce qui aura pour conséquence qu'aucune prise en charge dans une maladie aussi complexe ne peut être assurée par une seule personne et que le travail sera forcément un travail d'équipe autour du patient.

### 1. Privation sensorielle auditive et cognition

En pensant actuellement à l'absence de thérapeutique en ce qui concerne la Maladie d'Alzheimer, la préservation de la cognition par le maintien d'une bonne communication s'avère l'un des rares moyens d'en ralentir l'évolution. Si nous sommes convaincus grâce à notre expérience et aux études déjà publiées sur ce sujet qu'il existe une relation tout à fait naturelle entre audition et cognition, nous sommes incapables aujourd'hui d'affirmer que cette relation est liée à la détérioration de l'une ou de l'autre, si ce n'est des deux.

Les liens qui existent en effet entre vieillissement, audition et cognition sont connus depuis deux décennies (Baltes et al., 1997 ; Lindenberger et al., 1994). En 2001, Anstey et al., ont suggéré que l'âge avait d'une part un effet commun sur les fonctions cognitives et sensorielles, d'autre part des effets spécifiques respectivement sur les capacités cognitives et sur les capacités sensorielles, dont l'audition.

Mais les interactions sensori-cognitives ne s'arrêtent pas aux effets du vieillissement puisque nous avons vu que plusieurs études ont montré que la surdité liée à l'âge qu'est la presbycousie pouvait avoir des conséquences délétères sur la qualité de vie, sur l'humeur et sur les fonctions cognitives (Arlinger, 2003 ; Allen et al., 2003). L'idée d'une apparition possible de troubles cognitifs liés à une surdité apparaît aujourd'hui comme plausible surtout depuis l'étude AcouDem (Pouchain et al., 2007), et les études de Lin et al. (2011) et Gurgel et al. (2014).

AcouDem classait les patients qui ne percevaient pas la « voix normale » (correspondant à un niveau conversationnel) comme « sourds », ceux qui la percevaient comme « non sourds ». Nous l'avons mentionné précédemment, cette étude, menée en institution (maison de retraite, services de long séjour ou de convalescence) sur 319 sujets, a révélé que le risque relatif de développer des troubles cognitifs étaient de 2,48 chez les patients atteints de presbycousie entraînant une gêne sociale.

Ce résultat était pour nous plus qu'alarmant et induisait plusieurs questionnements :

- « Comment traiter les patients atteints de troubles cognitifs de type Alzheimer dont l'intervention thérapeutique repose principalement sur le maintien d'une communication efficiente s'ils sont sourds ? » ;

- « Comment pouvons-nous garantir la présence de troubles cognitifs sans s'assurer préalablement de l'absence de troubles auditifs ? » ;
- « Si les patients malentendants étaient appareillés, les troubles cognitifs diminueraient-ils ? ».

Ces questionnements supposent trois hypothèses :

- S'il est maintenant certain que les populations sourdes présentent davantage de troubles cognitifs que celles dont l'audition est normale, il est impossible de dire qui est le *primum movens* dans la dégradation conjointe des troubles auditifs et cognitifs.
- Si on pouvait améliorer l'audition, on aurait possiblement une action sur les troubles cognitifs en lien avec la surdité.
- Mais, est-il vraiment important de chercher à tout prix qui est à l'origine de quoi ? Si le lien est avéré, alors en guérissant les troubles cognitifs on aura une action sur l'audition, le sujet doit entendre mieux, de la même manière en guérissant les troubles auditifs, il ne devrait plus avoir de troubles cognitifs. Comme actuellement nous n'avons aucun moyen de faire quoi que ce soit sur la partie cognitive de notre sujet, mais que l'on dispose d'un traitement dont l'efficacité est prouvée pour la presbycousie (appareillage auditif), alors nous n'avons pas le choix, du point de vue éthique, il faut traiter la surdité et voir ensuite. C'est ce que nous tentons de démontrer dans l'étude FRéCAOP et que nos 64 malades nous permettent d'espérer.

Dans l'état actuel de la thérapeutique des pathologies neurodégénératives, nous n'avons comme porte d'entrée, que la possibilité d'agir sur l'audition en utilisant « ce qu'il reste du système auditif ». Les techniques de réhabilitation peuvent, nous le verrons dans la deuxième partie de cette thèse, vraiment améliorer la situation. Notre étude 1 de thèse avait notamment pour objet, d'évaluer si le port d'un appareillage auditif, pouvait préserver d'une dégradation cognitive.

## 2. Évaluation

Si la mise en place d'un appareillage auditif, qui est le seul traitement de la surdité utilisé actuellement, permet de redonner un niveau d'audition meilleur en rétablissant une certaine communication, l'amélioration de la prise en charge par l'adjonction d'une réhabilitation fonctionnelle permettrait d'espérer aller plus loin dans le rétablissement de cette cognition. Cette idée qui nous semblait de bon sens au début s'est vite transformée en une idée bien plus intéressante si l'on prend en compte l'**évolution** de la maladie presbycousique.

Cette évolution est rarement prise en considération aujourd'hui, non seulement par méconnaissance des stades évolutifs de la presbycousie mais également par ignorance des possibilités thérapeutiques qu'il faudrait imaginer, à commencer par son dépistage.

Le dépistage est **le** point de départ de toute prise en charge. Il est le facteur capital d'une prévention des troubles perceptivo-cognitifs consécutifs à une réduction des activités liée à une perte auditive (Pichora-Fuller, 2008). Compte tenu des caractéristiques de la presbycousie (sournoise, elle passe longtemps inaperçue aux yeux/oreilles du patient, de l'entourage et des professionnels), ce dépistage devrait être **systématique**. Mais, sauf à adresser tous les patients à l'ORL, aucune démarche de

dépistage n'existe à l'heure actuelle chez les personnes de plus de 50 ans. Plus grave encore, aucune raison d'initier une démarche de dépistage ne point dans l'esprit des Français. L'impasse réside principalement dans le fait que s'il n'existe pas de plainte ou de signe clinique manifeste, un audiogramme n'est pas justifié, ni justifiable auprès des patients qui ne se sentent pas concernés. L'image de la surdité correspond pour la plupart au fait d'être « sourd comme un pot ». Or, la presbycusie est beaucoup plus subtile : elle ne donne pas l'impression d'entendre moins, mais de comprendre moins... faute évidemment attribuée à l'entourage. Il faudra probablement du temps pour qu'une prise de conscience ait lieu, celle-ci étant largement permise par les informations que véhiculent les médecins généralistes ou gériatres lors de leurs consultations. S'ils sont les plus enclins à dépister une presbycusie chez leurs patients, ils ne savent cependant pas comment s'y prendre, ne pouvant conseiller un bilan ORL à une personne qui ne se soucie pas de son audition.

Aujourd'hui, lorsqu'on parle d'évaluation auditive, le seul examen qui vient à l'esprit des médecins généralistes et gériatres est l'audiogramme alors que pour la vue, ils pensent tout de suite aux échelles Monoyer et Parinaud. L'audiogramme étant hors de leur portée, pour des raisons matérielles et techniques, l'évaluation de l'acuité auditive est tout simplement ignorée lors des consultations. Mais comment faisaient nos prédécesseurs, spécialement les ORL, avant l'arrivée de l'audiométrie ?

Avant l'avènement de l'audiométrie tonale, un test était couramment utilisé en France pour détecter et mesurer une perte auditive chez tout patient : il s'agit de l'acoumétrie vocale. Cette acoumétrie, pratiquée à la voix, a été abandonnée car comparée à l'audiométrie, elle semblait approximative et variable d'un examinateur à l'autre, d'un patient à l'autre. Cependant, l'étude AcouDem utilisant l'acoumétrie vocale et l'étude de Lin utilisant l'audiométrie tonale, malgré les divergences méthodologiques, ont abouti aux mêmes conclusions. Bien que critiquée, l'acoumétrie vocale montrait par conséquent de manière indirecte une bonne valeur clinique. Partant de ces observations, nous pensions qu'il était utile de redonner ses lettres de noblesse à cet examen. À notre sens, l'acoumétrie vocale pouvait permettre non seulement de répondre aux besoins des médecins pour permettre d'initier un suivi, une prise en charge, mais aussi d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche auprès de patients dont l'examen audiométrique n'était pas réalisable.

En proposant un outil simple d'évaluation de l'acuité auditive aux médecins généralistes et gériatres, nous pouvons espérer un dépistage plus précoce, c'est-à-dire bien avant l'apparition de la gêne sociale. Maintenir une bonne communication dans et avec son environnement est la condition sine qua non au maintien cognitif, par la préservation d'une perception multisensorielle de qualité. Si les médecins parviennent à détecter le tout début d'une presbycusie, les risques d'échecs d'appareillage et d'apparition de troubles de communication, d'isolement, de dépression, de troubles cognitifs... se verront peut-être diminués.

Pour répondre à notre objectif de dépistage et d'évaluation des presbycusiques, nous avons ainsi mené trois études que nous exposerons au début de notre deuxième partie, évaluant ce même outil que constitue l'acoumétrie vocale. AcoumAudio I évaluera la valeur diagnostique du dépistage à voix chuchotée ; AcoumAudio II montrera la valeur diagnostique d'évaluation d'un degré de surdité, en particulier le stade subclinique de la presbycusie ; AcoumAudio III évaluera la possibilité de mesurer un gain auditif fonctionnel chez des patients malentendants porteurs d'aides auditives.

Si les techniques d'évaluation se révèlent satisfaisantes et à la portée de tout praticien, il sera possible d'espérer pouvoir débiter une prise en charge précoce de la presbycusie. Celle-ci suppose cependant

d'être capable en pratique d'offrir une audition satisfaisante aux presbycousiques, pour qui l'appareillage seul est aujourd'hui insuffisant.

### 3. Processus de prise en charge

Lors de notre Master II, nous avons montré que l'appareillage auditif n'était pas suffisant dans la réhabilitation des presbycousiques. Malgré les aides auditives, nous avons pu voir au cours de nos stages que ces patients se plaignaient toujours d'entendre mais de ne pas comprendre. Ce défaut de compréhension a été mis en exergue grâce à un test de phrases graves et de phrases aigües, nommé « Acoutest », que nous avons administré à des sujets presbycousiques appareillés, en comparaison à une population témoin normoentendante. Il s'est avéré que les sujets presbycousiques, malgré leurs aides auditives, continuaient à mal percevoir les phrases aigües (article en annexes). Ce résultat suppose que si l'appareillage est certes essentiel dans la réhabilitation d'une presbycousie, il n'est pas suffisant.

En termes de conséquences cognitives, un défaut d'entendement peut entraîner une surcharge cognitive due à une suppléance mentale des mots mal perçus de plus en plus importante. Cette suppléance mentale peut entraîner une fatigue attentionnelle, un découragement, une frustration lorsqu'elle fait défaut (un mot est pris pour un autre), voire un renoncement à la communication, assumé ou nié. Par défaut de compréhension et non-efficacité de la suppléance mentale dans le temps, la communication peut se trouver sévèrement altérée, entraînant souvent des conflits consécutifs aux « malentendus » divers. Le résultat de ces troubles de la communication est souvent le repli, rendant le malentendant encore un peu plus sourd puisqu'il se résigne petit à petit à tendre l'oreille, ce travail demandant trop d'efforts pour des interlocuteurs qui selon lui, n'en font aucun.

Alors que la réhabilitation dite « instrumentale » offerte par les aides auditives semble améliorer la situation du presbycousique au début de l'évolution et de cette réhabilitation, les bénéfices (s'ils ont été perçus) vont progressivement s'estomper en même temps que la presbycousie évoluera. Les difficultés rencontrées avant l'appareillage (pression de l'entourage, compréhension approximative de certains mots...) peuvent ainsi être majorées après mise en place. En pratique, le port des aides auditives, devrait, du point de vue de l'entourage, du patient et même des professionnels non spécialistes, apporter la solution aux troubles auditifs. Il n'en est rien puisque nous l'avons vu précédemment, l'appareillage ne peut avoir une action que sur les cellules sensorielles qui peuvent réagir à l'intensité délivrée dans les aides auditives. Pour les zones inertes de la cochlée ou pour les cellules en souffrance provoquant une sensation désagréable voire douloureuse quand elles sont trop fortement sollicitées, l'appareillage auditif n'est pas efficace. Il en résulte des difficultés de compréhension de la parole (rappelons que la majorité des traits pertinents pour la compréhension de la parole se situent dans les fréquences aigües), liées aux distorsions qui accompagnent souvent une perte auditive de type presbycousique.

La cognition étant le fruit de nos perceptions, si ces perceptions fournissent des messages incomplets, déformés ou défailants, l'Être ne saura qu'en faire. En revanche, si l'Être utilise tout son potentiel permis par la plasticité neuronale et la complexité qui le constituent, il est possible de faire d'une

forme sonore dénuée de sens (car trop loin de la forme sonore mémorisée), un message intelligible exploitable par la cognition (Veuillet et al., 2004).

Le presbyacousique doit apprendre à faire ce travail de rééducation des formes sonores non reconnues afin de compenser les « trous auditifs » qui émanent de sa surdité au fur et à mesure que celle-ci s'aggrave.

Si par ce travail combiné associant une réhabilitation instrumentale **et** fonctionnelle, le presbyacousique peut longtemps maintenir une communication et une qualité de vie satisfaisantes, nous pouvons espérer ralentir, peut-être éviter les troubles cognitifs de type Alzheimer liés à la surdité.

Ce dernier point a fait l'objet de notre étude 2 « FRÉCAOP » de thèse intitulée « Faisabilité d'une Réhabilitation Conjointe Audioprothétique et Orthophonique pour les Presbyacousiques ». Les résultats à six mois de cette étude seront présentés dans la deuxième partie.

Nous savons depuis 2007 qu'il existe une corrélation entre les troubles auditifs et les troubles cognitifs de type Alzheimer. Lorsque nous regardons le problème en complexité à partir des bases neuro-anatomo-physiologiques propres à l'être humain, il semble évident de considérer les systèmes auditif et cognitif comme indissociables. Puisque la presbyacousie et la maladie d'Alzheimer sont deux maladies neuro-dégénératives et qu'il n'existe aucun traitement prometteur pour le moment en ce qui concerne la maladie d'Alzheimer, nous avons pris la direction dans cette thèse d'imaginer espérer, grâce à une prise en charge des troubles auditifs, avoir un effet conjoint profitable à la cognition. Mais la prise en charge actuelle des patients presbyacousiques ne répond pas aux besoins de la maladie. Pour être efficace, la prise en charge de la presbyacousie doit être précoce, elle doit tenir compte de l'évolution de la perte auditive entraînant des déficits pour lesquels la suppléance instrumentale (aides auditives) n'est pas suffisante, et doit se poursuivre jusqu'à la mort. La deuxième partie de cette thèse vise à répondre, à travers nos travaux expérimentaux, à ces problématiques d'évaluation et de prise en charge.

**DEUXIEME PARTIE :**

**LES ETUDES**

## DEUXIÈME PARTIE : LES ÉTUDES

*« Au-dessus du sujet, au-delà de l'objet, la science moderne se fonde sur le projet.  
Dans la pensée scientifique, la méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet. »*  
*« Le Nouvel Esprit scientifique, Gaston Bachelard, éd. PUF, 1934, p. 15*

*« On a toujours cherché des explications quand c'étaient  
des représentations qu'on pouvait seulement essayer d'inventer ».*  
*P. Valéry, Cahiers I, (Ed. Pléiade I), 1933 p. 837.*

### Chapitre I : L'acoumétrie vocale comme outil d'évaluation (Études « AcoumAudio »)

Le travail de ces cinq dernières années (Master II, découverte du métier d'audioprothésiste, Doctorat en Neurosciences) nous permet aujourd'hui d'envisager sans qu'il s'agisse d'un vœu irréaliste une conception nouvelle d'une thérapeutique substitutive de la presbyacousie. Celle-ci vise à améliorer autant que possible l'audition du presbyacousique en tenant compte essentiellement de ses besoins mais également des pertes irrémédiables et irremplaçables qu'il va subir tout au long de l'évolution de sa maladie.

Nous avons cependant pris conscience de toutes les contraintes auxquelles nous devrions faire face pour résoudre les problèmes de cette maladie complexe. Son caractère sournois et son évolutivité sont deux des conditions essentielles à prendre en compte. Actuellement, ce qui pêche dans le traitement de la presbyacousie réside plus dans les moyens qui sont mis en œuvre pour tenter de la traiter, que dans les possibilités thérapeutiques dont nous disposons.

Tout concourt à rendre le presbyacousique plus sourd, plus malheureux, plus dépendant et plus écrasé par la somme des complications dont beaucoup -à commencer par le patient- ignorent qu'elles sont dues à la surdité. Par « rendre plus sourd », nous ne voulons pas parler d'une augmentation du seuil de perception mais d'une incapacité d'agir pour mieux entendre. Du dépistage au suivi à long terme, le constat actuel est qu'une minorité de presbyacousiques sont traités. Cette maladie liée au vieillissement ne devrait plus être considérée comme un phénomène naturel sans conséquence mais comme une véritable pathologie dont la grande majorité des Français seront atteints un jour. La société a tout intérêt à se préoccuper de son traitement plutôt qu'à l'ignorer, le banaliser ou l'abandonner.

Imaginer une nouvelle manière d'aborder la presbyacousie et son traitement, nous a conduits à rebâtir un système donnant au sourd toutes les possibilités de mieux compenser son déficit.

Nous présenterons ainsi l'élaboration de cette proposition de prise en charge de la presbycousie qui a consisté à créer les outils, les situations, les moyens humains et techniques, les attitudes et les comportements à adopter pour que le sourd, à la personnalité très particulière, trouve son compte, un compte qu'il ne trouve pas aujourd'hui.

Cinq études ont été menées pour ce doctorat. Les trois premières constituent un triptyque appelé « AcoumAudio ». Ce triptyque que nous présenterons dans ce premier chapitre suivant porte sur l'évaluation d'un test appelé « Acoumétrie Vocale ». Cet examen consiste à étudier l'audition à partir de différents niveaux de voix. Nous verrons que l'évaluation scientifique de cet outil nous a autorisés à concevoir la surdité de façon beaucoup plus pragmatique, nous semble-t-il, qu'avec le seul usage des examens habituellement pratiqués tels que l'audiométrie tonale et l'audiométrie vocale qui restent néanmoins la référence universelle.

## **1. Notions préliminaires**

### **a. Qu'est ce qu'un seuil d'audition et quel est son intérêt ?**

Le seuil d'audition est le niveau de volume sonore nécessaire à une perception pour être perçue par le sujet (Meyer-Bisch, 2005). Toute l'audiométrie repose sur la recherche de seuil à l'aide de sons purs en utilisant la voie aérienne (casque ou champ libre) ou la voie osseuse (vibreux). Il a été facile d'en déduire un certain nombre de règles pratiques pour juger le niveau de perception du volume sonore. Il n'en reste pas moins très artificiel car il va varier au cours de la vie de -20dB à +30 voire 40 à la toute fin de l'existence (Lee et al., 2005). Avec des abaques, le problème est réglé. En revanche, lorsqu'il va s'agir d'interpréter ces dB d'intensités en fonction des fréquences, il est beaucoup plus difficile de déterminer ce qu'on appelle la zone conversationnelle d'un audiogramme, c'est-à-dire la zone du champ auditif véritablement utile pour participer pleinement à une conversation habituelle. Le champ auditif variera d'un sujet à l'autre, dépendra de sa culture, de son attention, de l'intérêt qu'il porte à la conversation, des conditions physiques dans lesquelles il se trouve, des émotions qui l'étreignent...

### **b. Qu'entendons-nous par « seuil de compréhension » ?**

Tout d'abord : existe-t-il un seuil de compréhension ? À notre avis, il n'existe que dans la mesure où on ne lui demande pas la rigueur d'un chiffre. Il va s'agir d'une « zone », d'un « moment », d'un « niveau » où l'essentiel d'une conversation (car il s'agit de paroles) est compris sans difficulté. Ce seuil de compréhension n'est jamais recherché dans la vie courante, on se contente de liste de mots en audiométrie vocale, voire de quelques phrases pour assurer que le sujet a compris. C'est ce seuil que nous utilisons dans AcoumAudio et que nous définissons avec notre test d'acoumétrie à partir de huit phrases de la vie quotidienne en affirmant que si six de ces huit phrases sont comprises, le niveau de voix auquel ces phrases sont comprises est considéré comme le seuil de compréhension.

Le fait que ce seuil soit « flou » peut être corrigé si l'on procède à la création d'un score composite pondéré. C'est le principe que nous appliquons à l'acoumétrie et qui nous donne la possibilité de manipuler des chiffres qui correspondent à un état physiologique naturel et qui remplit donc à la fois la fonction du chercheur statisticien et la fonction du médecin qui recherche la réalité de son malade.

### c. Qu'est-ce qu'une « perte moyenne auditive » ?

Pour éviter de se perdre dans une foule de chiffres qui se succèdent et pour avoir une idée de la perte comme si on comptait des billets de banque, il est très simple d'utiliser les fréquences les plus sensibles, c'est-à-dire 500, 1 000, 2 000, 4 000 Hz, de faire une moyenne et de dire que la perte équivaut à ce chiffre moyen. Pour donner une approximation au patient, au médecin généraliste, cette moyenne est tout à fait satisfaisante. En revanche, elle devient critiquable si on l'utilise dans une recherche scientifique ou pour régler un appareillage.

En effet, une perte de 43,75dB peut être due à une perte de 25+35+45+70 ou de 43+43+43+46 (= 43,75dB), qui sont 2 surdités complètement différentes aussi bien pour le sujet qui en est atteint, que pour l'audioprothésiste qui doit régler les appareils, que pour le médecin qui doit conseiller, et que pour l'orthophoniste dont le travail sera complètement différent dans un cas où dans l'autre. En effet, la première est une presbyacousie moyenne qui nécessitera une grosse rééducation pour faire entendre les aigus manquants et un réglage difficile pour l'audioprothésiste. En revanche, la deuxième guérira simplement en augmentant le volume de la radio ou avec un appareillage facile à régler. C'est pour cela que nous lui préférons le calcul pondéré de la perte auditive sur les quatre fréquences (2x500Hz + 4x1000Hz + 3x2000Hz + 4000Hz) et surtout l'usage de l'acoumétrie vocale.

### d. Comment classer les surdités ?

Deux surdités s'opposent : les surdités de transmission et les surdités de perception. Pour une surdité de transmission qui ne comporte aucune distorsion, les calculs portant sur l'intensité seuls peuvent suffire. Augmenter le volume changera à peine les qualités de fréquences et de timbre des sons. En revanche, lorsqu'il existe des distorsions, ce qui est le cas des surdités de perception d'origine endocochléaire, comme la presbyacousie, cette manière de procéder ne résout pas les problèmes. On pourra mettre à niveau certaines fréquences et pourtant avoir un mauvais résultat parce qu'il n'aura pas été possible d'améliorer les autres. Il s'agit de surdités qui sont propres à chaque presbyacousique et qui réclament de la part de l'audioprothésiste une grande connaissance de la manière dont fonctionne l'oreille pour capter les sons. De même l'orthophoniste se basera sur les doléances du patient sourd et de son aidant beaucoup plus que sur le résultat des examens audiométriques. L'acoumétrie ne se laisse pas abuser par les chiffres et renseigne de manière beaucoup plus intégrée puisque l'on utilise la voix, et que cette voix est comprise ou non sans avoir aucune idée ni de la fréquence ni de l'intensité précise des sons proposés.

Les classifications faites sur l'audiométrie sont généralement artificielles et du point de vue thérapeutique n'aident pas beaucoup. En revanche, la classification physiologique qu'apporte l'acoumétrie permet de situer où se trouve l'audition du presbyacousique modifiant le comportement

de l'orthophoniste et de l'audioprothésiste en rapport avec les pertes constatées. Nous avons pu décrire les trois stades évolutifs de la presbyacousie grâce à l'acoumétrie. Cette classification n'apparaît pas dans les classifications classiques faites à l'aide des décibels de perte auditive.

Rappelons que le décibel est une unité logarithmique et que la presbyacousie porte initialement sur toutes les fréquences aigües, gagnant les fréquences moyennes ultérieurement. Or, l'audiogramme n'utilisant dans le calcul de la perte tonale moyenne que 4 échantillons de fréquence : 500, 1 000, 2 000, 4 000 Hz, alors que seules les fréquences 2 000 et 4 000 Hz sont à considérer comme aigües ; il faut par conséquent, si nous nous référons à la classification habituelle considérant une hypoacousie légère à partir de 21dB de perte moyenne, que la presbyacousie soit déjà très marquée sur les aigus.

## 2. AcoumAudio I : dépistage

### a. Introduction

Les sujets âgés presbyacousiques qui ne bénéficient pas du traitement palliatif qui peut compenser ce type de surdité sont nombreux (Roth et al., 2011). Parmi les causes de ce décalage entre les soins disponibles et leur utilisation, l'une des plus importantes est l'absence de dépistage.

En Europe et particulièrement en France, le dépistage de la presbyacousie lors des consultations de médecine générale et gériatrique ne fait pas partie des pratiques courantes (Li-Korotky, 2012). Seule l'audiométrie tonale, qui ne peut être pratiquée que par un ORL, permet de diagnostiquer une presbyacousie. Cependant, cet examen réclame des conditions matérielles et techniques qu'il est impossible de réunir dans un cabinet de médecine générale, gériatrique ou en EHPAD (Kryter, 1998).

Sans évaluation auditive régulière, c'est lorsque la perte auditive est déjà avancée qu'un examen ORL est demandé. Il l'est en général par la famille, parfois par le médecin généraliste ou le gériatre, et plus rarement par le patient lui-même, car la presbyacousie fait qu'il ne se rend pas compte de son handicap auditif (Pacala et al., 2012).

Compte tenu des complications potentielles de la presbyacousie non traitée, il est essentiel qu'un traitement palliatif précoce soit proposé (Arlinger, 2003 ; Pouchain et al., 2007 ; Lin et al., 2011). Cela n'est possible que si le dépistage est systématique et précoce.

Dans ce contexte, l'acoumétrie vocale nous a paru être l'outil clinique idéal du dépistage. Cependant, il lui est couramment reproché de ne pas être assez fiable car elle serait trop examinatrice dépendante, évaluerait surtout la perception d'intensités moyennes et faibles, et ne fournirait que des approximations ne permettant pas de conclure sur le type et la sévérité de la dégradation auditive (Mulrow, 1991). De plus, depuis l'avènement de l'audiométrie, l'acoumétrie vocale n'intéresserait plus le monde de l'audition, au point de ne plus être enseignée (Yueh et al., 2007 ; Rintelmann, 1991). Pour comprendre les raisons de son abandon, et éventuellement faire machine arrière, il était utile de comparer les performances de l'acoumétrie à celles de l'audiométrie.

L'audiométrie permet de chiffrer précisément l'acuité auditive, de donner des réponses précises sur le seuil d'audition pour chaque fréquence testée et le type de surdité. Ces données quantitatives sont illustrées par des courbes caractéristiques de chaque pathologie, ce qui permet de comparer les résultats d'un examen à l'autre, d'un patient à l'autre, et d'une oreille à l'autre. L'acoumétrie vocale n'a pas la même précision, mais elle a une grande valeur clinique (Legent et al., 1998 et 2012 ; Yueh et al., 2007). Ce test permet de distinguer les personnes ayant un manque de compréhension lié à un défaut de perception des fréquences aigües caractéristique de la presbycousie (Swan et al., 1985).

Sans contester la valeur diagnostique de l'audiogramme, la lourdeur de sa procédure et son interprétation délicate l'ont rendu « ORL dépendant », le matériel et les conditions requises d'utilisation créent une dépense non négligeable (ASHA, 2012 ; Walling et al., 2012). De plus, certains patients en sont exclus comme les sujets difficilement transportables, les sujets admis en réanimation ou en orthopédie puis en maison de convalescence, les sujets fatigués, et certains sujets âgés handicapés.

Tout vient donc concourir à manquer le dépistage précoce indispensable au traitement de la presbycousie. De plus, l'état d'esprit actuel de la majorité des Français est de penser que l'audition n'a pas grande importance, qu'une perte auditive à un certain âge est tout à fait normale et bénigne et que le traitement de cette perte « ne vaut pas le coup ». Ne connaissant pas les conséquences de la presbycousie et refusant malgré les publicités – éthiquement discutables -, de dépenser le moindre argent, les aides auditives leur paraissent plus une gêne qu'un traitement utile.

Si certains médecins, gériatres ou généralistes semblent depuis quelques années s'intéresser un peu plus à l'audition de leurs patients, ils sont toutefois démunis lorsqu'il s'agit de décider d'adresser leurs patients à un ORL, d'autant plus que d'une manière générale, le patient s'est souvent vu dire par l'ORL qu'il n'était pas assez sourd pour être appareillé ! Les conséquences d'une presbycousie non traitée sont encore peu ou mal connues du grand public, et alors que la prise de conscience individuelle commence seulement à émerger chez quelques-uns, l'inconscience collective demeure.

D'autre part, sans plainte du patient, les médecins ne pensent pas à évaluer l'acuité auditive car la presbycousie ne se ressent pas, ne se voit pas et ne présente pas de symptômes à son début. Pour garantir les meilleures chances de réhabilitation, il est souhaitable de disposer d'un examen clinique qui le permette. Avant la réutilisation de l'acoumétrie vocale, cet examen n'existait plus en France aujourd'hui.

En Angleterre les médecins sont habitués à pratiquer un vieil examen qui n'est plus utilisé en France depuis l'avènement de l'audiométrie : l'acoumétrie (Eekhof, 1996). Il se fait au diapason ou à la voix et prend plus d'un quart d'heure vingt minutes pour connaître assez bien l'audition. Mais cet examen est réputé peu fiable, examinateur dépendant et variable d'un patient à l'autre (Zexker et al., 2013).

Le fait que la presbycousie soit si peu traitée en France comparé au nombre de personnes potentiellement atteinte de la maladie est principalement lié à cette absence de dépistage. Il n'existe pas de dispositif systématique d'évaluation des troubles auditifs comme il existe par exemple un dépistage du cancer du sein tous les deux ans chez les femmes à partir de 50 ans. En dehors d'un certain cadre (notamment en médecine du travail pour les salariés exposés au bruit), le dépistage auditif n'est donc pas systématique. Il est proposé systématiquement pour les nouveau-nés, mais il est loin d'être mis en place pour les personnes âgées.

Dans le cas d'une surdité brusque chez l'adulte, le changement de perception est tel que le patient est capable lui-même de s'inquiéter de son audition. Mais dans le cas d'une presbyacousie, l'évolution progressive de l'atteinte auditive ne permet en rien d'alerter ni le patient, ni l'entourage, ni les médecins de l'installation de cette maladie. Il s'agit, pendant toute la première partie de son évolution, d'une maladie « silencieuse ».

Difficile alors lorsqu'aucune plainte du patient ni aucune manifestation clinique ne « met la puce à l'oreille... » de penser à évaluer l'audition de son patient. Difficile aussi de justifier devant un patient qui ne se plaint de rien de consulter un ORL lorsque les troubles ne sont pas évidents. Enfin, difficile de convaincre le patient qu'il a tout intérêt à s'appareiller tôt lorsque beaucoup rapportent que les aides auditives ne valent rien. Sans outil pour affirmer que le patient présente une altération auditive, aucun argumentaire ne peut être avancé par les médecins de villes ou d'EHPAD.

Il est utile, au-delà du manque de moyens des médecins généralistes ou médecins gériatres quant au dépistage de la presbyacousie, de comprendre que cette absence de dépistage révèle un certain nombre de problèmes directement liés au côté sournois de cette maladie presbyacousique et aux idées reçues sur la surdité.

Si le handicap n'est pas visible, qu'il ne se manifeste pas par des demandes de répétitions, ou par la présence d'aides auditives, la plupart des non spécialistes de cette maladie ne diront jamais que la personne est sourde. Pour beaucoup, « être sourd », c'est « être sourd comme un pot », c'est-à-dire, ne rien entendre du tout, ce qui situerait la surdité à un niveau sévère ou profond. Or, la presbyacousie évolue rarement vers une surdité profonde, à moins de vivre jusqu'à cent ans et plus, d'être atteint d'une presbyacousie précoce, ou d'une forme d'évolution rapide, ce qui ne représente qu'un faible pourcentage aujourd'hui (Bouccara, 2011).

En soi le fait d'avoir manqué le début est préjudiciable au traitement palliatif mais il y a plus grave, malgré l'évidence et même quand la famille s'en rend compte et insiste auprès du patient, il n'est toujours pas convaincu qu'il doit consulter. Même lorsque le patient a vu son généraliste et que ce dernier l'envoie chez l'ORL, il reste souvent indécis et demande à réfléchir reculant encore les soins. Ce type de patients représente la grande majorité des presbyacousiques.

Il y a aussi ceux qui vont voir l'audioprothésiste convaincu par une publicité qu'il suffit de sourire pour ne plus être sourd. Peu seront capables de garder les appareils quand ils vont se rendre compte des contraintes et du travail qu'il faut accepter au vu des bénéfices qu'ils ne semblent pas avoir et ils abandonnent leurs appareils au fond d'un tiroir (Kochkin, 2000).

Il reste très peu de patients qui trouvent seul ou avec l'aide de leur audioprothésiste le moyen de tirer parti de leurs aides auditives et qui en profitent. Mais très rares sont ceux qui ont réussi à retrouver pendant des années une audition normale avec seulement deux aides auditives correctement réglées et suivies. Ces gens-là sont des musiciens ou des personnes qui ont appris à se servir de l'audition qu'ils se sont créée depuis l'enfance avec un travail acharné. C'est le cas par exemple des « oreilles d'or » que l'on rencontre chez les sous-marinières.

## b. Méthode

Avant de commencer nos études, nous avons décrit 5 niveaux de voix possibles : la voix chuchotée émise sans vibration des cordes vocales, la voix basse c'est-à-dire une voix faible mais avec vocalisation, la voix normale (voix utilisée habituellement en situation conversationnelle), la voix forte (voix projetée), et la voix criée (voix plus intense engageant tout le corps). Les classifications du BIAP et du WHO décrivent pour chaque classe de surdité quel niveau de voix peut être perçu mais les types de voix ne sont pas tout à fait décrits à l'identique (BIAP, 1997 ; WHO, 2014). Nous avons mesuré à quels seuils pouvaient correspondre les 5 niveaux de voix que nous avons choisi d'utiliser dans notre étude AcoumAudio grâce à un sonomètre que nous avons placé à 1 mètre d'un examinateur entraîné à chaque type de voix en cabine insonorisée. Le niveau moyen pour la voix chuchotée était de 40 dBA, 60 dBA pour la voix basse, 70 dBA pour la voix normale, 80 dBA pour la voix forte et 90 dBA pour la voix criée (International Organization for Standardization, 2000).

Pour les trois volets de cette étude, nous avons choisi des critères spécifiques à notre population âgée, en tenant compte de la physiologie de l'audition et des conditions de passation. Cette étude AcoumAudio est avant tout une étude de recherche clinique dont l'objectif est son utilisation future en pratique courante. Il est vrai que les locaux calmes des médecins généralistes de ville ou en EHPAD n'ont pas tous la distance de 6 mètres que recommandait Lafon pour le dépistage. De plus, il faut considérer qu'après 60 ans, la plupart des sujets ont une altération de l'audition aussi minime qu'elle soit, due à la presbycusie qui s'installe. Un test effectué à une trop grande distance n'aurait plus été capable de distinguer deux groupes de sujets : ceux ayant une audition dite « normale pour l'âge » et ceux avec une surdité potentielle (Stenklev et al., 2004). Nous verrons que cela n'enlève rien à l'exigence du test. La distance que nous avons déterminée était de 3 mètres entre le patient et l'examineur.

La méthode d'acoumétrie vocale que nous avons suivie était la suivante : l'examineur se plaçait à 3 mètres du patient, cachait ses lèvres par une feuille de papier pour éviter la lecture labiale et énoncer à des niveaux de voix croissants, des questions de la vie quotidienne (exemple : « Quel âge avez-vous ? » « Voyez-vous souvent le médecin ? », « Aimez-vous le théâtre ? », « Qu'avez-vous mangé hier soir ? » etc.). Il commençait par poser la première question à voix chuchotée (sans vibration des cordes vocales) puis si le patient n'entendait pas, il augmentait sa voix jusqu'à la voix criée. Il recommençait ainsi pour les 7 autres questions. À la fin de l'examen, le résultat indiquait le nombre de phrases perçues au niveau de voix entendu par le patient.

Pour pouvoir traiter les données de notre étude, les résultats obtenus à l'AcouV ont été traduits en Score Composite Pondéré (SCP), avec l'attribution d'un nombre de points croissant avec le niveau de voix : voix chuchotée = 1 point ; voix basse = 2 points ; voix normale = 3 points ; voix forte = 4 points ; voix criée = 5 points. Les scores s'étendaient de 8 à 40 points. Par exemple un patient ayant compris 4 questions à voix basse et 4 à voix normale obtenait un score composite de 20 points sur 40  $[(4 \times 2) + (4 \times 3)]$ .

Cependant, pour donner un résultat plus facilement appréciable par tous praticiens, non forcément initié à ce calcul de score pondéré, nous notions également le nombre de phrases entendues pour le ou les niveaux de voix obtenus : 4B4N pour notre exemple.

Cette manière de noter permet en même temps de vérifier si l'examen a été administré correctement. Un examen qui montrerait un écart de plus de 2 niveaux de voix perçus à l'acoumétrie vocale est en effet susceptible d'être lié à une faute technique. Il serait illogique qu'un patient obtienne par exemple 4 voix chuchotées et 4 voix fortes.

De même, si un patient entend 2 phrases à voix chuchotée, 3 à voix basse et 3 à voix normale, on peut s'interroger sur la qualité de la passation de l'examen, l'émission de la voix basse et de la voix normale n'étaient probablement pas distinctes. Il faut en tenir compte et l'examineur doit pouvoir prendre conscience de sa propre voix tout en sachant qu'elle peut être différente en cas de fatigue par exemple. En règle générale quelques sessions d'entraînement suffisent, à condition de pratiquer cet examen régulièrement. La vérification du non dépassement de 2 voix différentes à l'acoumétrie vocale est un moyen d' « autocontrôle » de l'examineur.

- **Sujets**

L'étude a été réalisée chez 207 sujets institutionnalisés âgés de 60 au moins. Tous les participants ont donné leur consentement éclairé et écrit.

- **Analyses**

Dans un premier temps, l'évaluation a porté sur la valeur informationnelle du test à voix chuchotée et à sa capacité à repérer une altération auditive. Le seuil acoumétrique déterminant l'absence de trouble auditif a été fixé à 75% de phrases comprises à voix chuchotée (soit, 6 phrases sur 8 au premier niveau de voix).

Les résultats de l'AcouV1 ont été comparés à ceux de l'AudioT1, avec un seuil tonal de référence de 21dB HL pour la définition d'une déficience auditive, afin de mesurer la sensibilité et la spécificité de l'acoumétrie vocale (Yueh et al., 2003). Les valeurs prédictives positive et négative ont également été calculées.

Une analyse similaire a ensuite été réalisée en modifiant le seuil tonal de référence, soit à 15dB HL (correspondant à une audition subnormale), soit à 30dB HL (correspondant à une surdité dite appareillable).

Dans un second temps, une analyse de corrélation a été effectuée sur les résultats globaux de l'acoumétrie vocale (en score composite pondéré) et ceux de l'audiométrie tonale (perte tonale moyenne bilatérale en dB HL sur les fréquences 0,5, 1, 2 et 4 kHz) à l'aide du coefficient de corrélation de Pearson (Pearson Product Moment Correlation).

Enfin, pour évaluer la reproductibilité inter-examineurs, les différences intra-individuelles entre l'AcouV1 versus l'AcouV2 et l'AudioT1 versus l'AudioT2 ont été comparées à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon.

## c. Résultats

Les caractéristiques principales de la population âgée institutionnalisée de cette étude étaient les suivantes (Tableau 1).

**Tableau 2 - Caractéristiques démographiques des participants (AcoumAudio I et II)**

Sujets âgés institutionnalisés		Hommes	Femmes	Total
<b>Effectif</b>		65 (31,4%)	142 (68,6%)	207
<b>Age</b> : moy, DS		83,26 ± 8,9	85,53 ± 7,1	84,82 ± 7,74
<b>Niveau d'éducation</b>	< certificat d'études	10 (15%)	23 (16,2%)	33 (15,9%)
	certificat d'études acquis	27 (41,5%)	70 (49,3%)	97 (46,9%)
	études secondaires	22 (33,8%)	42 (29,6%)	64 (30,9%)
	études universitaires	6 (9,2%)	7 (4,9%)	13 (6,3%)
<b>Niveau de perte auditive</b>	audition normale ou subnormale (≤20dB)	9 (13,8%)	15 (10,6%)	24 (11,6%)
	surdité légère (21-40dB)	18 (27,7%)	42 (29,6%)	60 (28,9%)
	surdité moyenne (41-70dB)	36 (55,4%)	83 (58,5%)	119 (57,5%)
	surdité sévère (71-90dB)	2 (3%)	1 (0,7%)	3 (1,4%)
	surdité profonde (≥91dB)	0(0%)	1 (0,7%)	1(0,5%)

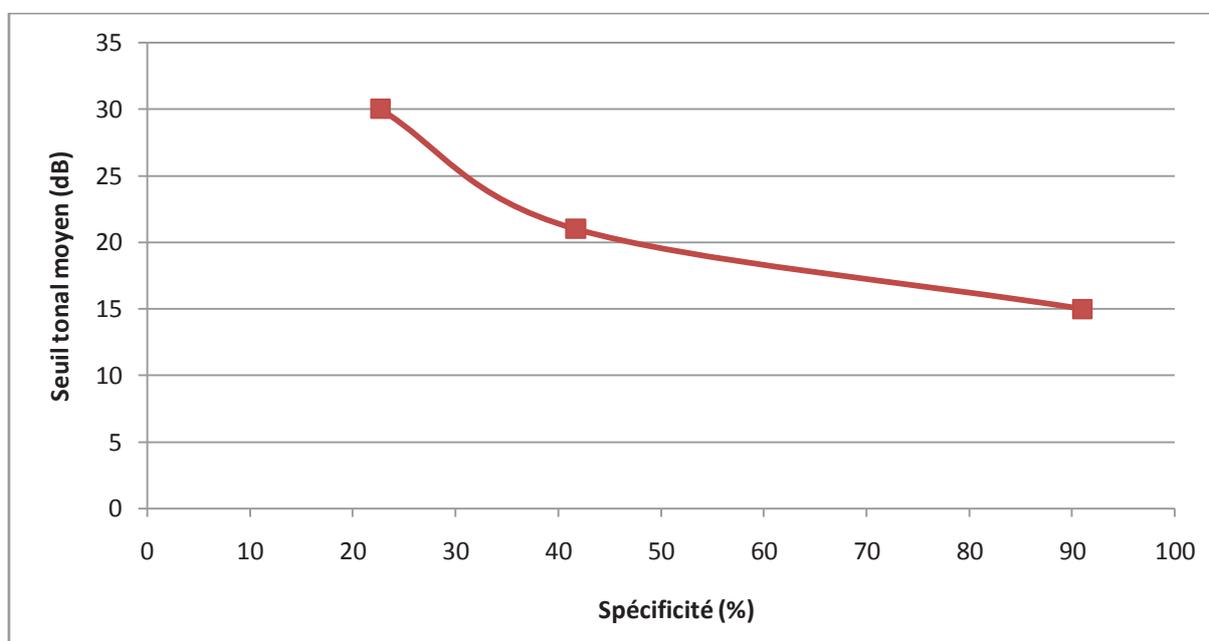
88% des sujets testés ont une altération auditive. Pour 57,5% d'entre eux, cette surdité est moyenne, c'est-à-dire comprise entre 41 et 70dB HL (perte tonale bilatérale moyenne sur les fréquences 0,5, 1, 2, et 4KHz).

Le tableau 2 présente la valeur informationnelle (intrinsèque et extrinsèque) de l'AV à voix chuchotée pour les différentes valeurs de seuils :

**Tableau 3 - Valeur informationnelle de l'acoumétrie vocale à voix chuchotée versus audiométrie tonale chez les 207 sujets âgés institutionnalisés**

SEUILS		AT	AT	Sen	Spe	VPP	VPN	Prev
		pathologique	normale					
<b>STM* <math>\geq</math> 21 dB HL</b> <b>SVC** <math>&lt;</math> 75%</b>	<b>AV pathologique</b>	183	14	100%	41,7%	92,89%	100%	88,41%
	<b>AV normale</b>	0	10					
<b>STM <math>\geq</math> 15 dB HL</b> <b>SVC <math>&lt;</math> 75%</b>	<b>AV pathologique</b>	196	1	100%	91%	99,5%	100%	94,7%
	<b>AV normale</b>	0	10					
<b>STM <math>\geq</math> 30 dB HL</b> <b>SVC <math>&lt;</math> 75%</b>	<b>AV pathologique</b>	163	34	100%	22,7%	82,7%	100%	78,7%
	<b>AV normale</b>	0	10					

Au total, quelque soit le seuil de référence audiométrique choisi, ces résultats montrent une bonne capacité du test acoumétrique à voix chuchotée à dépister une altération de l'audition. La spécificité décroît cependant au fur et à mesure que le seuil augmente (Figure 7).



**Figure 7 - Spécificité de l'acoumétrie vocale à voix chuchotée en fonction du seuil tonal moyen**

## d. Conclusion

Cette étude (cf. Annexes) montre que, comparativement à l'audiométrie, l'acoumétrie vocale à voix chuchotée est un examen de dépistage sensible, spécifique et reproductible qui répond aux besoins des médecins généralistes et gériatres pour dépister une perte auditive chez les patients âgés de plus de 60 ans institutionnalisés.

AcoumAudio I montre que les préjugés vis-à-vis de l'acoumétrie sont sans fondement et que son utilisation a une valeur indéniable en termes de dépistage. L'audiométrie tonale à laquelle il était reproché de n'évaluer que des sons purs sans refléter l'audition fonctionnelle retrouve toute sa valeur diagnostique si elle fait suite à l'acoumétrie, qui devrait être systématique après 50 ans.

L'acoumétrie vocale et l'audiométrie tonale sont donc complémentaires, aussi valides l'une que l'autre dans leur domaine. AcoumAudio I montre de manière robuste que l'acoumétrie vocale est fiable pour dépister l'hypoacousie du sujet âgé. Les deux autres études AcoumAudio (II et III) s'attacheront à démontrer que l'acoumétrie vocale est un outil susceptible de suivre l'évolution de l'acuité auditive d'un patient presbycousique qu'il soit appareillé ou non, et/ou rééduqué ou non.

## 3. AcoumAudio II : classification des surdités

### a. Introduction

Cette fois-ci c'est toute la technique de l'acoumétrie telle que le GRAP*santé* propose que nous allons étudier pour cette AcoumAudio II.

La presbycousie est une maladie évolutive qui touche la quasi-totalité des personnes âgées (Gussekkloo et al., 2003 ; Abyad, 2004). Selon le moment de la vie où l'examen auditif est réalisé, nous avons vu que nous pouvons distinguer trois stades correspondant à l'évolution de la maladie : un stade infraclinique (stade 1), un stade de retentissement social (stade 2) et un stade d'isolement (stade 3) (Bouccara et al., 2011).

Le premier stade passe généralement inaperçu alors qu'il offre toutes les chances au patient de retrouver une audition normale grâce au port de deux aides auditives (traitement habituel) (Gates et al., 2005 ; Fausti et al., 2005). Cette phase est une période idéale pour comprendre comment travailler son oreille lorsque la surdité va s'aggraver, grâce à une rééducation dite « audio-verbale » (Humes et al., 2004 et 2013 ; Denni-Krichel et al., 2011). Cette préparation est importante dans la presbycousie car cette surdité neurosensorielle évolutive entraîne des distorsions à l'origine de troubles de compréhension qui ne sont pas compensables avec les aides auditives seules (Sommers et al., 2011 ; Leusie et al., 2011). Au stade 2, si le patient n'a pas été préparé à compenser ces déficits, une récupération ad integrum sera beaucoup plus difficile à obtenir. Quant au stade 3, les récupérations possibles seront faibles et ne pourront effacer le handicap.

Actuellement, la recherche d'un niveau de perte auditive est pratiquée en France par le médecin ORL. Souvent, cette consultation ORL est prescrite par le médecin généraliste ou gériatre de manière tardive, lorsqu'une gêne sociale est perceptible (c'est-à-dire au stade 2). Cette gêne sociale apparaît au moment où le patient ne comprend plus correctement à un niveau de voix conversationnel habituel (Pouchain et al., 2007). Si le stade infraclinique n'est pas recherché en consultation c'est principalement parce que les médecins gériatres et généralistes pensent ne pas disposer du matériel nécessaire pour le faire (Bogardus et al., 2003).

La simplicité d'utilisation de l'acoumétrie vocale nous a poussé à étudier la capacité de cette examen à repérer le précieux stade subclinique qui permettrait d'anticiper toutes les complications que peut causer la presbyacousie allant des troubles liés au déficit des aigus de quelque nature qu'ils soient (inadaptation à la nouvelle sonorité procurée par les aides auditives, troubles de la compréhension...) jusqu'aux troubles cognitifs.

Ce stade infraclinique correspondait pour nous à un stade bien antérieur à la gêne sociale. Alors que la gêne sociale apparaissait lorsque le patient n'entendait plus la voix normale, pour le stade infraclinique, c'est dès que la voix chuchotée n'est plus perçue que le traitement devrait être envisagé pour maximiser les chances d'une réhabilitation efficiente le plus rapidement et le plus longtemps possible.

## **b. Méthode**

L'audiométrie est l'examen de référence que nous avons fait passer à tous les sujets (aussi bien âgés que jeunes) pour confirmer notre diagnostic d'absence ou de présence d'hypoacousie fait à partir de l'acoumétrie à voix chuchotée.

Aussi bien pour AcoumAudio I que pour AcoumAudio II, tous les sujets ont passé une acoumétrie et une audiométrie par deux examinateurs. Puis ces examens ont été doublés par deux autres examinateurs afin d'évaluer leur reproductibilité. 207 sujets au total ont été inclus. Pour obtenir ce nombre important de sujets en un minimum de temps - puisque cette étude n'était à l'origine pas prévue dans notre calendrier de thèse- nous avons demandé à 10 examinateurs formés et compétents aux deux examens de participer à l'inclusion des sujets.

Sur le même principe que pour l'étude 1, nous avons visité 20 EHPAD différents afin d'obtenir un nombre de patients suffisant qui accepteraient de passer les tests.

Nous avons d'abord vérifié s'il existait bien une corrélation entre les résultats de l'acoumétrie vocale à 5 niveaux de voix (en score composite pondéré) et ceux de l'audiométrie tonale (seuil tonal moyen en dB HL). Une analyse sur la reproductibilité inter-examinateurs a également été menée afin de vérifier la qualité de l'examen lorsque les examinateurs étaient formés.

L'analyse comparative des résultats a ensuite été menée de manière bidirectionnelle.

Dans un premier temps, les résultats de l'audiométrie tonale ont été comparés aux 5 classes acoumétriques, correspondant aux 5 niveaux de voix suivants, traduits en Score Composite Pondéré (SCP) :

- Voix chuchotée : [8-10]
- Voix basse : [11-18]
- Voix normale : [19-26]
- Voix forte : [27-34]
- Voix criée : [35-40]

Dans un second temps, afin de vérifier la cohérence des résultats avec les classes audiométriques habituelles de surdités, les résultats de l'acoumétrie vocale ont été comparés aux niveaux de surdités déterminés par la classification du Bureau International d'Audiophonologie (BIAP, 1997) en dB HL. La surdité profonde et la cophose qui ne concernaient pas cette étude sur la presbyacousie ont été exclues. La classification de référence comprend donc 4 niveaux de surdités établies par les résultats de l'audiométrie tonale, exprimés en Seuil Tonal Moyen (STM).

- Audition normale ou subnormale : 0 à 20 dB HL
- Déficience auditive légère : 21 à 40 dB HL
- Déficience auditive moyenne : 41 à 70 dB HL
- Déficience auditive sévère : 71 à 90 dB HL

Pour les deux approches, la correspondance entre les résultats des deux examens a fait l'objet d'une analyse descriptive des données (médiane, et valeurs extrêmes).

### **c. Résultats**

Les caractéristiques principales de la population de cette étude sont présentées dans l'étude AcoumAudio I (cf. tableau 1). L'âge moyen des 207 sujets testés (65 hommes et 142 femmes) était de 85 ans. Les résultats montrent que 88% des sujets testés avaient une altération de l'audition.

Ci-après, une représentation de la population étudiée (figure 8).

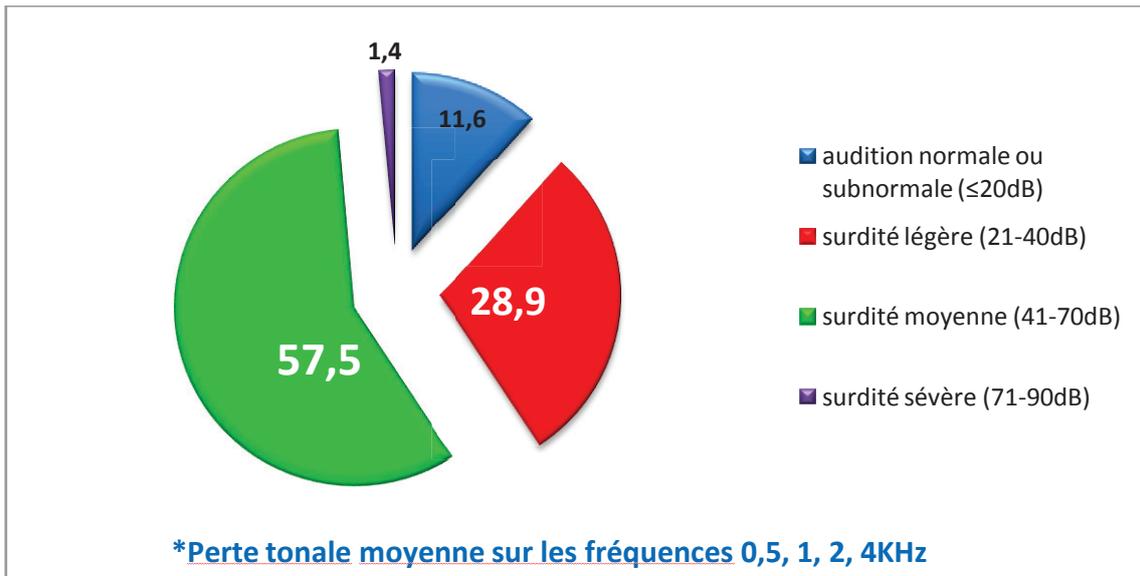


Figure 8 - Répartition de la population  tudi e

Les résultats obtenus (cf. articles AcoumAudio I et II en Annexes) ont montré qu'il existait bien une corrélation entre l'acoumétrie vocale et l'audiométrie tonale (figure 9). On a observé une corrélation positive entre les résultats obtenus à l'acoumétrie vocale (scores composites) et ceux obtenus grâce à l'AT (moyenne des STM monauraux sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000Hz).

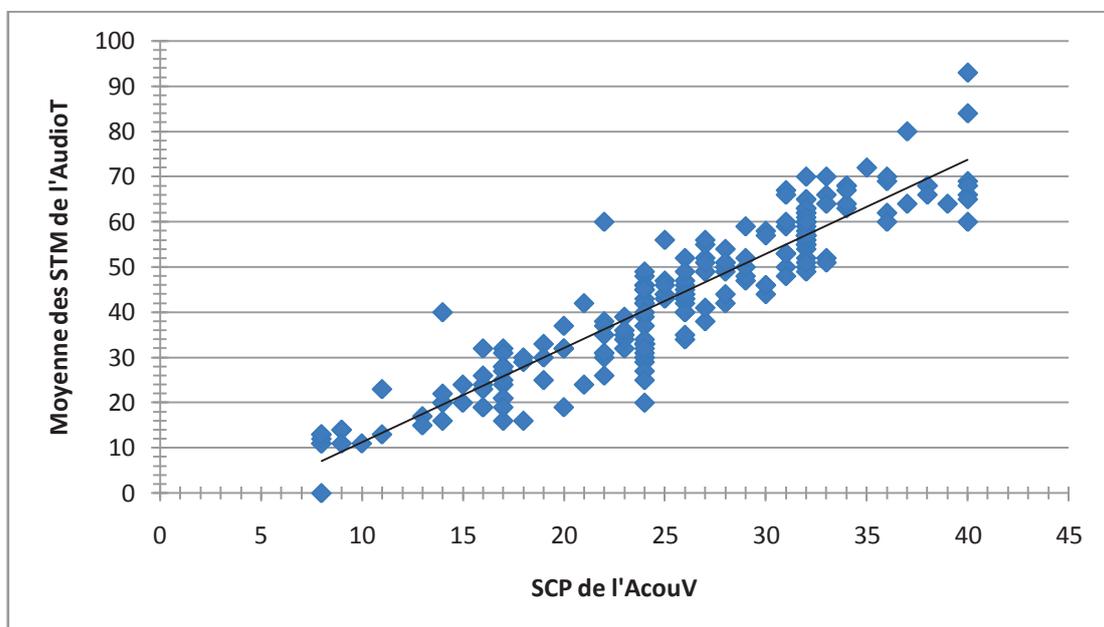


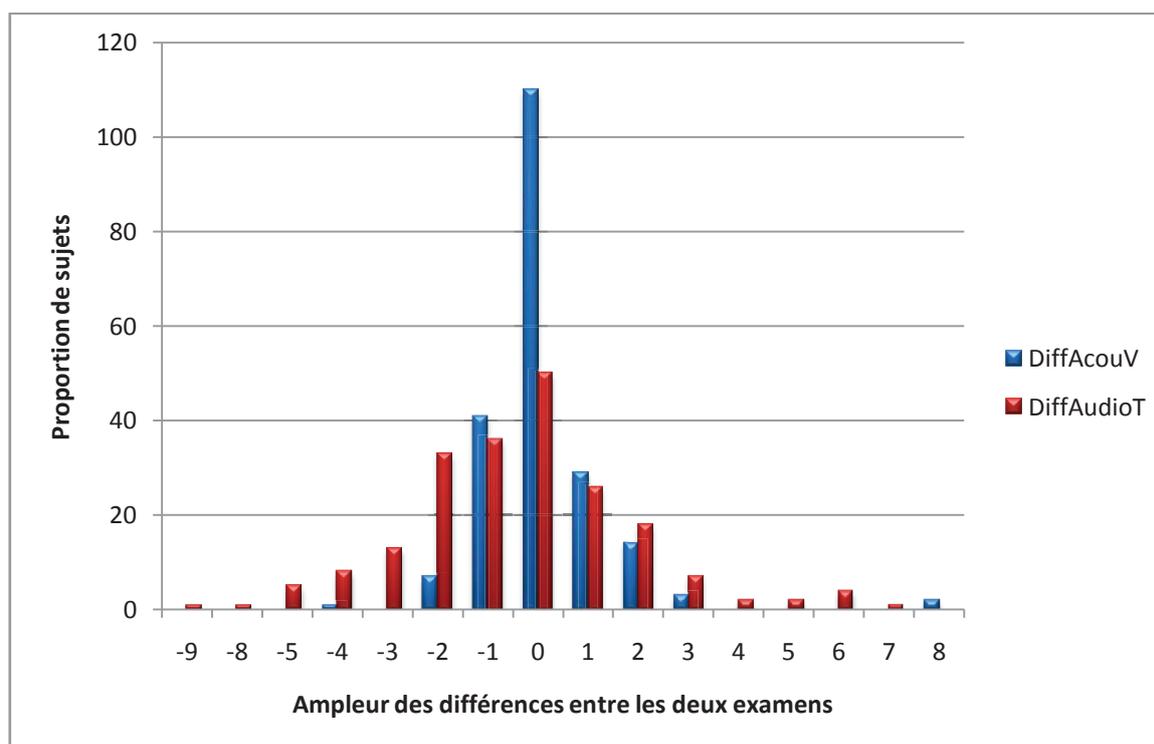
Figure 9 - Corrélation entre Acoumétrie Vocale et Audiométrie Tonale

Ci-dessus la corrélation entre le score composite pondéré (SCP) obtenu à l'acoumétrie vocale (AcouV) et la moyenne des seuils tonaux moyens (STM) obtenue à l'audiométrie tonale (AudioT) chez les 207 sujets institutionnalisés testés.

$N=207$  ;  $R=0,926$  ;  $P<0,001$

Les résultats aux deux acoumétries et aux deux audiométries faites par 4 examinateurs différents ont été comparés à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon. Il n'existait pas de différence statistiquement significative entre l'acoumétrie 1 et l'acoumétrie 2 ( $p=0,328$ ). Il existait en revanche une différence significative entre l'audiométrie 1 et l'audiométrie 2 ( $p=0,005$ ).

Les deux types de tests ont toutefois montré une bonne reproductibilité inter-examineurs.



**Figure 10 - Variabilité test-retest de l'acoumétrie vocale(AcouV) et de l'audiométrie tonale(AudioT)**

Les barres représentent la proportion de sujets en fonction des différences de scores composites pondérés (en points) pour l'AcouV et de moyenne audiométrique tonale bilatérale (en dB HL) pour l'AudioT.

En partant des classes acoumétiques prédéterminées pour l'analyse, le tableau 3 expose les résultats audiométriques obtenus pour chaque niveau de surdité (en dB H.L).

**Tableau 4 - Caractéristiques audiométriques en fonction de l'acoumétrie vocale en 5 classes du GRAPsanté**

Acoumétrie Vocale : SCP* (/ 40 points)	Audiométrie Tonale : Médiane [min, max] (STM** en dB HL)	Nombre de patients correspondants
Voix chuchotée [8-10]	11.5 [0;14]	10
Voix basse [11-18]	23 [13;40]	31
Voix normale [19-26]	37 [19;60]	69
Voix forte [27-34]	57 [38;70]	79
Voix criée [35-40]	60 [60;93]	18
TOTAL	46 [0;93]	207

\*SCP : Score Composite Pondéré ; \*\*STM : Seuil Tonal Moyen.

À l'inverse, le tableau 5 expose les résultats acoumétriques (en score composite pondéré) obtenus à partir des 4 classes audiométriques définies par le BIAP.

**Tableau 5 - Caractéristiques acoumétriques en fonction de l'audiométrie en 4 classes du BIAP**

Audiométrie Tonale : STM* (dB HL)	Acoumétrie Vocale : SCP** médian [min ;max] (/40 points)	Nombre de patients correspondants
Audition normale ou subnormale [0-20]	13 [8;24]	24
Surdité légère [21-40]	22 [11;27]	60
Surdité modérée [41-70]	31 [21;40]	119
Surdité sévère [71-90]	37 [35;40]	3
TOTAL	26 [8;40]	206

\*STM : Seuil Tonal Moyen; \*\*SCP : Score Composite Pondéré.

Au vu des résultats présentés dans les tableaux 3 et 4, et de ceux obtenus dans AcoumAudio I concernant le dépistage, une nouvelle classification audiométrique plus précise entre 0 et 40dB de seuil tonal moyen a été proposée dans cette étude. Cette classification audiométrique en 5 classes fait apparaître la surdité « très légère », frontière capitale dans la réhabilitation de la presbyacousie (tableaux 5 et 6).

**Tableau 6 - Classification plausible de cinq niveaux de surdité pour la détection du stade subclinique de la presbyacousie**

Niveau de surdité	Voix utilisée	Classes acoumétriques : SCP en points (STM médian)	Classes audiométriques : STM en dB HL (SCP médian)
Pas de surdité $\leq 15$ dB	Chuchotée	[8-10] (11,50dB)	0 à 15dB (8,5)
Surdité très légère [16-25]	Basse	[11-18] (23dB)	16 à 25dB (16,5)
Surdité légère [26-40]	Normale	[19-26] (37dB)	26 à 40dB (23)
Surdité moyenne [41-70]	Forte	[27-34] (57dB)	41 à 70dB (31)
Surdité sévère [71-90]	Cri�e	[35-40] (60dB)	71 à 90dB (37)

Voici ci-après un tableau qui permet de visualiser notre classification.

**Tableau 7 - Classification du GRAPsanté selon l'évolution de la presbyacousie**

Classification du BIAP																		
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Pas de surdité				Surdité légère				Surdité mod�r�e				Surdité sévère						
Classification du GRAPsanté																		
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Pas de surdité			Surdité très légère			Surdité Légère			Surdité mod�r�e				Surdité Sévère					
Voix chuchotée			Voix basse			Voix normale			Voix forte				Voix criée					

#### d. Discussion

L'analyse des donn es a montré que cette corrélation était tout aussi valable pour 4 classes audiométriques que pour 5. Cette cinquième classe correspond au niveau « surdité très légère », c'est-à-dire au tout début de la presbyacousie. Cette période d'entr e dans la presbyacousie est particulièrement intéressante car elle offre les meilleures possibilités de récupération avant toute dégradation psycho-neurologique (Tuley et al., 1990 ;Perrot, 2012,).

Cette précocité prévient les complications, facilite le travail personnel du presbyacousique, place le rééducateur devant un patient qui dispose encore de toutes ses facultés, limite les domaines d'action au minimum, réduit le temps nécessaire au retour à une audition très proche de la normale, permet aux aides auditives d'être pleinement actives dans un champ auditif encore très large...

Mais cette précocité n'évite pas l'aggravation naturelle de la presbyacousie qui va réduire progressivement une grande partie du champ auditif en partant des aigus. Cette évolution sera beaucoup mieux gérée car on aura eu le temps de former l'Aidant et le patient lui-même avec des tâches relativement simples. Ils seront beaucoup plus aptes à réaménager les diverses fonctions altérées au cours de l'évolution de la surdité qu'ils auront une expérience de la rééducation. C'est une période idéale « d'éducation ».

La nouvelle classification qui ressort de cette approche est présentée dans le Tableau 6, ci-dessous.

En 1981, Clark avait déjà décrit une classe de surdité dite « très légère » (Clark, 1980). En comparant les résultats de l'étude AcoumAudio II aux trois classifications connues (BIAP, WHO et Clark), on s'aperçoit que la classification du GRAP*santé* est particulièrement proche de celle de Clark avec une perte tonale bilatérale moyenne pour la classe surdité très légère comprise entre 16 et 25dB. La surdité « légère » commence à 26dB aussi bien pour ces deux classifications que pour celle du WHO.

**Tableau 8 - Les différentes classifications de surdité**

La classification du BIAP																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Pas de surdité				Surdité légère				Surdité modérée				Surdité sévère					
La classification du GRAP <i>santé</i>																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Pas de surdité		S. Très légère		Surdité Légère				Surdité modérée				Surdité Sévère					
Voix chuchotée		Voix basse		Voix normale				Voix forte				Voix criée					
La classification de JG Clark																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Normale			Très légère		Légère			Modérée		Modérée à sévère			Sévère				
La classification du WHO																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Normal			Léger			Modérée			Sévère			Profonde					

Dans notre étude, la surdité profonde n'avait pas été prise en compte car elle ne fait pas partie de l'évolution habituelle de la presbyacousie et demande une thérapeutique faisant appel à l'implant cochléaire.

En plus de proposer la classe de surdité dite « très légère », particulièrement importante dans la presbyacousie, AcoumAudio II offre l'opportunité à toute personne formée à l'acoumétrie vocale, d'évaluer l'audition d'un patient. D'ailleurs le triptyque que constitue l'ensemble de l'étude « AcoumAudio » réalisée en EHPAD auprès de personnes âgées est essentiellement destiné à faciliter l'étude clinique de l'audition dans le cadre de la presbyacousie.

Alors qu'AcoumAudio I permettait de dépister la surdité grâce à l'acoumétrie vocale à voix chuchotée, ce deuxième volet d'AcoumAudio montre qu'il est possible d'évaluer qualitativement et quantitativement les surdités grâce aux cinq niveaux de voix, de manière pratique et fiable.

Cette corrélation entre audiométrie et acoumétrie permet de nouvelles perspectives de recherches cliniques pour l'étude de l'audition des populations difficilement accessibles du fait du matériel et des conditions que requiert l'audiométrie tonale. Ainsi sa passation rapide et simple fait que l'examen peut être réalisé au lit du patient, par des examinateurs différents et sans aucun frais.

C'est également une grande complémentarité des deux examens que cette étude permet de pointer. L'audiométrie tonale permet la recherche du seuil de l'audition de sons purs, l'acoumétrie vocale teste le seuil de compréhension d'une phrase. Si les concepts d'élaboration semblent très éloignés, les deux examens aboutissent aux mêmes conclusions : la présence ou non de troubles auditifs, et le niveau de ces troubles. Seul le barème arbitrairement choisi pour classer les surdités diffère (tableau 5). On remarque d'ailleurs en observant les valeurs extrêmes des tableaux 2 et 3 que la frontière « clinique » n'est pas aussi nette que la frontière « théorique » utilisée pour l'étude. Certaines surdités pourraient être qualifiées de « très légère à légère », « légère à moyenne », « moyenne à sévère ». Cette variation révèle de fortes variabilités interindividuelles quant aux possibilités du système auditif, et par conséquent aux capacités de récupération auditive, nous le verrons dans l'étude suivante (AcoumAudio III).

L'acoumétrie vocale est ici très riche par le fait qu'elle utilise le langage à voix naturelle, dans des conditions de vie écologiques car il arrive que certains patients, malgré une perte audiométrique tonale moyenne à 26dB HL, rencontrent une gêne sociale importante, diminuant leur qualité de vie (Dalton et al., 2003 ; Mulrow et al., 1990).

Alors que l'audiométrie tonale fait appel à des structures centrales complexes mais de base, l'acoumétrie va pratiquement réclamer la participation de la quasi-totalité des structures neurologiques supérieures. Elle engage tous les éléments que nous avons cités dans AcoumAudio I (systèmes périphérique, central, cortical primaire, secondaire, associatif... émotions, réflexion, etc.). Des structures préfrontales aussi bien latérales que sus-orbitaires peuvent engager davantage la cognition ou la conscience des émotions en cas d'échec par exemple. Leur initiation est très souvent d'origine amygdalienne (Bechara et al., 1999 et 2003).

Nous proposons que la surdité très légère soit celle de la décision de proposer l'appareillage et la suppléance fonctionnelle, là où elle semble avoir le plus de possibilités d'être efficiente.

## **e. Conclusion**

AcoumAudio II est le deuxième volet de l'étude « *AcoumAudio* » entreprise pour réhabiliter l'acoumétrie vocale comme test d'évaluation de l'audition versus l'audiométrie tonale prise comme Gold Standard. Sa validité permet de mettre à la disposition des professionnels s'occupant de personnes âgées un outil simple, pratique et fiable pour classer les surdités sans faire appel à l'audiométrie beaucoup plus exigeante en termes de matériel, de conditions techniques, de recueil des données et de temps. Elle n'exclut en aucun cas l'audiométrie.

## **4. AcoumAudio III : mesure du gain auditif fonctionnel**

### **a. Introduction**

De cette corrélation entre les niveaux de surdités et les niveaux de voix, nous avons pensé que nous pourrions juger à la voix des résultats de la réhabilitation auditive de patients appareillés.

Il ressort de plusieurs études que beaucoup de patients appareillés ne portent pas régulièrement leurs aides auditives, les deux plaintes principales étant le manque de bénéfice et l'inconfort (McCormack et al., 2013 ; Snik et al., 2013). Les moyens dont disposent les médecins généralistes et gériatres pour évaluer la qualité auditive de leurs patients presbycousiques appareillés sont limités aux dires des patients et aux questionnaires de satisfaction (Tannahil, 1979 ; Ciurlia-Guy et al., 1993 ; Bainbridge et al., 2014). Les compte-rendu de l'ORL et de l'audioprothésiste peuvent fournir des informations complémentaires mais ne renseignent pas sur l'audition fonctionnelle du patient porteur d'aides auditives en situation de vie réelle (Kochkin et al., 2010).

Qualité de vie et qualité auditive sont intimement liées (Li-Korotky, 2012). Ce qui intéresse les médecins généralistes et gériatres qui ont adressé leurs patients à l'ORL, c'est de savoir si depuis l'appareillage, le patient est mieux, et si cela dure (Kiely et al., 2012). Si ce n'est pas le cas, le médecin doit pouvoir orienter son patient vers un traitement adapté à ses besoins (Bainbridge et al., 2014). La première étape consiste à rechercher quel gain auditif fonctionnel apportent les aides auditives en situation de communication habituelle (Plomp, 1978).

Le but de cette étude AcoumAudio III est de montrer qu'avec cette simple procédure d'acoumétrie vocale, il est possible de mesurer un gain auditif fonctionnel dû à la réhabilitation dans des conditions de vie habituelle. Ce n'est pas possible avec l'audiométrie classique. Quant aux questionnaires de satisfaction, ils gardent toute leur valeur si l'on veut pour connaître apprécier le ressenti du patient.

Devant le problème des gériatres et les constatations faites à partir de notre étude, il nous fallait répondre à une préoccupation de toutes les personnes qui côtoient des malentendants : pourquoi avec des appareils, les personnes âgées n'entendent toujours pas bien ? Pour juger d'une bonne réhabilitation auditive, on pourrait se fier aux dires des patients appareillés, mais la subjectivité de

l'observation ne permet pas tellement au médecin de se rendre compte du gain réel. À l'usage de l'acoumétrie en tant que dépistage et mesure du niveau de surdité il manquait la possibilité de l'utiliser en tant que vérificateur de gain auditif fonctionnel (Knudsen et al., 2010).

On avait avec AcoumAudio II le moyen de quantifier une perte donc il était logique de penser que grâce aux niveaux de voix on pouvait quantifier un gain, ce gain étant procuré par les aides auditives. Ce n'est pas parce que les aides auditives ont un gain prothétique, que le patient le ressent ou qu'il va mieux comprendre.

En audioprothèse, les tests couramment utilisés pour mesurer la compréhension sont l'audiométrie vocale en champ libre (les prothèses empêchent de faire cet examen avec le casque) réalisés en cabine insonorisée. Pour pratiquement tous les appareils, il existe un écart significatif correspondant généralement à la moitié de la perte (pour les moyennes) mais nous avons vu pendant nos stages d'audioprothèse que la plupart des patients même avec de bons résultats en audiométrie se plaignaient de ne pas comprendre dans la vie courante. Par son utilisation simple et réalisable dans toute pièce calme mais surtout par l'usage de phrases émises par une voix naturelle, et non de mots isolés, de chiffres ou de sons purs émis par des hauts parleurs, l'acoumétrie vocale semblait être le test adéquat.

## **b. Méthode**

L'étude a été réalisée sur un groupe de sujets institutionnalisés âgés de 60 ans minimum, porteurs d'aides auditives. Tous les participants ont donné leur consentement éclairé et écrit.

- **Groupe témoin**

Chaque sujet porteur d'aides auditives a été apparié à un sujet témoin. L'appariement a été fait sur l'âge ( $\pm 5$  ans), le sexe, le niveau de surdité (Perte Tonale Moyenne (PTM) =  $\pm 10$ dB), et le niveau d'éducation. Tous les sujets témoins ont donné leur consentement éclairé et écrit.

- **Examens**

Tous les sujets de l'étude porteurs d'appareils auditifs ont réalisé une première acoumétrie vocale sans appareillage, puis une seconde acoumétrie faite de phrases différentes avec appareillage auditif. Le groupe contrôle a lui suivi une procédure de test-retest.

Les deux acoumétries vocales composées de 8 phrases chacune ont été énoncées par un seul examinateur à une distance de 3 mètres, lèvres cachées, à voix chuchotée, basse, normale, forte ou criée.

Une audiométrie tonale unilatérale OD/OG au casque a ensuite été réalisée par un autre examinateur, en insu des résultats des acoumétries vocales.

Le seuil de perception a été recherché aux fréquences 500, 1000, 2000, 4000Hz. Les deux examinateurs étaient formés et aptes à réaliser chaque examen.

## • Analyses statistiques

Les résultats de l'acoumétrie vocale 1, réalisée sans aides auditives pour le groupe appareillé ont été comparés à l'acoumétrie vocale 2 afin de déterminer s'il existait une différence statistiquement significative due au port des appareils auditifs. Cette comparaison test-retest a également été réalisée pour le groupe contrôle.

Pour ce faire, les résultats obtenus ont également été traduits en Score Composite Pondéré (SCP) dont nous rappelons la codification : Voix chuchotée = 1 ; Voix basse = 2 ; Voix normale = 3 ; Voix forte = 4 ; Voix criée = 5. Par exemple un patient ayant compris 4 questions à voix basse et 4 à voix normale (4B4N) obtiendra un score composite de 20 sur 40 :  $(4 \times 2) + (4 \times 3)$ . La comparaison a été faite à l'aide à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon.

Une comparaison intergroupe sur les différents critères d'appariement choisis (âge, sexe, niveau de surdité, niveau d'éducation) a également été réalisée à partir d'une analyse de la variance (ANOVA) du groupe porteur d'aides auditives. L'analyse portera également sur le type d'appareillage (uni- ou bilatéral).

Le choix des classes pour la comparaison sur le critère « niveau de surdité » a été fait par pas de 10dB : <40dB (n=3) ; 41-50dB (n=11) ; 51-60dB (n=35) ; 61-70 (n=27) ; 71-80 (n=1). Celui pour le critère « âge » a été fait par pas de 5 ans : <80ans (n=4) ; 80-84ans (n=14) ; 85-89 ans (n=26) ; 90-94 ans (n=31) ; ≥95ans (n=2).

## c. Résultats

77 sujets institutionnalisés porteurs d'un appareillage auditif ont été appariés à 77 sujets témoins institutionnalisés non porteurs d'aides auditives (tableau 1).

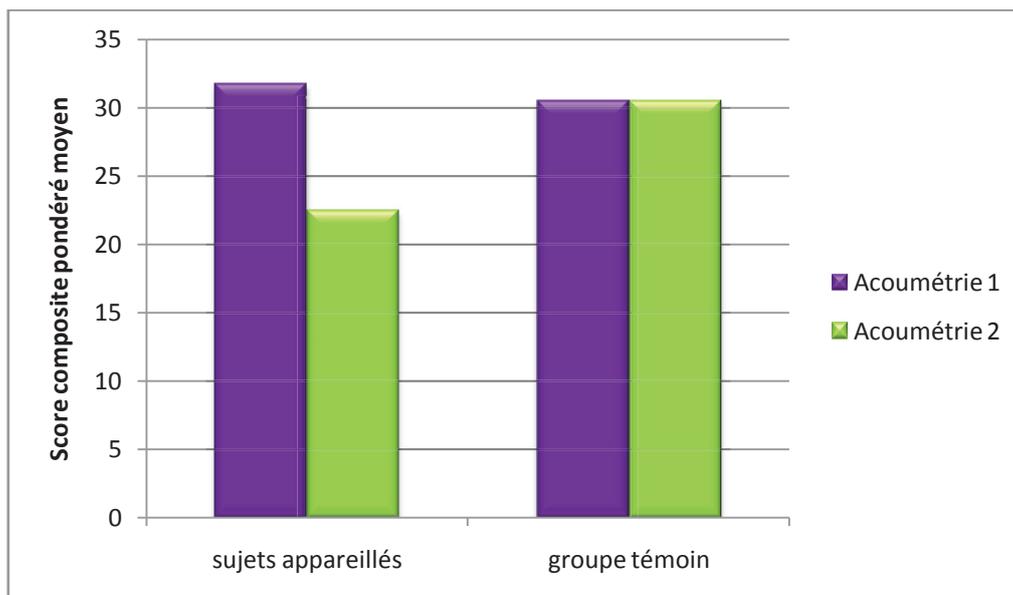
Le tableau 8 ci-après présente les caractéristiques des deux groupes de sujets âgés institutionnalisés ayant participé à l'étude.

**Tableau 9 - Caractéristiques démographiques des participants  
(AcoumAudio III)**

<b>Variable</b>	<b>Sujets Appareillés</b>	<b>Sujets Non Appareillés</b>	<b>P value</b>
<b>Effectif Total</b>	77	77	-
<b>Femmes (%)</b>	56(72,7)	56(72,7)	-
<b>Age (moyenne, écart-type)</b>	87,9 ± 4,4	87,7 ± 4,6	NS
<b>Type d'appareillage (Unilatéral/Bilatéral)</b>	14/63	0/0	-
<b>Niveau d'éducation</b>	-	-	NS
< certificat d'études	11	11	-
certificat d'études acquis	36	36	-
études secondaires	22	22	-
études universitaires	8	8	-
<b>Niveau de perte auditive (STM<sup>(a)</sup>)</b>	58,1±8,7	54,4±10,2	0,024
Audition normale ou subnormale (≤20dB)	0	0	-
Surdité légère (21-40dB)	3	5	-
Surdité moyenne (41-70dB)	73	72	-
Surdité sévère (71-90dB)	1	0	-
Surdité profonde (≥91dB)	0	0	-
<b>Acoumétrie Vocale n�1 (SCP<sup>(b)</sup>)</b>	31,7±4,4 <sup>(c)</sup>	30,5±5,1	0,043
<b>Acoumétrie Vocale n�2 (SCP<sup>(b)</sup>)</b>	22,5±5,9 <sup>(d)</sup>	30,5±5,2	<0,00 1

- **Comparaison test-retest des résultats acoumétriques dans les deux groupes expérimentaux**

La comparaison entre les deux acoumétries dans le groupe de sujets appareillés a mis en évidence une différence statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) alors qu'il n'existait aucune différence dans le groupe témoin non appareillé ( $p = 0,995$ ) (Figure 11).



**Figure 11 - Comparaison test-retest des résultats acoumétriques dans les deux groupes de sujets âgés institutionnalisés (moyenne des scores composites pondérés)**

La différence entre l'acoumétrie avec et sans aides auditives dans le groupe appareillé était de 10 points pour le score composite pondéré moyen.

- **Comparaisons intragroupe pour les sujets appareillés**

La figure 12 ci-après montre qu'il n'existait pas de corrélation entre le score obtenu à l'acoumétrie vocale 1 (sans aide auditive) et l'acoumétrie vocale 2 (avec aides auditives).

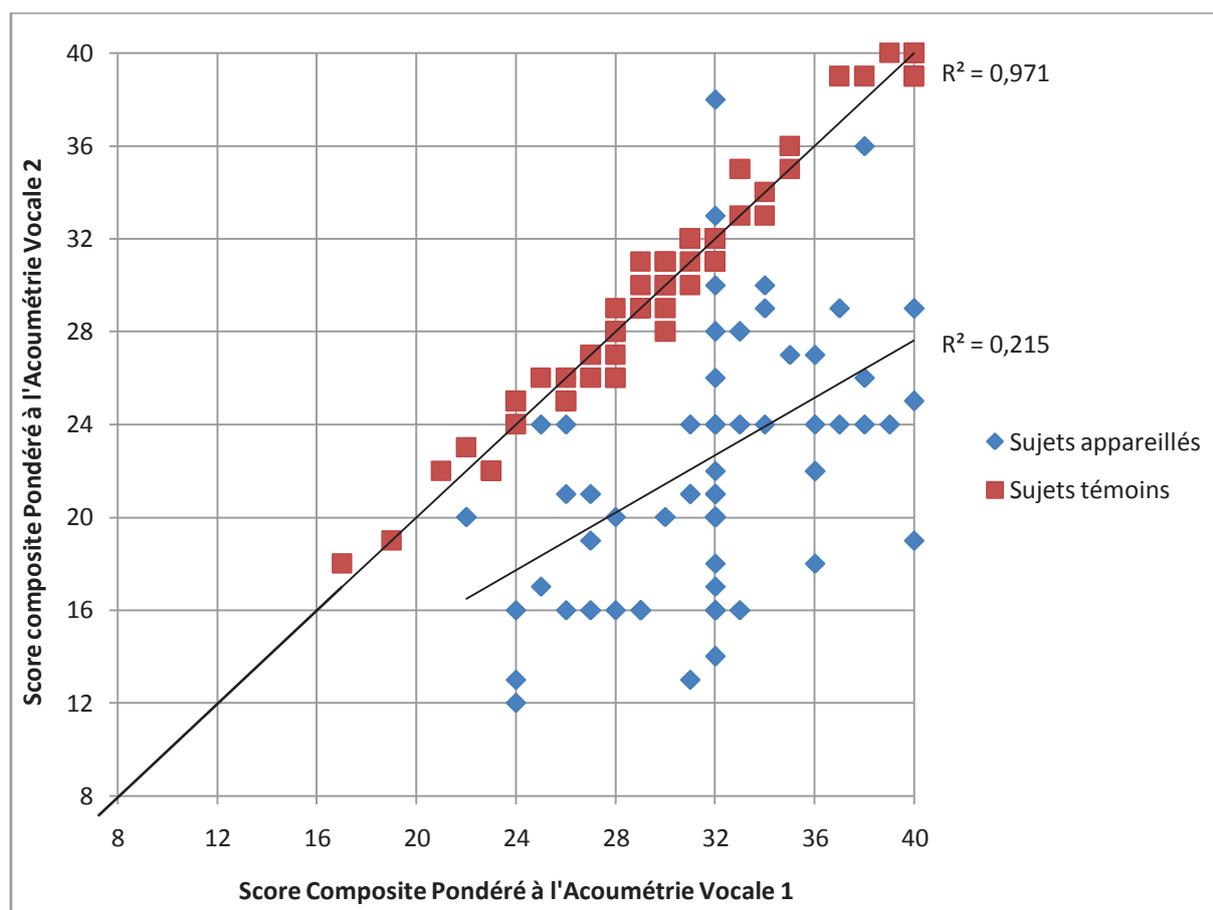


Figure 12 - Corrélation entre score pondéré à l'acoumétrie vocale 1 versus acoumétrie vocale 2

En analysant le gain auditif des 29 sujets appareillés obtenant un score de 32 à l'acoumétrie vocale 1 sans appareil auditif à l'aide du « One-Sample Signed Rank Test », on observe une variabilité inter-individuelle statistiquement significative ( $p < 0,001$ ). La moyenne du gain auditif chez les 29 sujets appareillés est de  $9,069 \pm 6,059$ .

L'analyse de la variance à un facteur (one-way Anova à partir des différences AV1-AV2) n'a révélé aucune différence statistiquement significative au sein du groupe de sujets porteurs d'appareils auditifs, quel que soit le facteur de variabilité étudié (âge :  $p = 0,100$  ; niveau de surdité :  $p = 0,161$  ; niveau d'éducation :  $p = 0,293$  ; sexe :  $p = 0,342$  ; type d'appareillage :  $p = 0,364$ ).

### • Analyse du gain auditif fonctionnel

En choisissant le critère « +5 points minimum (en SCP) » pour la définition de « gain » entre les deux acoumétries (sans et avec aides auditives), le nombre de sujets obtenant un gain auditif fonctionnel est de 61 patients institutionnalisés appareillés (contre 0 pour le groupe contrôle). 16 sujets obtiennent donc un gain auditif inférieur à 5 points. Il s'avère parmi ces 16 sujets que 6 ont un gain nul et 2 un gain négatif (c'est-à-dire, des résultats inférieurs avec les aides auditives).

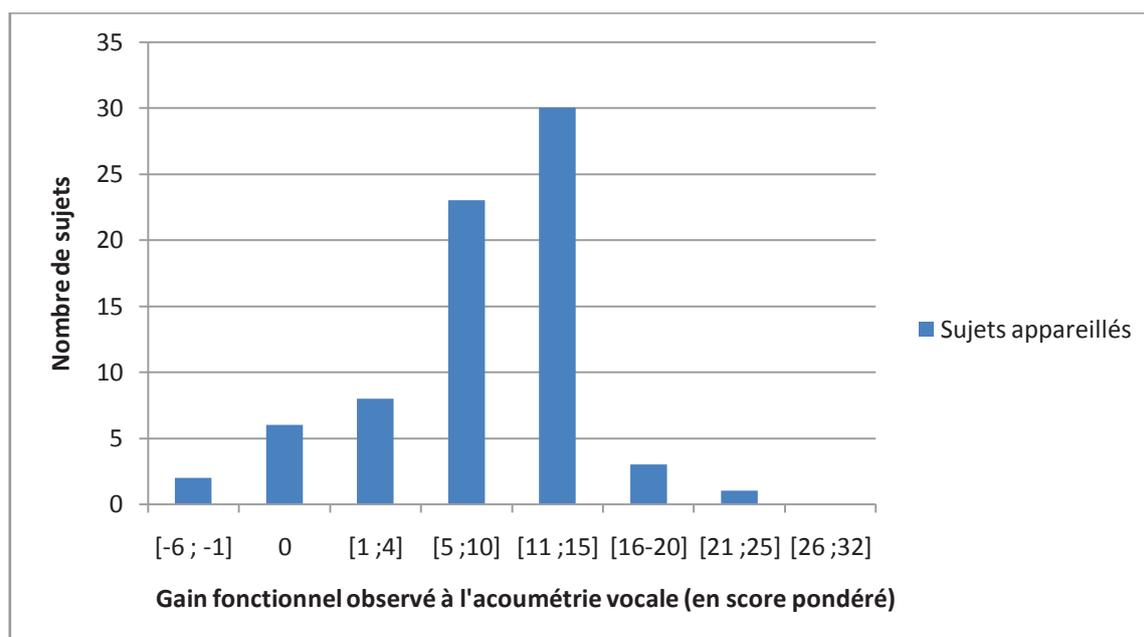


Figure 13 - Répartition des sujets en fonction du gain auditif fonctionnel

#### d. Discussion

Les résultats de cette étude montrent qu'il est possible de mesurer un gain auditif fonctionnel chez des sujets porteurs d'aides auditives à l'aide du test d'acoumétrie vocale comparativement à un groupe témoin non porteur d'aides auditives (figure 11).

Nous avons aussi vu qu'il y avait une grande hétérogénéité du gain auditif fonctionnel ce qui suggère une utilisation des aides différentes d'un patient à l'autre, des réglages, des confort différents etc. Certains avaient beaucoup de gain, d'autres pas beaucoup. On ne peut pas savoir d'où ça vient mais en tout cas ce qui est sûr c'est que le système auditif répond différemment d'un patient à l'autre, il y a donc quelque chose à exploiter, car il n'est pas normal que certains obtiennent un gain miraculeux alors que d'autres n'ont aucune amélioration !

Cette évaluation pragmatique de l'audition fonctionnelle des patients âgés appareillés permet d'évaluer la qualité de la réhabilitation auditive (Sommers et al., 2011). La figure 12 illustre en effet l'hétérogénéité du gain fonctionnel à l'acoumétrie vocale avec aides auditives chez des patients pour qui la première acoumétrie vocale sans aides auditives donnait les mêmes résultats, indépendamment de facteurs confondants comme l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, le niveau de surdité et le type d'appareillage.

Cette variabilité interindividuelle peut être liée à différents facteurs non contrôlés dans cette étude comme par exemple, le niveau cognitif (Humes et al., 2013) ou la manipulation des appareils qui pourraient avoir une influence sur l'entretien de ceux-ci et donc sur leur fonctionnement (Campos et al., 2014 ; Kiely et al., 2012).

L'audiométrie tonale a permis de contrôler le niveau de surdité des patients (tableau 8). Une audiométrie vocale en champ libre aurait aussi permis de mesurer un gain auditif chez des patients

appareillés. Mais les conditions qu'elle requiert (cabine insonore, hauts parleurs, expérience) ne correspondaient pas aux moyens ni aux besoins des médecins généralistes et gériatres qui souhaitent évaluer leurs patients en situation de vie réelle (Sommers et al., 2011 ; Ciurlia-Guy et al., 1993 ; Ching et al., 2013).

L'acoumétrie vocale offre ici un outil qui pourrait permettre de suivre la détérioration potentielle de ce gain au fur et à mesure de l'évolution de la presbyacousie (Salonen et al., 2013) et ainsi proposer des solutions adaptées, comme l'augmentation du gain prothétique (Humes et al., 2004 et 2013) ou un entraînement auditif (Pichora-Fuller et al., 2012).

## e. Conclusion

AcoumAudio III est le dernier volet de l'étude AcoumAudio comparant l'acoumétrie vocale versus l'audiométrie tonale. AcoumAudio III offre à toute personne formée à l'acoumétrie vocale l'opportunité d'évaluer la qualité de la réhabilitation auditive des patients presbyacousiques en situation écologique calme. Il nous reste à évaluer cette acoumétrie vocale dans le bruit en comparant les sujets presbyacousiques, les sujets presbyacousiques réhabilités et les sujets normaux. Il y a sans doute beaucoup à apprendre dans la physiopathologie de l'audition de la personne âgée grâce à l'extrême maniabilité de l'acoumétrie vocale.

## 5. AcoumAudio I, II et III : discussion

### a. La presbyacousie va évoluer

AcoumAudio I et AcoumAudio II nous ont montré qu'il existe une correspondance fiable entre l'acoumétrie vocale et l'audiométrie tonale. Dans cette étude AcoumAudio III (cf. Annexes), l'acoumétrie vocale a permis de mesurer précisément, en situation de vie courante, le gain auditif lié à la réhabilitation.

Il faut reconnaître que l'audiométrie vocale en champ libre permet aussi bien que l'acoumétrie vocale de tester le gain auditif, avec et sans appareils. Mais l'audiométrie vocale requiert les mêmes conditions que l'audiométrie tonale (matériel, examinateur très expérimenté, et surtout cabine audiométrique). Cette situation ne permet plus d'avoir un résultat en situation de vie courante et donc de refléter le vécu du patient (Sommers et al., 2011 ; Walling et al., 2012).

L'acoumétrie vocale, outre sa facilité d'exécution, offre éventuellement de compléter les données obtenues en cabine insonorisée et permet de mieux comprendre le décalage souvent relaté par les patients dans la vie courante et en milieu habituel, plus ou moins bruyant (Salonen et al., 2013).

Les deux examens sont en fait très complémentaires. Nos résultats montrent qu'il est possible de faire avec l'acoumétrie un test équivalent à cette audiométrie en champ libre, en quelques minutes, dans la chambre du patient ou dans n'importe quelle autre pièce plus ou moins calme.

À chaque fois que l'on demandera une consultation de spécialiste, il sera possible d'en expliquer la raison grâce à l'existence ou non du gain auditif s'exprimant en score pondéré ou en nombre de voix gagnées (cf. Annexe).

La presbyacousie évoluant dans le temps, le test permet également d'apprécier le maintien de ce gain ou non (Kiely et al., 2012 ; Plomp, 1978). L'acoumétrie vocale avec et sans aides auditives permet par ailleurs de vérifier que l'appareillage fonctionne correctement (Moore et al., 2002). Lorsque les embouts d'appareils auditifs sont bouchés par du cérumen par exemple, il peut en effet arriver que l'appareillage auditif, à l'inverse, occasionne une perte de qualité. L'entretien des appareils (nettoyage et changement de piles) est une partie importante du suivi de la réhabilitation (Bizaguet et al., 2007). Voilà une des raisons pour laquelle des référents dans chaque EHPAD, formés à ces manipulations, nous semblent indispensables dans le cas malheureux où il n'y a pas d'aidant.

Nos résultats montrent que la variabilité du gain auditif n'est pas fonction de l'âge, du sexe, du niveau de perte auditive, du niveau d'éducation ou du type d'appareillage auditif (l'appareillage unilatéral était justifié par le fait que l'oreille controlatérale n'était pas appareillable), mais de *chaque* patient (Humes et al., 2013). L'hétérogénéité interindividuelle du gain auditif observée chez les 29 patients qui avaient obtenu un score de 32 à la première acoumétrie vocale montre bien que chaque patient doit avoir une rééducation qui lui est personnelle, les capacités de récupération auditive variant en effet d'un patient à l'autre (Pichora-Fuller et al., 2012 ; Leusie et al., 2011). Un musicien par exemple aura plus de facilités à compenser son handicap car il a une oreille « éduquée » et s'en sert bien mieux pour compenser les distorsions qui persistent malgré l'appareillage auditif (Perrot et al., 2013).

Un des problèmes récurrents des presbyacousiques est le manque de compréhension en milieu bruyant, mais il peut aussi apparaître en situation calme (Reuben et al., 1998 ; Perrot, 2012 ; Hallberg et al., 2008). Lorsque les cellules ciliées externes contenues dans la cochlée sont malades, les aides auditives peuvent les réactiver, provoquer un potentiel d'action correspondant et amener le patient à comprendre le message émis (Ching et al., 2013). Mais lorsque ces cellules sont mortes, l'appareillage auditif ne peut rien (Vergnon, 2008 ; Leusie et al., 2011). Le patient va devoir avec une rééducation orthophonique combler les « manques » en découvrant des différences significatives dans l'enveloppe sonore restante. L'acoumétrie vocale est un bon moyen de constater ces manques qui occasionnent souvent une gêne sociale importante, du fait des incompréhensions qu'ils engendrent.

Dans un circuit du GRAP*santé* (Vétel et al., 2011), généralistes, gériatres, ORL, audioprothésistes, orthophonistes et aidant du presbyacousique peuvent une fois formés, pratiquer ce test régulièrement et repérer les manques afin d'améliorer la rééducation auditive du patient à chaque instant de l'évolution, à court, moyen et long termes (Mulrow et al., 1992).

Cette rééducation auditive est expliquée au patient et à son aidant par l'orthophoniste. L'orthophoniste tout au long du suivi du patient dans le circuit de l'audition travaillera en étroite collaboration avec l'audioprothésiste de ce circuit (Denni-Krichel et al., 2011 ; Leusie et al., 2011). Les échanges entre les différents professionnels sont pour nous le seul moyen de répondre de manière adéquate aux besoins du presbyacousique.

## **b. Validité de l'acoumétrie vocale à voix chuchotée : un test très sensible**

Une étude publiée en 1988 comprenant un test d'audiométrie tonale puis un test d'acoumétrie à voix chuchotée chez 62 sujets (43 femmes, 19 hommes, âgés de 66 à 96 ans) avait déjà révélé les bonnes performances de l'acoumétrie avec une sensibilité de 100%, une spécificité de 84% et une valeur prédictive de 92% en faveur d'une altération de l'audition pour un seuil de référence audiométrique tonal de 30dB HL (moyenne des seuils obtenus aux fréquences 0,5, 1 et 2kHz) (Macphee et al., 1988).

AcoumAudio I confirme ces données. Les résultats obtenus chez les 207 sujets testés à l'audiométrie tonale et à l'acoumétrie à voix chuchotée révèlent également les bonnes performances du test acoumétrique avec une sensibilité de 100%, une spécificité de 91% et une valeur prédictive de 99,5% en faveur d'une altération de l'audition pour un seuil de référence audiométrique tonal de 15dBHL. Les quelques patients pour qui l'acoumétrie détectait une « fausse » perte auditive ne seront pas exposés à une perte de chance.

L'écart de spécificité entre les deux études sur une population âgée institutionnalisée au seuil de référence 30dB HL (84% contre 22,79%) peut s'expliquer par la prévalence plus importante des troubles auditifs dans l'étude AcoumAudio I (79% contre 61% dans l'étude de MacPhee et al.), par un âge moyen un peu plus élevé (85 ans contre 81 ans), par la prise en compte dans le calcul de la perte moyenne de la fréquence 4kHz, mais surtout par des conditions de passation différentes qui rendent nos modalités du test acoumétrique à voix chuchotée plus exigeantes.

La distance entre l'examineur et le sujet était plus importante dans AcoumAudio I : 3 mètres versus 0,6 mètres et 15 centimètres dans l'étude de MacPhee et al. D'après leurs résultats, la sensibilité du test augmenterait en s'éloignant du sujet alors que la spécificité diminuerait, ce qui concorde avec les résultats d'AcoumAudio I.

Au-dessus du seuil de référence 15dB HL (altération très légère de l'audition), toute personne de plus de 60 ans percevant moins de 6 phrases énoncées à voix chuchotée à l'acoumétrie vocale à trois mètres a potentiellement une surdité. Il convient donc de considérer les autres sujets comme ayant une audition « normale » (VPN = 100%) (Williams et al., 2014).

Cette conclusion permet aux gériatres et aux médecins généralistes de savoir d'emblée et précocement si un examen ORL est nécessaire pour chaque patient. Ce dépistage évitera tout déplacement inutile.

## **c. Le test est-il examinateur-dépendant ?**

Le reproche qui était fait à l'acoumétrie sans argumentation scientifique solide était qu'elle n'était pas fiable d'un examinateur à l'autre (Yueh et al., 2007 ;). C'est la raison pour laquelle AcoumAudio I a évalué la variabilité inter-examinateur de l'acoumétrie vocale et celle de l'audiométrie tonale afin de les comparer. Dans AcoumAudio I, il n'a pas été noté de différence significative d'un examinateur à l'autre. En revanche, avec l'audiométrie tonale il existait une différence significative alors que les examinateurs étaient tous formés et compétents aussi bien à l'acoumétrie qu'à l'audiométrie et que les audiomètres utilisés étaient identiques et calibrés. Cette différence entre l'AudioT1 et l'AudioT2 peut

s'expliquer par la fatigabilité de la population âgée, puisque l'examen audiométrique est plus long et demande plus de concentration, ce qui est susceptible d'augmenter la variabilité intra-individuelle, indépendamment de l'examineur réalisant l'audiométrie. Ces données audiométriques sont cohérentes avec les résultats des études ayant évalué la variabilité de l'examen audiométrique, puisqu'une différence de +/- 5dB entre deux examens était admise (Lichtenstein et al., 1988 ; Flamme et al., 2014).

#### **d. Les conditions de passation : au plus proche de la physiologie et de la perception auditive intégrée**

Rappelons que le test à voix chuchotée est habituellement pratiqué à côté du patient, oreille par oreille à une distance moyenne d'environ 15 à 30 centimètres et à l'aide de chiffres ou de lettres (Macphee et al., 1988 ; Uhlmann et al., 1989). AcoumAudio a fait le choix de tester les sujets dans des conditions plus écologiques et proches de la vie courante. En se plaçant à 3 mètres en face du sujet âgé, c'est une évaluation fonctionnelle globale de l'audition binaurale du patient qui a été faite. Le côté « non invasif » de cette technique comparativement à l'obstruction du conduit auditif externe tout en appuyant et frictionnant le tragus est beaucoup plus confortable pour le patient. Mais avec cette modalité, l'acoumétrie ne peut pas renseigner sur la perte auditive respective d'une oreille ou de l'autre. Cependant, les presbycousies sont généralement symétriques (Bouccara et al., 2011) et l'audiométrie faite après l'acoumétrie en cas d'altération auditive dépistée, évaluera précisément l'acuité des oreilles testées séparément (Humes et al., 2012).

Choisir des questions à poser au patient plutôt que des séries de chiffres ou de nombres paraissait plus adapté aux situations auditives rencontrées dans la vie courante. L'acoumétrie vocale telle qu'elle a été réalisée dans AcoumAudio renseigne davantage sur la compréhension globale d'un message. Elle utilise la totalité du système auditif c'est-à-dire quasiment tout le système nerveux. Tandis que l'audiométrie tonale met en route essentiellement le système de traitement neuronal des informations perçues auditives (STNIP A) (Prével et al., 2011), qui utilise la voie auditive jusqu'au cortex primaire (Vergnon, 2008).

#### **e. La physiopathologie pour mieux comprendre la presbycousie**

Avec l'acoumétrie vocale, il ne s'agit pas de rechercher un seuil d'audition mais d'évaluer un seuil de compréhension puisque que c'est la principale doléance du presbycousique qui affirme entendre mais ne pas comprendre.

La perte auditive chez un patient presbycousique ne porte au départ que sur les fréquences très aigües, essentielles dans la compréhension de certaines consonnes. Le reste de la zone conversationnelle est tout à fait fonctionnel et ainsi le patient demeure longtemps inconscient de son problème auditif (Okamoto et al., 2004). Cela est dû au fait que la voix chuchotée qui est sans

voisement, rend le message comme « consonantique », il n'y a plus que des aigus. Du coup, très tôt, presque tout le message est déformé et mal perçu.

La gêne sociale observée chez les patients presbycousiques est beaucoup trop tardive pour être considérée comme un test de dépistage. Par ailleurs, le presbycousique impute souvent le manque de compréhension à ses interlocuteurs. Ainsi, les évaluations qui reposeraient sur les impressions du patient ne sont pas adaptées non plus à un dépistage (Yueh et al., 2007 ; Weinstein, 1986 ; Ventry et al., 1983).

Nous souhaitons vivement que l'acoumétrie vocale devienne systématique chez les sujets âgés et conduise alors à une audiométrie qui s'impose pour confirmer le diagnostic (Bagai et al., 2006). Il serait ainsi possible de réunir tous les avantages du dépistage précoce et celui d'un examen complet et complémentaire de l'audition pour offrir une prise en charge correcte et efficiente au presbycousique (Fleming et al., 1995).

Pour l'utilisation de l'acoumétrie vocale comme test de dépistage, nous avons pris comme référence la voix chuchotée. Nous l'avons comparée au Gold Standard qu'est aujourd'hui l'audiométrie. Le dépistage est le point de départ de tout traitement mais aussi de toute prévention. Nous savons que la presbycousie évolue lentement vers l'aggravation passant d'un stade subclinique où la surdité passe inaperçue, à une gêne sociale puis à un isolement où le traitement devient très difficile. Le fait que peu de presbycousiques soient traités est grandement lié à une absence de dépistage. L'apparition d'une gêne sociale qui était le critère classant les sourds et les non sourds dans l'étude AcouDem ne peut être considéré comme un critère de dépistage car à ce stade, l'atteinte du système auditif a déjà pu entraîner une désafférentation neuronale irréversible.

Nous disions précédemment que le choix des seuils pour la classification des surdités était souvent variable d'une étude à l'autre. Dans le cas de la presbycousie, l'impact de la perte auditive est si important qu'il nous a paru essentiel de voir si l'acoumétrie vocale à voix chuchotée permettait non seulement de détecter une surdité au seuil décrit dans la classification du BIAP (c'est-à-dire à 21dB HL) et au seuil habituellement admis pour l'indication d'un appareillage auditif (30dB HL) mais si elle pouvait aussi détecter une altération auditive dès 15dB HL de perte tonale moyenne. Dans le cas de la presbycousie, le calcul de la perte auditive habituellement fait par une moyenne des seuils perçus à l'audiométrie tonale sur les fréquences 500, 1000, 2000, 4000Hz peut longtemps donner un chiffre inférieur à 21dB de perte. La presbycousie, surtout à son début ne concerne en effet que 2 fréquences sur les 4 testées, les plus aigües. La fréquence 8000Hz est généralement aussi touchée, même davantage et plus tôt que les 4000 et 2000Hz -sauf en cas de traumatisme sonore, dans ce cas c'est souvent le 4000 qui est plus bas- mais elle n'est pas comptabilisée dans la perte moyenne tonale.

Les fréquences aigües sont essentielles dans la compréhension de la parole. La zone fréquentielle supérieure à 1000Hz correspond à 60% des éléments pertinents pour la reconnaissance de la parole (Tran Ba Huy et al., 2001). C'est cette zone qui est majoritairement atteinte dans la presbycousie, expliquant ainsi les troubles de compréhension si caractéristiques de la maladie. À la voix chuchotée, le test d'acoumétrie vocale est par conséquent parfaitement adapté aux presbycousiques car l'aspect non voisé rend chaque son plus aigu : le /v/ ressemble à un /f/ plus appuyé, le /j/ à un /ch/, /t/ à /d/, etc. Dans les études publiées sur l'acoumétrie vocale, si les patients n'étaient pas forcément presbycousiques, certains patients sourds plus jeunes ayant une perte dans les médiums ou dans les graves ont très bien pu entendre cette voix chuchotée. Cela pourrait expliquer la variabilité des

résultats d'un examinateur à l'autre ou d'un patient à l'autre (selon la forme de sa courbe audiométrique) qui avait été décrite pour ce test et de ce fait, peu ou pas utilisé. Si nous avons choisi de faire ce dépistage de la surdité à voix chuchotée sur des personnes âgées de plus de 60 ans, c'est parce que nous savions que nous y trouverions une grande quantité de presbycousiques. Néanmoins, pour nous assurer de la validité plus générale de ce test de dépistage, étant donné la forte prévalence des troubles auditifs que nous allions trouver en EHPAD (moyenne d'âge 88 ans, 93,5% de sourds), nous avons fait passer ce test à une population beaucoup plus jeune, a priori sans troubles auditifs. La distance choisie pour la passation du test à voix chuchotée était de 5 mètres, plus exigeante que pour les sujets âgés, l'ensemble de leur système auditif et de leur système nerveux étant plus performant. 49 étudiants infirmiers âgés de 18 à 25 ans ont passé le test. 47 sujets ont perçu les 8 phrases à la voix chuchotée, 2 en ont perçu 6 sur les 8 mais dans tous les cas, tout comme pour nos 14 sujets âgés normoentendants institutionnalisés, leur niveau de perte tonale moyenne bilatérale était inférieur à 15dB HL.

Pour des sujets de plus de 60 ans, compte-tenu des composantes aiguës de la voix chuchotée et des résultats que nous avons obtenus (cf. AcoumAudio I en Annexes), toute personne qui ne percevrait pas la voix chuchotée est susceptible d'être presbycousique. Le diagnostic pourra être confirmé grâce à l'examen ORL et la réalisation d'une audiométrie qui sont toujours nécessaires après un dépistage.

## **f. Impact du dépistage précoce**

- **1<sup>ère</sup> conséquence : chez le généraliste et le gériatre**

Les résultats d'AcoumAudio montrent qu'aucune presbycousie ne peut échapper au praticien si une acoumétrie vocale à voix chuchotée est systématiquement réalisée en consultation de médecine générale ou gériatrique.

L'étude AcoumAudio I peut changer beaucoup de choses, en particulier chez les Gériatres et les Généralistes. La clinique va reprendre ses droits que lui a fait perdre l'apport de nombreuses techniques nouvelles et ce sera autant d'économisé pour la Sécurité Sociale. Tous ces examens qui reviennent normaux rassurent peut-être mais ils ne servent pas à une quelconque guérison. Ce point est sans doute celui qui est le plus facile à comprendre mais il sera sans doute difficile de le faire admettre par tous ceux qui travaillent auprès des personnes âgées et pourtant il a un double rôle : dépister au tout début mais aussi éviter d'envoyer tout le monde chez l'ORL.

- **2<sup>e</sup> conséquence : toute la thérapeutique en est changée**

Le travail que nous avons effectué pour cette thèse montre que toute la philosophie qui préside au traitement palliatif de la presbycousie doit être modifiée, il ne faut plus attendre que le patient soit suffisamment sourd pour que la mise en place des prothèses lui semble être un apport significatif car à ce moment-là il entend beaucoup mieux mais va devoir faire un très gros travail pour comprendre ce qu'il entend. C'est la raison qui explique la réticence à demander un dépistage très précoce car actuellement, lorsque le généraliste ou le gériatre va adresser son malade, il se verra pratiquement

toujours objectiver par l'ORL qu'il n'est pas assez sourd pour être appareillé. Le médecin le justifie en avertissant le patient qu'il n'en verra pas le bénéfice et sera donc le candidat idéal pour renoncer à jamais à tout traitement qui consiste seulement à acheter des appareils chers pour rien. Là, l'impact ne sera profitable que lorsque les formations au traitement moderne et efficient de la presbyacousie auront été faites. Cette formation est donc l'un de nos objectifs majeurs.

- **3<sup>ème</sup> conséquence : la multidisciplinarité**

Le traitement est multidisciplinaire et l'ORL doit être celui d'un circuit du GRAP*santé* de l'audition comprenant un audioprothésiste, un orthophoniste, son patient son aidant, en liaison avec le généraliste, le gériatre et la famille. Nous y reviendrons pour l'étude 2 « FRéCAOP ».

De même, notre expérience nous a conduits à exiger un aidant. Nous disons bien exiger car s'il est facile de comprendre son intérêt lorsque la personne âgée est incapable de mettre ses appareils, et perdue lorsqu'il faut changer les piles, à 50 ans, il semble superflu. Or, en fait, c'est là que son rôle doit commencer, nous y reviendrons.

- **4<sup>ème</sup> conséquence : c'est un point de départ**

Le dépistage est le premier pas vers la prise en charge correcte des presbyacousiques. Sans lui rien n'est possible. Avec lui, tout reste à faire mais tout est possible. Il est le point de départ incontournable mais AcoumAudio apporte bien d'autres choses.

## **g. L'acoumétrie vocale au quotidien**

Si le dépistage est facile, ne réclame qu'un entraînement rapide et est immédiatement utilisable, l'acoumétrie vocale nécessaire pour évaluer le niveau de perte auditive, demande un entraînement beaucoup plus rigoureux mais reste tout à fait abordable pour n'importe quel soignant. Des formations, quelques heures, suffisent à rendre opérationnel le test d'acoumétrie vocale dans cet objectif. Comme AcoumAudio III est l'utilisation de deux AcoumAudio II successifs, toute l'acoumétrie vocale ne nécessite que l'opération que nous venons de proposer. Il suffit simplement de s'entraîner régulièrement et de temps en temps d'en discuter entre collègues.

Nous voudrions instaurer le travail commun entre audioprothésiste, orthophoniste et aidant et ce travail est grandement facilité avec le test d'acoumétrie vocale. Ce test peut, avec un peu d'habitude, être utilisé par l'Aidant qui peut passer d'une voix basse à une voix chuchotée et se rendre compte par lui-même de l'évolution aussi bien négative avec le temps que positive avec la réhabilitation. C'est cette relation à trois qui est de beaucoup la plus riche dans notre expérience personnelle. Au début, la récupération est tout à fait spectaculaire et l'on peut retrouver « l'ambiance » sonore que donne dans la vie le plein emploi de l'oreille. Les patients presbyacousiques musiciens ressentent très finement ce phénomène (Perrot et al., 2014 ; Leusie et al., 2011).

Lorsque la réhabilitation auditive est préconisée précocement, il est important avec les aides auditives de profiter de cette période de « facilité » pour commencer à apprendre la manière de « travailler son

oreille » afin de compenser en temps réel les pertes au fur et à mesure qu'elles seront ressenties (Parving et al., 1991 ; Leusie et al., 2011).

Si l'acoumétrie vocale est précieuse dans son approche tout à fait physiologique de l'audition, elle ne peut en aucun cas remplacer l'audiométrie qui est seule capable de produire la courbe classique de la presbyacousie en pente de ski, de faire le diagnostic et souvent de convaincre le patient qu'il est sourd. Pour nous, les deux tests sont donc tout à fait complémentaires, fiables et spécifiques.

AcoumAudio est une comparaison entre l'acoumétrie vocale versus l'audiométrie tonale qui offre une multitude de possibles, aussi bien aux chercheurs qu'aux cliniciens, aux soignants qu'aux spécialistes. Il comporte trois volets : AcoumAudio I, destiné à dépister la surdité ; AcoumAudio II, destiné à évaluer qualitativement le degré de la surdité, en particulier lorsque celle-ci est très légère (stade subclinique) ; AcoumAudio III, destiné à mesurer le gain auditif fonctionnel après réhabilitation de la surdité. Cette étude montre que ces deux examens complémentaires et indissociables aboutissent à des conclusions équivalentes.

## Chapitre II : Privation sensorielle auditive et fonctions cognitives (étude 1 « ACADem »)

*La stratégie est un art. [...] Quand il n'y a pas de solution éthique à un problème, il faut sans doute éviter le pire, et pour éviter le pire, il faut recourir à une stratégie.*

Edgar Morin, *Éthique (La méthode 6)*, p.58, Seuil, 2004

*Distinguer sans isoler, mêler sans confondre.*

Edgar Morin, *(Le vif du sujet)*, p.63, Points/Seuil n°137

### 1. Introduction

Les liens qui existent entre vieillissement, audition et cognition sont connus depuis deux décennies (Baltes et al., 1997 ; Lindenberger et al., 1994). Anstey et collègues en 2001 ont ainsi suggéré que l'âge avait d'une part un effet commun sur les fonctions cognitives et sensorielles, d'autre part des effets spécifiques respectivement sur les capacités cognitives et sur les capacités sensorielles, dont l'audition (Anstey et al., 2001). Mais les interactions sensori-cognitives ne s'arrêtent pas aux effets du vieillissement. Plusieurs études ont ainsi montré que la surdité liée à l'âge (presbycusis) pouvait avoir des conséquences délétères sur la qualité de vie, sur l'humeur et sur les fonctions cognitives (Arlinger, 2003 ; Perrot, 2012). Pouchain et al. (2007), Lin et al. (2011) et Gurgel et al. (2014) ont révélé l'existence d'une relation entre les troubles auditifs et les troubles cognitifs chez les personnes âgées. D'une part, le risque relatif de développer des troubles cognitifs de type Alzheimer en présence de surdité serait 2,48 fois plus élevé dans une population de personnes institutionnalisées malentendantes avec gêne sociale que dans une population appariée de personnes non malentendantes (Pouchain et al., 2007). D'autre part, le risque de démence de type Alzheimer augmenterait de manière proportionnelle avec le niveau de perte auditive (Lin et al., 2011 ; Gurgel et al., 2014). Partant d'une corrélation entre audition et cognition, ces études récentes renforcent donc l'hypothèse d'un lien de causalité entre troubles auditifs et troubles cognitifs, susceptibles d'aggraver les effets directs du vieillissement (Lin et al., 2011 ; Gurgel et al., 2014).

Ces résultats sont d'autant plus importants que la population vieillissant, la prévalence des troubles cognitifs et des troubles auditifs ne cesse d'augmenter (Pichora-Fuller et al., 2006 ; Petitot et al., 2007 ; Cleusa et al., 2005). En 2002, la proportion de personnes présentant des troubles cognitifs en institution variait de 52 à 71% selon les méthodes d'évaluation (Matthews et al., 2002). En ce qui concerne l'audition, Allen et collaborateurs (2003) ont montré que 70 % des personnes entrant dans une maison de retraite avaient une atteinte auditive mais les données varient selon le seuil choisi.

En France, l'allongement de l'espérance de vie de plus de quinze ans depuis 1950 fait de ces deux maladies une affaire de santé publique pour lesquelles peu de solutions sont envisagées (Cohen-Mansfield et al., 2004). À ce jour, aucun traitement efficace ne permet de traiter les troubles cognitifs de type Alzheimer. En revanche, pour la presbycusie, il existe un traitement palliatif compensateur grâce au port d'aides auditives (Perrot, 2012 ; Leusie et al., 2015).

Comme toutes les études actuelles partent d'une recherche de troubles cognitifs chez les patients présentant des troubles auditifs, il était intéressant de vérifier l'inverse d'AcouDem, c'est-à-dire de voir si dans une population de personnes âgées en EHPAD, les personnes dont les troubles auditifs sont traités par un appareillage bilatéral depuis longtemps ont permis de préserver les fonctions cognitives et de compter moins de troubles cognitifs que la population dont la surdité n'a pas été traitée.

C'est le sujet que nous ont proposé le Professeur Lionel Collet et le Docteur Xavier Perrot, qui est venu fort à propos pour que nous puissions comparer les résultats de l'étude AcouDem, réalisée il y a 7 ans, avec ceux de cette étude 1 « Privation sensorielle auditive et fonctionnement cognitif chez le sujet âgé de thèse (ACADem pour Appareils de Correction Auditive et Démence) ».

Cette étude ACADem a été élaborée à partir des résultats observés dans l'étude AcouDem (pour Acoumétrie et Démence) réalisée par le GRAPsanté. AcouDem, publiée en 2007 soulevait deux aspects importants dans la presbycusie : la notion de gêne sociale et le lien qu'il existait entre presbycusie et démence (Pouchain et al., 2007).

L'objectif de l'étude AcouDem était de démontrer que la prévalence des troubles cognitifs était significativement plus élevée chez les patients âgés atteints d'hypoacusie que chez les patients ayant une audition normale. Le critère ayant permis de différencier les sourds des non sourds était la « gêne sociale » induite par les troubles auditifs. Cette gêne sociale, qui apparaît autour de 30-35dB HL de perte (Vergnon, 2008) a été recherchée grâce à une acoumétrie vocale (test identique à celui qui a été utilisé dans l'étude AcouAudio pour l'étude 1 « ACADem » et pour l'étude 2 « FRéCAOP »).

D'autre part, le nombre de prothèses portées est faible par rapport aux besoins, ces prothèses sont souvent dans un tiroir car elles n'offrent pas les bénéfices attendus et même lorsqu'elles sont portées, les patients se plaignent souvent d'entendre mais de ne pas comprendre (Salonen, 2013 ; McCormack, 2013). Malgré tout, ce traitement est le seul qui est régulièrement proposé et donc le seul qui améliore comme il le peut l'état des presbycusiques. Si avec un traitement même insuffisant, nous avons une différence statistiquement significative pour des patients malentendants et appareillés comparés à d'autres patients non appareillés, il sera logique d'améliorer le traitement de réhabilitation instrumentale avec une réhabilitation fonctionnelle afin de mieux préserver la cognition.

Aucun traitement permettant de guérir la Maladie d'Alzheimer n'existant à l'heure actuelle, toute notre attention s'est portée sur le traitement de la surdité. En effet, devant cette prévalence de troubles cognitifs plus élevée chez les patients sourds que chez les patients non sourds, il nous paraissait logique de penser que dans une population de sourds traités, c'est-à-dire bénéficiant d'un appareillage auditif, la prévalence des troubles cognitifs serait diminuée.

Il existe en effet actuellement un traitement qui consiste en un appareillage auditif dont l'Acoutest montre qu'il est insuffisant en termes de compréhension (Leusie et al., 2011 ; Annexes). Nous savons

par ailleurs que plus la presbyacousie va avancer, plus il sera difficile de corriger les troubles auditifs avec les seules aides auditives, avec les implants, le problème est le même.

Dans cette direction, avec nos maîtres le Professeur Lionel Collet et le Docteur Xavier Perrot, nous avons monté un programme d'évaluation des troubles auditifs et cognitifs impliquant le CHU de Lyon pour son élaboration, et le GRAP*santé* pour sa réalisation.

## 2. Méthode

### a. Objectifs, type d'étude, sujets

L'objectif de cette étude s'inscrivait dans la continuité de l'étude AcouDem : démontrer que la prévalence des troubles cognitifs était significativement moins élevée chez des patients âgés porteurs d'aides auditives que chez des patients non porteurs d'aides auditives.

Il s'agit d'une étude transversale réalisée en institution (maisons de retraite et Établissements d'hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes (EHPAD)). Les sujets institutionnalisés étaient âgés de plus de 60 ans. Ils ont été examinés dans le cadre d'un programme d'évaluation des troubles auditifs et cognitifs réalisés par le GRAP*santé*.

### b. Examens

Pour juger de la relation entre le niveau auditif et le niveau cognitif chez les sujets malentendants porteurs d'aides auditives par rapport à des malentendants non appareillés, nous avons évalué des tests auditifs, cognitifs et psychologiques, tous couramment pratiqués auprès des personnes âgées (cf. Annexes - Étude 1 « ACADem » - article).

## 3. Résultats

### a. Scores cognitifs

Les résultats de cette étude 1 « ACADem » ont montré que le fait d'être appareillé, même si l'appareillage ne permet pas une récupération complète de l'audition, est suffisant pour améliorer la cognition (cf. Étude 1 « ACADem » - article en Annexes).

Notre étude a en effet révélé une différence statistiquement significative des scores cognitifs obtenus chez des sujets malentendants porteurs d'aides auditives comparés à des sujets malentendants non porteurs d'aides auditives. Il s'est avéré que les sujets malentendants porteurs d'aides auditives

obtenaient de meilleurs résultats aux tests cognitifs ( $p=0,002$ ) malgré un âge et un niveau de surdité plus élevés.

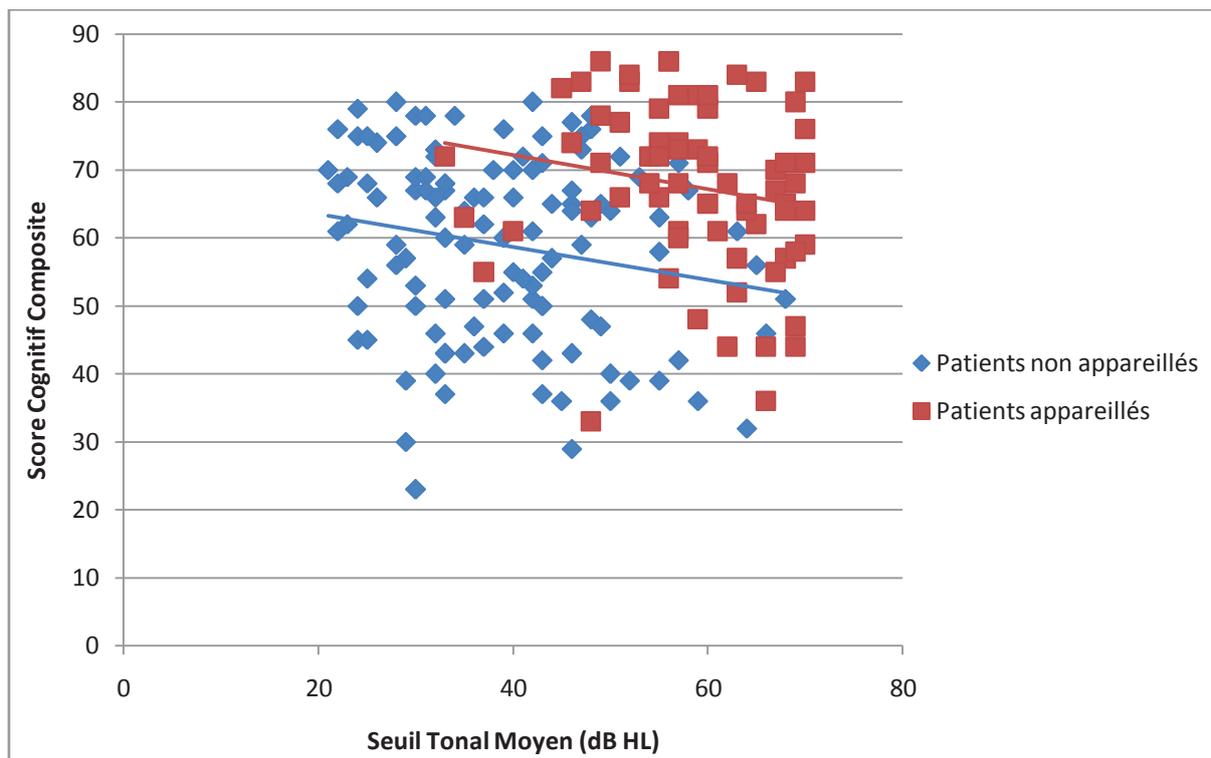


Figure 14 - Score cognitif composite en fonction du niveau auditif

## b. Gain auditif et dépression

Notre étude a également montré que le niveau de dépression était significativement plus faible chez les patients porteurs d'aides auditives efficaces (c'est-à-dire qui apportaient un gain auditif mesuré à l'acoumétrie vocale) ( $p=0,02$ ). En revanche chez les patients porteurs d'aides auditives sans gain auditif fonctionnel, la dépression était plus marquée et les sujets prenant des psychotropes étaient plus nombreux. Le fait d'avoir un gain auditif fonctionnel préserverait ou améliorerait donc les troubles de l'humeur.

## c. Ancienneté d'appareillage

En regardant les données relatives à l'ancienneté de l'appareillage, nous avons constaté que la plupart des patients porteurs d'aides auditives les avaient acquises depuis moins d'une dizaine d'années. Il existait par ailleurs une différence notable entre ceux pour qui il existait un gain auditif fonctionnel mesuré grâce à l'acoumétrie vocale et ceux qui ne montraient aucun bénéfice avec les aides auditives. Les premiers (P+) portaient leurs appareils depuis 12 ans et demi *en moyenne* ( $\sigma=12,5$ ), les autres, depuis  $4,7 \pm 3$  ans. La moyenne d'âge de la population étudiée étant de 88 ans, il semble plausible que des troubles cognitifs déjà présents au moment de la mise en place des aides auditives aient pu gêner l'adaptation (Kricos, 2006).

L'ensemble des résultats de cette étude est détaillé dans l'article rédigé en Annexes.

## 4. Discussion

### a. L'inclusion

Lors de nos évaluations, nous avons eu des difficultés à trouver des patients appareillés dans les maisons et EHPAD de la région parisienne. Le nombre de patients appareillés était si faible et les appareils si mal entretenus que nous avons vite compris que pour avoir un nombre suffisant de patients appareillés, nous devions trouver si possible des endroits où la surdité était mieux prise en charge.

Dans le Nord-Pas-de-Calais, nous savions que des audioprothésistes avaient fondé un Service d'Aide aux Malentendants Institutionnalisés ou Dépendants (SAMID) qui avait réussi à obtenir une meilleure prise en charge des malentendants, non seulement parce qu'ils entendaient mieux du fait des prothèses mais aussi parce que celles-ci étaient entretenues régulièrement et que le malentendant n'en était jamais privé. C'est ainsi que nous avons pu obtenir un total de 84 patients appareillés dont 68 porteurs d'aides auditives efficaces au total entre ces deux régions.

Mais malgré l'aide des directeurs de chaque structure, l'appui des médecins, l'organisation des infirmières coordinatrices et le soutien des personnels soignants pour faciliter la prise de nos observations, il a fallu nous rendre à l'évidence que nous ne pourrions pas obtenir autant de sujets appareillés que de sujets non appareillés. Notre projet de recherche initial prévoyait d'inclure 75 à 100 patients dans chacun des deux groupes (avec et sans aides auditives). Partant de l'hypothèse que des troubles cognitifs seraient observés chez 30% de patients porteurs d'aides auditives et chez 60% de patients non porteurs d'aides auditives pour un risque bêta = 90% et un risque alpha = 5% (Matthews et al., 2002), l'effectif minimum à inclure par groupe était finalement estimé à 53 sujets.

### b. Appareillage ne veut pas dire prise en charge

Par ailleurs, nous avons contrôlé le nombre de patients pour qui les aides auditives n'apportaient aucun gain fonctionnel (ce gain a été contrôlé grâce à une acoumétrie vocale sans puis avec aides auditives, comme dans l'étude AcoumAudio III). Si le taux de sujets appareillés par rapport à la totalité de notre population malentendante était de 41,8%, il passait à 33,8% dès que nous sélectionnions uniquement les patients avec aides auditives apportant un gain fonctionnel. Ce deuxième constat était révélateur d'un problème global de prise en charge de la surdité de la personne âgée institutionnalisée, et plus largement, de la presbyacousie en France. Lorsque nous avons rendu compte de la proportion des personnes sourdes aux médecins des établissements (nous rédigeons un court bilan des évaluations de chaque patient testé), certains ont été surpris de la prévalence des troubles auditifs. D'autres en avaient conscience mais matériellement, ou parce que les patients refusaient, ils ne pouvaient pas adresser tous leurs résidents à l'ORL. Même l'ORL leur posait un problème puisque la plupart des

patients qu'ils leur adressaient revenaient de leur consultation sans prescription d'aides auditives car ils n'étaient « pas assez sourds » !

### **c. Surdité avec ou sans gêne sociale**

Il nous semble qu'il faut ici faire une remarque de bon sens qui consiste à constater qu'il y a deux sortes de sourds : ceux pour lesquels il n'y a aucune gêne sociale, c'est-à-dire tous ceux qui perçoivent à peu près normalement la voix normale (les non sourds) et qui ne devraient pas avoir de conséquences cognitives li es à la perte auditive (Pouchain et al., 2007) ; et ceux qui ont une gêne sociale puisqu'ils n'entendent qu'à la voix forte (les sourds), leur cognition est en danger.

Attendre un résultat clinique plus marqué pour agir pourrait peut-être être compréhensible si nous étions certains qu'aucune fonction neurologique n'en souffrirait, or, le corps humain est d'une complexité telle - nous l'avons vu dans notre première partie - que les fonctions neurologiques pâtissent forcément d'une quelconque privation sensorielle (Rabbitt, 1990 ; Gates et al., 2002, Tay et al., 2006).

### **d. Les freins à la réhabilitation auditive chez la personne âgée**

Nous avons eu des résultats en faveur d'un appareillage auditif pour le maintien du fonctionnement cognitif et de l'état psychologique mais nous avons bien vu que les résultats sur la cognition restaient médiocres même chez les appareillés. Il y a, là encore, à notre avis un problème de prise en charge de la presbyacousie. Nous nous permettons de faire cette remarque car depuis trois ans, nous savons qu'il est possible d'améliorer la capacité des aides auditives grâce à une réhabilitation orthophonique qui s'apparente, nous le verrons dans les résultats de notre étude 2 « FRÉCAOP ».

Le choix du seuil de perte tonale indiquant la nécessité d'un appareillage auditif est un point régulièrement discuté, tout comme la définition d'une surdité. Si la prévalence des troubles auditifs est si variable d'une étude à l'autre, c'est en partie probablement lié à ce seuil audiométrique. Certaines études ne recherchent que les pertes sévères à profondes, d'autres dès la surdité légère, mais entre les deux classifications internationales connues (BIAP et WHO), il y a déjà des différences quant à la définition de la surdité légère (21dB de perte tonale moyenne pour le BIAP, 26dB pour le WHO, 16dB pour Clark (1981), nous-mêmes et le GRAP*santé* (Leusie et al., 2014)).

Par exemple, si nous considérons dans notre population test e le nombre de sujets atteints d'une perte auditive mod r e uniquement, nous passons de 93,5%   60,5% de sujets atteints de troubles auditifs. L'écart est non négligeable et peut tout à fait expliquer la variabilité de l'estimation du nombre de sourds en France ou ailleurs ; et ce d'autant que dans beaucoup d'enquêtes, les difficultés auditives sont auto-rapport es par les sujets.

Dans notre étude 1 « ACADem » sur la privation sensorielle auditive et le fonctionnement cognitif du sujet âgé, la proportion de sujets atteints d'une perte mod r e constituait la grande majorité des sujets appareillés inclus (93%). Chez les patients non appareillés, 50% étaient atteints d'une surdité légère,

40% avaient une surdité modérée et 10% étaient normoentendants. Ces données nous conduisent à penser que l'appareillage auditif serait majoritairement proposé au moment où la perte deviendrait trop importante. Cette idée paraît plausible dans la mesure où la moyenne d'âge des sujets appareillés était de 88 ans et que seulement 45,2% d'entre eux portaient des aides auditives depuis 10 ans, alors que la presbyacousie débute entre 50 et 55 ans.

Il semblerait donc que ces résultats aient mis en évidence une pratique courante : un appareillage tardif proposé au moment où une gêne sociale est manifeste (qu'elle soit reconnue par l'entourage, le médecin et/ou le patient lui-même).

Malheureusement, un appareillage tardif peut compromettre l'adaptation et le bénéfice auditif qu'il peut apporter au patient. Dans le groupe de patients dont les aides auditives n'apportaient pas de gain, 87,5% avaient été mises en place depuis moins de 5 ans.

Sans pouvoir dire si les troubles cognitifs ont pu empêcher la bonne adaptation aux aides auditives, ou si un mauvais appareillage a pu dégrader davantage la cognition, la précocité de l'appareillage auditif apparaît comme un facteur favorisant la réhabilitation auditive et le fonctionnement cognitif. En effet, en comparant les scores cognitifs des deux-sous groupes de patients appareillés (avec et sans gain auditif fonctionnel), il est apparu que les sujets porteurs d'aides auditives ne donnant pas de gain avaient significativement de moins bons résultats aux tests cognitifs et psychologiques que les sujets dont les aides montraient une efficacité.

D'un point de vue psychologique, les scores d'anxiété se sont révélés significativement plus élevés chez les patients appareillés sans gain auditif que chez les patients appareillés avec gain auditif, mais aucune différence n'a été constatée entre les patients appareillés et les patients malentendants non appareillés.

Dans le contexte socioéconomique actuel, l'écart significatif du nombre de patients consommant des psychotropes entre les groupes appareillé (61%) et non appareillé (75%) est un argument lourd en faveur de la prise en charge précoce de la surdité.

## e. Conclusion

Cette étude démontre qu'il existe une corrélation entre cognition et audition que l'audition soit la cause des troubles cognitifs ou l'inverse.

En effet, dans notre conception en complexité du système auditif, il est bien évident que ce qui touche l'un, touche l'autre et qu'il serait invraisemblable qu'il touche l'un sans toucher l'autre.

Puisque les traitements actuellement disponibles ne permettent pas d'enrayer l'évolution des troubles cognitifs constatés chez certaines personnes âgées et qu'il semblerait que les patients non sourds en ont moins que les patients sourds, il est plausible d'émettre l'hypothèse que les presbyacousiques présentant des troubles cognitifs et replacés dans une situation de « non sourds », grâce à une prise en charge adaptée, pourraient améliorer ces troubles, voire les prévenir. Ce sera l'objet d'une prochaine étude.

# Chapitre III : Faisabilité d'une Réhabilitation Conjointe Audioprothétique et Orthophonique pour les Presbyacousiques (Étude 2 « FRéCAOP »)

« L'oreille est le sens préféré de l'attention.  
Elle garde, en quelque sorte, la frontière du côté où la vue ne voit pas. » Paul Valéry Extrait de *Tel quel*.

L'organisation en système produit des qualités ou propriétés inconnues des parties conçues isolément.  
E. Morin. *La tête bien faite*  
(note de bas de page), p.29, Seuil, 1999

## 1. Introduction

Nous avons vu dans l'explication du contexte quel était le type de prise en charge habituelle des presbyacousiques. Les patients ne sont pas là et les médecins et les Français ont tendance à banaliser cette hypoacousie liée à l'âge qui est en fait une véritable maladie qu'on ne peut continuer à contempler sans rien faire. Nous savons que l'appareillage seul est insuffisant et ce d'autant plus que l'hypoacousie s'aggrave comme il se doit lors d'une évolution classique. Il faut se rendre à l'évidence : le traitement actuel ne rassemble pas tous les acteurs qui devraient traiter le patient, ni tous les moyens qui sont aujourd'hui à notre disposition.

D'ailleurs, à part au GRAP*santé*, et dans quelques rares établissements (Nantes, Angers) spécialisés dans l'audition de la personne âgée, il n'existe pas comme pour les enfants sourds ou les adultes implantés de structures où l'équipe se réunit régulièrement pour faire progresser la prise en charge des presbyacousiques. Chacun est dans son cabinet et aucun ne sait ce qu'il peut apporter à l'autre. Ceci soulève le grave problème d'un manque de formation. Nous sentons bien que notre responsabilité est engagée.

Le travail que nous venons d'accomplir au GRAP*santé* nous permet d'entrevoir une autre façon de prendre en charge les presbyacousiques et nous sentons bien avec les premiers résultats que nous allons dans la bonne direction. Tout sera au conditionnel dans cette troisième partie mais ce conditionnel ne demande qu'à devenir un futur. Nous ne pouvons plus accepter la situation qu'on rencontre dans les EHPAD où de la famille aux soignants, tout le monde ferme les yeux sur la surdité acceptable sauf pour ceux qui souffrent d'être malentendants.

Nous allons successivement passer en revue les besoins des acteurs, c'est-à-dire du sourd et de tous ceux qui gravitent autour de lui, puis les bases neuro-physiopathologiques sur lesquelles nous nous appuyons, enfin les conditions à réunir pour réussir.

Nous présenterons ensuite l'étude 2 « FRéCAOP » proprement dite avec ses résultats.

## 2. Préparation de l'étude

### a. Les besoins

- **Une vue générale**

Chaque presbycousique présente, vu dans et avec sa complexité des particularités sur lesquelles on va pouvoir s'appuyer pour construire une rééducation adaptée. Elle variera de la même manière pour le presbycousique, pour l'Aidant et les soignants. Les trois personnalités entrant en jeu en même temps, il est très important qu'on n'utilise pas systématiquement un mode répétitif et usuel qui ne sera valable que pour une catégorie de personnes dont on ne trouvera que quelques modèles. C'est donc toujours une improvisation qui s'adapte pour ensuite indiquer une direction. Les besoins émergent tous d'un consensus qui en principe est construit par les professionnels.

Un préalable s'impose, c'est celui de l'Aidant. Dans l'immense majorité des cas le presbycousique ne peut pas s'en sortir tout seul. C'est un fait et si nous savons que pour les enfants sourds et pour les personnes qui portent un implant cochléaire, c'est une nécessité absolue, pourquoi la refuser au presbycousique qui représente la quasi-totalité des sourds adultes. Cette notion doit être acceptée sinon nous retrouverons encore la situation que nous vivons aujourd'hui, sans doute un peu améliorée, mais en tout cas, le presbycousique n'atteindra jamais la qualité d'audition qu'il aurait pu avoir avec un aidant. C'est un problème que nous nous sommes posé au GRAP*santé* car dans la moitié des cas on a du mal à trouver un aidant. Nous avons donc créé un groupe d'aidants des presbycousiques qui s'installe progressivement en France et que nous avons appelé « Groupe Aider à Mieux Entendre (GAME).

La première rencontre peut se faire avant tout contact avec le circuit de l'audition par ce que c'est quelqu'un qu'on connaît ou en dernier par ce qu'il a vu tout le monde avant. De toute façon il faut qu'un lien s'instaure compte tenu des difficultés du sourd à s'adapter de prime abord. Nous ne faisons donc pas un bilan systématique au démarrage qui s'avère toujours faux pour de multiples raisons dont la principale est que le bilan fait au stade initial est forcément très différent dès que le presbycousique fait quelques progrès. Ce bilan consistera donc en renseignements généraux si on ne les a pas et on devrait plutôt parler d'une prise de contact. S'il n'y a pas d'aidant, elle sera différente ; s'il y a un aidant (il n'est pas facultatif), il faudra aussi évaluer l'Aidant.

Il faut décrire dans ce chapitre les besoins du presbycousique mais aussi les besoins de l'Aidant et de la famille. On précisera également les besoins de l'équipe qui le soigne, que ce soit l'ORL, l'audioprothésiste ou l'orthophoniste, puis ceux du gériatre ou du généraliste.

### • Les besoins du presbycousique

Le presbycousique passe sa vie à répéter qu'il entend très bien mais que la seule chose qui le gêne c'est de ne pas comprendre. Il est obligé de faire répéter et surtout il n'entend plus rien dès qu'il y a le moindre bruit parasite. Nous allons voir chemin faisant pour quelles raisons il entend très bien, pour quelles raisons il est obligé de faire répéter et pour quelles raisons, quand il est dans le bruit, il n'entend plus.

La situation est la suivante :

- Il entend très bien à cause du recrutement qui rapproche son seuil douloureux de son seuil d'audition. Du fait de son champ auditif rétréci, il passe brusquement de l'« à peine audible » au douloureux.
- Dans la vie courante, à l'intérieur de ce champ auditif qui lui reste, il entend bien les sonorités media et graves, en particulier les voyelles. En revanche les consonnes sont mal perçues. La phrase « Cet homme est énormément bête » va par erreur être comprise comme « Cette pomme est évidemment blette », ou alors dans la phrase « Ch'pars chez l'boucher » il peut ne lui rester que « \_\_a\_\_ez \_\_ou\_\_er », ce qui lui impose de faire répéter.
- En ce qui concerne le bruit, nous sommes tous dans la même situation que le sourd et nous sommes tous obligés de suppléer par la lecture labiale, ce qui nous amène à regarder la personne qui parle (Erber, 2003). Le problème du presbycousique se manifeste surtout lorsque plusieurs interlocuteurs parlent en même temps. Il ne lui reste plus qu'à s'isoler s'il ne veut pas interrompre tout le monde. Lors de la rééducation, la lecture labiale sera bien sûre travaillée mais on essayera de toujours améliorer l'audition si c'est encore possible afin de le libérer de cette contrainte visuelle. On peut aussi travailler l'attention sélective afin de lui permettre d'isoler la phrase recherchée en éliminant les autres. Pour ce faire, on l'incite à focaliser sur le timbre, le débit, la fréquence et surtout de disposer d'une réelle intention d'entendre.

Les besoins du presbycousique dépendent :

- du niveau de surdité et des restes auditifs ainsi que des capacités générales (culture, santé, situation sociale etc.) ;
- des capacités d'adaptation du patient et des possibilités de l'Aidant de rester près du patient tout en adoptant les propositions du soignant ;
- de sa motivation ainsi que de celle de l'Aidant ;
- de sa confiance.

L'harmonie entre tous les intervenants est essentielle dès le début et va conditionner la suite. Si le patient croit qu'il est capable « d'agir sur son audition », il devient alors l'acteur principal de sa rééducation. C'est la plupart du temps la situation la plus favorable à une bonne réhabilitation.

Il est important, en même temps qu'on le fait comprendre à l'Aidant, d'apprécier sa capacité de répéter sans se lasser, de simuler et d'imiter. De même, on vérifiera la capacité de différencier deux sons à l'aide de mots mal compris que l'on aura détecté en modulant sa voix lors des premiers échanges.

L'expérience, les demandes du patient ou de l'Aidant permettent rapidement à l'orthophoniste de se rendre compte des capacités de son patient. Il n'est pas très important de faire un bilan précis, exact, car il faut tenir compte d'orientations changeantes en adoptant comme toujours une stratégie tâtonnante avant de la définir avec précision mais sans jamais croire qu'elle est définitive.

L'audioprothésiste ne doit en aucun cas être exclu de cette démarche. Si la première consultation orthophonique pouvait se faire avec les deux en même temps ce serait l'idéal. Il est aussi important que les deux soignants échangent en indiquant à l'autre les difficultés rencontrées ou au contraire les points qui semblent favorables et donc à valoriser. Si nous sommes dans cet état d'esprit c'est que la plupart des sourds, après plusieurs années d'évolution de la surdité ont un comportement hostile qui fait que beaucoup d'échecs peuvent lui être imputés.

Il est évident que la situation actuelle, qui néglige complètement les besoins du patient n'est pas propice à un changement de mentalité qui s'impose et il est probable que si le circuit du GRAP*santé* est adopté de manière générale, les conditions dans lesquelles se trouvent le malentendant changeront. Aujourd'hui, tout l'incite à ne pas profiter de ce qui est offert. Des publicités aux « racontars » des patients qui ont abandonné leurs appareils, en passant par les conseils de beaucoup de professionnels et leur propre incapacité à accepter d'être malentendant, font que les piètres résultats observés aujourd'hui ont du mérite à exister...

Tout est fait pour donner l'impression qu'on veut leur vendre des prothèses qu'ils croient sincèrement être de mauvaise qualité, en tout cas, « pas au point »... C'est la raison pour laquelle nous insistons aujourd'hui sur cette prise de conscience du patient qui doit bien sûr accepter sa surdité mais également savoir que l'échec peut venir de son comportement et que sa confiance est un des meilleurs moyens pour l'aider à recouvrer une audition efficace.

### • **Les besoins de l'Aidant**

Au début, c'est certainement le point le plus délicat car les circonstances peuvent être trompeuses. Un aidant de bonne volonté peut tactiquement être un mauvais aidant ou bien une personne qui ne voit pas l'intérêt d'être aidant peut au contraire se « prendre au jeu » et apporter beaucoup aussi bien au patient qu'à l'orthophoniste.

La nécessité d'un aidant n'est pas un caprice ni du presbycousique, ni de l'audioprothésiste ni de l'orthophoniste. Personnage clé, il va à lui tout seul offrir une multitude de possibilités pour obtenir une rééducation optimale. Outre son rôle psychologique, outre l'apport qu'il peut donner aux professionnels en lui indiquant les points faibles, les difficultés, les résistances, les refus du patient, il peut lui-même se rendre compte intuitivement de la manière dont il perçoit les sons et donc comprendre que ce pourrait être la même chose chez le patient et l'indiquer aux soignants.

L'audioprothésiste réglera infiniment mieux ses appareils, l'orthophoniste apportera beaucoup plus si l'Aidant joue son rôle. Il est donc très important de lui faire prendre conscience qu'il va être le personnage de la situation. Il est aussi très important de lui expliquer que lui-même, s'il ne l'est pas déjà, car il s'agit souvent du conjoint du presbycousique, va devenir presbycousique. Il n'aura donc plus, lui, les mêmes contraintes et les mêmes difficultés lorsque son tour viendra.

Nous verrons par exemple lorsqu'on inverse les rôles, le bon aidant imite très bien le sourd et oblige ce dernier à s'adapter à la situation en adaptant ses propres émissions sonores ou sa propre écoute trouvant à ce moment-là des différences, des points d'accroches, des pertinences auxquelles ils n'avaient pas songées quand il était « le sourd ».

Il ne faut pas hésiter à refuser un aidant qui manifestement ne fait pas l'affaire. En effet, surtout si l'on voit le sourd à un stade de début, il ne s'agit pas d'une courte période d'effort conjoint et l'aide qui est offerte doit l'être idéalement jusqu'à la fin des jours du presbyacousique.

Certes il est possible de changer l'Aidant et ceci peut s'imposer pour des tas de raisons mais il est souvent difficile d'en retrouver un autre qui est souvent critiqué ensuite par le sourd comme étant moins bon que le premier. Il ne faut pas confondre le changement accidentel d'aidant avec les difficultés d'un couple liées à la surdité de l'un des deux. Dans ce cas, et nous l'avons constaté pratiquement chez tous les couples avec lesquels nous avons travaillé, il existe au début de la prise en charge un profond désaccord, une tension, une situation de conflits permanent dans la relation quotidienne. Des phrases désagréables, des méchancetés, des aigreurs surviennent pour un rien. À leur grande surprise, et à la nôtre au début, le fait de recouvrer une audition physiologiquement acceptable fait complètement disparaître cette ambiance délétère au profit d'une joie de vivre ensemble qu'ils ne connaissaient plus.

## • Les besoins des professionnels de santé

### ○ *Les ORL*

Les ORL semblent se désintéresser de la presbyacousie, à quelques exceptions près, à la fois sur le plan technique et sur le plan professionnel. Ils sont devenus des chirurgiens et imaginent que l'audioprothésiste est là pour se substituer à eux une fois la prescription faite. Comme beaucoup, et cela est préjudiciable, ils se rendent compte des échecs de l'audioprothèse, et par conséquent hésitent à faire dépenser des sommes importantes à leurs patients pour un appareillage auquel ils ne croient pas vraiment, puisqu'une grande partie des patients qui ont suivi ce conseil en sont mécontents (EuroTrak France, 2012). Il ne devrait plus aujourd'hui être question d'un quelconque traitement médical puisque tous ont été rejetés par la Haute Autorité de Santé (HAS, 2011).

Mais, il ne faudrait pas que les ORL se limitent à cette attention particulière nouvelle que nous lui proposons. Le circuit de l'audition du GRAP*santé* nécessite en permanence des rencontres permettant à la fois de discuter des cas difficiles, de mettre à jour les connaissances, et de progresser. Son rôle de formateur de ses équipes est essentiel. Malheureusement, nous en sommes très loin aujourd'hui.

### ○ *Les audioprothésistes*

L'audioprothésiste ne peut pas et ne doit pas considérer que la prothèse auditive est le seul traitement efficace de la presbyacousie. Autant pour une surdité de transmission, il n'y a aucun inconvénient à se persuader que l'appareillage est mieux que tout autre procédé et qu'il suffit à rétablir une audition normale. Autant pour une presbyacousie, les appareils ne correspondent pas aux besoins du

presbycousique puisqu'on aura beau augmenter les sons ramassés par le micro, rien ne permettra de les communiquer au nerf auditif, puisqu'il n'y a plus de cellules réceptrices à ce niveau.

Il serait également nécessaire que les audioprothésistes ne soient pas à la fois commerçants et soignants car les deux sont souvent incompatibles. De même, il leur faudrait accepter le travail en équipe leur permette de guider les orthophonistes comme les orthophonistes devraient leur apporter leurs conseils.

### ○ *Les orthophonistes*

Ce sont des professionnels qui ont l'habitude de travailler seul avec leurs patients. Ils créent entre eux un lien qui ne facilite pas le travail en équipe. L'orthophoniste doit comprendre qu'il ne peut pas à lui tout seul et par la simple réhabilitation fonctionnelle rendre l'audition à son patient. En revanche, le travail avec l'Aidant, avec le patient et avec l'audioprothésiste ouvre des possibilités jusque-là non exploitées. Le presbycousique en a vraiment besoin.

### ○ *Les géiatres et les généralistes*

Le géiatre et le généraliste sont essentiels dans la prise en charge de la presbycousique, mais l'ignorent et pensent ne pas disposer des outils nécessaires. En effet, ils ont coutume d'oublier l'audition et personne ne vient leur dire qu'il manque quelque chose à leur examen, puisque tout le monde s'accorde à penser que c'est normal d'être sourd quand on est vieux et que ce n'est pas grave puisque nos parents l'ont vécu, et ne s'en plaignaient pas. Il faut leur faire remarquer qu'à 60 ans, une presbycousie débutante n'a jamais rendu sourd. Aujourd'hui à 95 ans, une presbycousie évoluée a des conséquences dramatiques que nous essayons d'éviter avec le traitement que nous proposons.

## **b. L'utilisation des bases neuro-physiopathologiques**

Il faut se rappeler que tout va se construire grâce à l'Aidant. Nous le verrons quand nous parlerons de l'équipe. En ce qui concerne les automatismes dont nous allons décrire ceux qui appartiennent au STNIP A, nous montrerons que chaque étage de cette voie auditive permet d'ajouter des exercices à notre processus de rééducation. De même pour les autres étages, les autres cortex, les noyaux de la base...

### • **Le STNIP, A et les automatismes auditifs**

#### ○ *La base : la répétition*

Partant de la neurophysiologie que nous avons étudiée en 1<sup>ère</sup> partie et de notre schéma **Agir, Percevoir et Être**, nous avons essayé d'adapter la réhabilitation aux connaissances physiologiques

dont nous disposons. Ainsi, pour créer un automatisme, nous disposons d'un moyen infaillible, que l'on soit un nourrisson, un adulte ou un vieillard : la **répétition**.

La répétition est la base de tous les exercices qui vont apparaître dans la rééducation que nous appellerons « audio-verbale ». Cette répétition va prendre toutes les formes imaginables et être utile en toutes circonstances (Burk et al., 2008).

Par exemple, en demandant à un patient d'**imiter** l'Aidant et de reproduire non seulement les mots, mais la prosodie (l'intensité, les accentuations, la vitesse, l'accent, le rythme, etc.), nous provoquons une action dépendante des perceptions qui, par récursivité, se perfectionnent automatiquement. Ces automatismes, une fois rôdés, font gagner beaucoup de temps au patient lors des échanges conversationnels.

En faisant entendre une phrase au-dessus du seuil du patient, puis en baissant l'intensité progressivement, le patient finit par l'entendre très en dessous de ce seuil, à un niveau où il n'imaginait pas pouvoir l'entendre avant l'exercice. En la répétant et en y mettant l'attention suffisante, il crée l'automatisme de reconnaissance de cette phrase et le mémorise. Si l'Aidant a repéré des phrases mal entendues, c'est ce matériel qui sera utilisé. On exploitera chaque erreur, chaque confusion propre au patient, et non des listes standard faites de mots inutiles. C'est en ce sens que nous personnalisons toutes nos rééducations. L'Aidant juge de ce qui doit être entendu et nous inversons les rôles ensuite en demandant au patient de devenir rééducateur et à l'Aidant de devenir le patient. L'Aidant joue bien entendu la comédie et le malentendant doit faire entendre cette phrase à son Aidant. Si cette opération réussit, elle est parfois beaucoup plus efficace que la précédente. On demandera en même temps au malentendant de contrôler la manière dont l'Aidant répète, en demandant à celui-ci de l'imiter à l'identique.

Nous aimons aussi nous servir de la *simulation* laquelle présente l'avantage de permettre une construction utilisant des circuits et des réseaux différents au milieu des circuits d'automatismes habituels. Par exemple, on peut demander au patient de simuler la colère en répétant un mot qu'il entend mal. La construction de l'automatisme va forcément se renforcer sous l'influence de cette émotion et sans doute offrir l'occasion de restructurer plus normalement cet automatisme perdu, notamment en utilisant des émotions simulées.

*Imitation* et *simulation* vont également être impliquées lorsque nous faisons *répéter* en baissant l'intensité.

Cette méthode décrite ci-après est extrêmement utile pour convaincre un patient qu'il a encore le pouvoir de faire des progrès et de réparer les dégâts de la presbyacousie de manière temporelle, efficace. En quelques secondes, il comprend qu'il peut agir sur son audition.

Prenons l'exemple d'un patient qui n'entend pas dans une courte phrase le mot « fille » en acoumétrie vocale. Nous lui faisons entendre au-dessus du seuil nécessaire pour lui faire répéter, puis une fois le mot bien identifié et bien perçu, nous abaissons ce seuil. Ainsi, au final, le patient entend très bien à son nouveau seuil et est capable de reconnaître le mot qui n'était pas perçu initialement à une intensité beaucoup plus basse. Il est alors intéressant de voir avec l'audioprothésiste si on peut encore améliorer le seuil avec un nouveau réglage de la prothèse. Cette méthode est également applicable avec la voix, après entraînement de l'Aidant à moduler l'intensité de sa propre voix.

A contrario, en demandant au patient de devenir l'Aidant, l'Aidant mimant le sourd, il est possible de faire travailler par des actions récursives l'audition du patient. Il se concentre alors sur les actions et bénéficie des récursivités sans le savoir. En présentant des phrases sous des formes différentes, à des vitesses différentes et dans des environnements sonores différents et changeants, le sourd exerce son oreille sans s'en préoccuper et fait alors des progrès beaucoup plus rapides que lorsqu'il était dans la situation du patient. Cet exercice permet de créer des automatismes inconscients qui sont au service de l'audition et ne nécessitent donc par la suite aucune attention particulière.

Si nous insistons sur la répétition, c'est parce qu'elle n'est jamais suffisamment utilisée dans la rééducation audio-verbale de l'adulte. Les raisons sont nombreuses (parce qu'on a peur de lasser, d'ennuyer, que le sujet pense être pris pour un enfant, etc.) mais ces raisons doivent être contournées car, répétons-le, le seul moyen d'apprendre est de faire répéter et répéter. Tout l'art de la rééducation consiste à ne surtout pas lasser le malade, le rendre hostile à ce type de rééducation. N'oublions pas qu'il faut également et surtout convaincre l'Aidant de l'intérêt de cette répétition.

Nous traitons deux versants de la répétition : celui de la perception, et celui de l'action qui suit nécessairement toute perception présentant un intérêt pour le sujet. C'est la raison pour laquelle nous qualifions notre approche de rééducation audio-verbale. Le fait d'utiliser la boucle audio-phonatoire est un élément majeur dans la récupération des récursivités au bénéfice de l'audition. Mais cette rééducation ne se limite absolument pas au verbal, elle comprend bien sûr tous les sons de la vie courante, y compris les bruits environnants et la musique (Chisolm et al., 2004). L'action de prononcer provoque par sa récursivité sur l'audition une amélioration des mécanismes neurologiques qui président à l'écoute.

La répétition permet d'acquérir un certain nombre d'automatismes, aussi bien pour la parole que pour tous les autres sons. Chaque individu qui émet une parole a un retour auditif de sa propre production vocale. Cet aller et ce retour améliore à chaque passage à la fois sa production et sa réception. Il serait regrettable de ne pas profiter de cette récursivité dans la rééducation du presbyacousique.

Il faut dire un mot de la suppléance mentale, qui est ou qui était jusqu'à aujourd'hui, le moyen qui semblait efficace et naturel pour réparer les dégâts causés par la presbyacousie. Elle l'est en effet lorsqu'elle est utilisée de manière ponctuelle, mais si elle devient le seul automatisme de compensation des manques auditifs, elle devient à notre avis une méthode inadaptée. D'une part elle est trop lente pour être efficace dans la vie courante, et d'autre part, très facile au début, elle fait croire que c'est un moyen de suppléance performant, alors qu'elle ne fait que « masquer la poussière sous le tapis ».

Que l'on se serve en dernier ressort de ce moyen couramment utilisé dans la vie quotidienne ne nous gêne pas car un bruit, une inattention, peuvent être corrigés sans interrompre la conversation mais il ne faut pas prendre ce moyen astucieux pour un travail d'une quelconque utilité sur les capacités auditives du sujet. Nous ne l'évoquerons donc plus pour la rééducation de l'oreille. La suppléance mentale garde toute sa valeur lorsqu'il s'agit de la cognition.

### ○ *L'accommodation*

Comme nous l'avons vu dans la première partie, l'accommodation est une fonction de l'audition très intéressante pour permettre de focaliser sur un son ou sur un bruit en éliminant le plus possible les autres. Elle n'a, à notre connaissance, jamais été décrite. Cette accommodation, tout à fait identique à celle qui est connue pour l'œil, permet donc à l'oreille de retirer « l'aiguille de la botte de foin » et ainsi de rendre perceptible le son recherché.

L'accommodation consiste à utiliser la mémoire pour comparer le bruit perçu avec son équivalent mémorisé. Elle se fait grâce à deux mécanismes :

- un mécanisme tympano-musculaire : le muscle du marteau et le muscle de l'étrier, antagonistes, modifient la tension du tympan et l'accordent avec les sons recherchés, s'ils sont en mémoire ;
- un mécanisme de résonance des cellules ciliées externes dont le fonctionnement est régulé par le complexe olivaire supérieur, essentiellement par inhibition de toutes celles qui ne servent pas à reconnaître la fréquence qu'a perçu spécifiquement le mécanisme tympano-ossiculaire.

Ainsi, l'inaction relative des cellules ciliées externes dont les influx sont considérés comme des parasites rend le son retenu beaucoup plus évident puisqu'il est seul.

### ○ *L'adaptation*

Il peut être utile, lorsque d'autres problèmes se posent, de travailler sur l'adaptation qui consiste à automatiquement adapter le corps à l'écoute en tournant les yeux, le cou, le thorax ou le corps tout entier vers la source sonore pour mieux l'entendre. L'utilisation de la vue permet avec la lecture labiale, ou avec la localisation d'une source sonore, de mieux identifier ou apprécier le son que l'accommodation a fourni.

Cette adaptation est pratiquement toujours inconsciente. Elle met tout l'individu au service de l'audition si la moindre difficulté auditive survient.

### ○ *La discrimination*

La discrimination est la capacité de différencier au moins deux formes sonores voisines. Elle utilise plusieurs mécanismes : le premier est celui de l'accommodation sélective. Le deuxième est l'attention. Ensuite, il faut pouvoir reconnaître qu'il existe une différence entre deux formes. Il faut d'une part que cette différence soit constante, et d'autre part qu'elle soit nécessaire. La discrimination dépend de la capacité de trois personnes : l'orthophoniste, l'Aidant et le patient, les deux premiers ne devant pas a priori souffrir de troubles de la discrimination. Celle du sourd ne sera jamais celle du normoentendant. C'est donc au patient de la découvrir puisqu'elle n'apparaîtra qu'à son oreille pathologique. Le rôle de l'orthophoniste et de l'Aidant est de se rendre compte que le patient a perçu une différence et de lui faire comprendre l'usage qu'il peut en faire.

Du point de vue neurologique, le traitement nécessaire à la discrimination se fera durant le trajet dans la voie auditive. Arrivés dans le cortex auditif primaire les échanges, qui se feront avec les cortex secondaires et associatifs, affineront considérablement le traitement des influx.

Nous voudrions dire un mot ici de l'appareillage qui permet de discriminer, s'il offre des fréquences permettant de distinguer de manière claire, le mot mal compris avant l'appareillage. C'est possible, au début de la presbycusie à la période subclinique bien sûr, mais également longtemps après, pendant la période clinique. L'audioprothésiste et l'orthophoniste devront travailler de pair pour passer de la période où il est possible de corriger tout ou partie du défaut, à la période purement rééducative, où il n'est possible, du fait de la mort des cellules ciliées externes, que de compenser par la création de nouveaux automatismes à partir des restes auditifs, une forme sonore de remplacement.

L'un des points sur lequel nous voudrions insister, c'est la manière dont l'oreille, grâce à sa capacité à faire des différences entre deux sons, va autoriser la construction de formes sonores auxquelles on pourra ensuite donner une signification. À la base, nous le verrons à force de répétitions, l'enfant fait une différence entre deux sons qu'il entend. Par exemple, quand sa maman lui dit Papa puis Maman. Ce n'est pas le même mot, le même son, ça ne lui crée pas dans l'oreille une forme identifiée, mais plus on les lui répète, plus il perçoit une différence. Il y ajoute une différence de sens car papa n'est pas maman ; et là, il a à la fois une forme sonore (un signifiant), une signification (un signifié) et le réel. Il va devoir faire cela avec tous les mots. Il est dans une période de sa vie où tout cela est très facilité par la grande plasticité cérébrale. Cette capacité s'émousse avec l'âge, mais reste utilisable toute la vie. Dans une forme sonore, il y a des milliers de possibilités de la différencier d'une autre forme. Une forme sonore possède des caractéristiques qui feront qu'en la comparant à une autre forme sonore (critère après critère), elles présenteront des différences, mêmes infimes, qui deviendront des traits pertinents. De nombreuses répétitions provoqueront l'émergence de ces traits pertinents.

Prenons un exemple de trait pertinent infime. Certains critères sont dus à l'environnement du mot ou au contexte, ce n'est pas de ceux-là dont on va parler. Par exemple : « Les chevaux » et « l'écheveau ». A priori leur prononciation est la même mais il est possible de trouver dans celle-ci des différences, si infimes soit-elles entre les deux mots qui vont permettre de les distinguer en se passant du contexte. Le E caduc de « l'écheveau » peut être un critère de différenciation, de même que le rythme qui accompagne leur prononciation. Tout le travail du rééducateur consiste à faire trouver une différence à partir de ce dont dispose encore le patient d'un point de vue auditif.

Pour un presbycusique qui n'entendrait plus le F et le S, il ne peut plus distinguer « Suzie » de « Fusil ». Il en est de même pour « quille » et de « fille ». Dans les deux cas, il entendra « \_usi » et « \_ille ». Il faut alors entraîner à faire entendre comme le fait une « oreille d'or » de sous-mariniers, à trouver le cliquetis d'une soupape, d'un culbuteur, d'une chaîne de transmission qui lui permet de dire que c'est un bateau plutôt qu'un autre. Ce sont des heures de patience et d'écoute qui vont permettre avec des enregistrements de réussir cette performance. Une oreille normale n'entend aucune différence dans ces mêmes enregistrements. L'oreille du presbycusique doit ainsi être transformée en oreille de sous-marinier, à la recherche d'une différence qu'il n'entendait pas jusque-là. Cette capacité aurait dû être développée dans l'enfance, mais nous n'avons pas l'habitude d'entraîner notre oreille ni aucun autre de nos sens d'ailleurs.

Qu'il soit auditif ou visuel, ce travail sera le même et pourra même être couplé car rien n'est auditif, rien n'est visuel, tout est audio-visuel, voire tactile, olfactif et après tout pourquoi pas gustatif. Chaque système sensoriel est complexe. Lui refuser sa complexité l'empêche de retrouver ses qualités.

Cette discrimination multisensorielle est grandement facilitée par les répétitions qui créent des circuits, des cartes parfaitement mises en mémoire sémantique et retrouvés très rapidement du fait du travail répétitif réalisé. Il s'agit comme on le voit, d'exploiter sa mémoire construite à l'aide de répétitions antérieures. On n'oubliera pas bien sûr que, sans tenir compte de « l'homéodynamie », tout ceci et tout ce qui précède serait incomplet, nous l'avons vu dans notre première partie (neuro-anatomo-physiopathologie en complexité).

### ○ *Le relief sonore*

Ces mécanismes sont souvent très perturbés mais de manière inconsciente car quand on n'a pas entendu un son, il est très difficile de savoir ce qu'on a perdu ou ce qui aurait pu servir. Par conséquent le monde devient plus étroit, plus rétréci, plus refermé sur lui-même. Cette impression de monde refermé sur le patient est rarement exprimée durant la période où le relief sonore disparaît ou s'amoindrit mais si le patient retrouve une audition grâce aux aides auditives et de la rééducation il va retrouver l'espace dont il dispose beaucoup plus ouvert et plus grand. Il se rendra compte qu'il lui manquait quelque chose et en sera heureux. Il ne nécessite pas de rééducation particulière mais seulement une prise de conscience et une vérification de temps à autre grâce aux aides auditives qui peuvent être retirées et remises en demandant au patient ce qu'il ressent au niveau de l'espace.

Il faut noter que cette sensation subjective, ces qualia, sont pour la plupart d'entre nous totalement inconscients. En revanche, tout ce qui a trait à l'orientation, à la situation des objets et des sons dans l'espace est perturbé. Perturbé par la surdité, mais également par la mise en place d'appareils qui comportent plusieurs micros et font que le patient ne sait plus d'où viennent les sons tellement ils sont devenus inséparables les uns des autres. Le mécanisme est extrêmement complexe car il fait appel à la fois aux modifications du champ auditif, au moindre usage de l'intensité sonore, aux pertes de timbre liées aux fréquences amputées...

Il est très important d'être multisensoriel afin d'atténuer, lorsque la surdité est importante la part d'espace apportée par l'oreille. Cela ne signifie pas qu'il est impossible d'utiliser encore l'oreille et que l'on devra faire des exercices permettant d'améliorer, yeux fermés, la localisation précise des objets.

### • **La reconnaissance : Les cortex primaire (Les cartes)**

Il reste à envisager la partie corticale du STNIP A, c'est-à-dire le travail fait par le cortex auditif primaire. Celui-ci dispose en mémoire de tous les phonèmes des langues apprises sous forme de cartes. Ces cartes se forment de manière entièrement automatique et ne nécessitent aucune attention pour être actives. Soit les phonèmes sont reconnus et forment un mot ou des mots immédiatement utilisables, et pour lesquels il suffit d'entamer un dialogue avec le cortex auditif secondaire pour transformer en « objet reconnu », « en images » des logatomes sans aucune signification. Lorsque l'information atteint le cortex auditif secondaire, la carte sonore devient donc une image sonore qui a une signification. La reconnaissance du cortex auditif primaire permet au cortex secondaire de créer un concept ajoutant aux « qualia » reconnus une logique, une signification.

- **La signification : cortex secondaire et associatif**

- *Sens et concepts : cortex secondaire*

Nous allons voir tout l'intérêt de comprendre le mécanisme secondaire d'acquisition du sens et du concept. En effet, si la perception, même déformée, peut être comparée à une image mémorisée de telle sorte qu'elle l'évoque même de très loin, le fait d'ajouter du sens rend cette reconnaissance plus facile donc plus rapide. Elle comporte une ébauche de suppléance mentale. Si en plus, la mémorisation comporte une personnalisation émotionnelle parce que le nom représente un symbole, une personne chère, un plaisir, une image sonore musicale aimée, tout ceci viendra encore s'ajouter et aider.

On conçoit donc l'intérêt d'un travail qui magnifierait tant soit peu les déformations et les rendrait ainsi plus perceptibles, immédiatement plus accessibles à une reconnaissance. C'est autant de gagné pour cette étape de conceptualisation. Cette étape sera d'autant plus rapide pour le presbyacousique que l'audioprothésiste pourra lui apporter le « décibel magique » manquant. Mais, car il y a un mais, ceci n'est valable que durant un certain temps car il ne faut jamais oublier le caractère évolutif de la presbyacousie et le fait que les déformations vont s'aggraver. C'est donc à cet instant au plus tard qu'il faudra chercher d'autres critères, d'autres différences, d'autres moyens situés dans le champ auditif restant qui permettront d'échanger le critère de reconnaissance perdu avec le nouveau. Nous verrons qu'il est toujours possible de rechercher un autre critère dans la palette restante des sons possibles de l'oreille du presbyacousique.

Cette capacité de l'oreille à faire avec « de l'à peu près », offre une capacité d'adaptation dont il faut profiter. Normalement, elle aurait dû être exploitée en particulier par la musique depuis longtemps (Neville, 2009). Mais en France, elle n'est jamais utilisée et c'est pour nous, un objectif que nous précisons dans notre troisième partie « projet et propositions ». Rappelons que lorsqu'un mot est chargé d'émotions, il est toujours plus facilement retrouvé qu'un logatome ou un nouveau mot et que le sens a aussi cette vertu. Nous sommes encore dans la répétition mais ce sont les *modulations* de cette répétition qui vont être intéressantes. Par exemple, faire répéter un mot dans une phrase dans lequel il change de sens, de ton, de prosodie ou d'intention, la signification de cette phrase peut radicalement changer de sens.

Tout le monde a pris l'habitude de suppléer mentalement dès qu'on ne comprend pas. Ceci s'accepte très facilement lorsque les erreurs sont exceptionnelles. Dans notre cas, il empêche toute reconstruction de l'audition sans apporter de solution, bien au contraire puisqu'il va, par le retard apporté, mettre le sourd en difficulté sur toutes les phrases qui vont suivre. Ces phrases ne sont généralement pas entendues puisqu'il est à ce moment-là en train de suppléer pour comprendre le mot qu'il n'avait pas entendu et le sourd finit par s'isoler. En effet, la suppléance mentale provoque toujours quand elle est exagérément utilisée fatigue, échecs, confusion, tension. Ce qui devrait être une aide ponctuelle et rare ne doit jamais devenir la principale méthode de compensation au risque d'accepter la surdité en sachant que très vite on ne pourra plus la compenser.

Le fait de travailler en complexité comme nous cessons de l'écrire, fait que nous ne terminons pas ce chapitre car il est incomplet neurologiquement puisque la signification et surtout les concepts vont s'enrichir considérablement dans les aires associatives qui suivent au point que l'on ne reconnaîtra

plus l'audition dans le « fatras » sensoriel qui va prendre corps et qu'il ne sera plus possible que de parler des sens en mettant en exergue l'origine auditive du travail fait par le cerveau.

### ○ *La multi-sensorialité : les cortex associatifs*

Lorsque le son atteint le cortex associatif, l'idée ou la signification véhiculée devient alors multisensorielle et l'audition n'est plus qu'une partie plus ou moins importante de ce tout. C'est la raison pour laquelle en utilisant opportunément des automatismes de recherche, d'utilisation d'une caractéristique différente, d'addition sensorielle, nous pouvons accélérer la reconnaissance d'un son. Mais il faut insister sur le travail synchronique que fait en permanence notre système nerveux.

Ce n'est pas parce que nous prenons conscience des événements qui se déroulent dans les zones associatives que tout le reste est au repos. Le cerveau communique lors de réflexions avec le cortex préfrontal dorso-latéral, il se charge d'émotions qui lui sont fournies par l'insula ou le cortex cingulaire et qui sollicite le lobe préfrontal pas l'intermédiaire de l'amygdale. Ensuite le cortex sus-orbitaire et/ou médial, traite conjointement avec le lobe dorso-latéral... Pendant ces échanges, d'autres informations sensorielles (visuelles en particulier) mais aussi intéroceptives bourrées de sentiments et d'émotions vont actionner notre pensée, ou notre système glandulaire, ou notre système musculaire, apportant des correctifs qui permettent une analyse plus conjonctive, plus cohérente... Et bien d'autres phénomènes encore se dérouleront en diachronie, dont très souvent nous n'avons pas conscience mais qui finissent, si tout fonctionne bien par harmoniser notre comportement, nos idées et notre vie intérieure.

Il est évident que si le mot « stylo » n'a pas été reconnu, le fait d'en présenter un ou d'en voir un, aide à entendre. Nous le répétons souvent au patient et à l'Aidant : l'adjonction des autres sens fait que le presbycousique « entend mieux ».

### ○ *Avec la vision : la lecture labiale*

On dit que la lecture labiale est très difficile à enseigner aux personnes âgées et c'est tout à fait exact. C'est la raison pour laquelle, elle n'est que très peu utilisée. Mais en y regardant de plus près, dans la vie courante, le presbycousique entend bien des sons mais ne comprend pas. Si donc il a des sons, et que nous lui ajoutons non plus un « décibel magique » mais une « forme labio-faciale magique », il va entendre avec ses yeux et donner une signification qu'il aurait été incapable de donner avec uniquement les sons perçus (ou uniquement avec la vue des lèvres). Répétons-le, là encore, avec la lecture labiale, *il entend mieux*.

Nous avons donc décidé dans toute notre rééducation pour la lecture labiale, d'ajouter « un peu de son » à un niveau très en dessous du seuil de compréhension du patient car cela présente deux avantages : premièrement, le patient a une lecture labiale très efficace avec un tout petit peu de son et beaucoup plus mauvaise sans aucun son. Ceci explique pourquoi nous pratiquons toujours la lecture labiale avec les appareils portés. Deuxième avantage : cette technique permet à l'Aidant ou à l'orthophoniste d'adopter une articulation au plus proche du naturel. Car bien articuler pour qu'il comprenne est contre-productif puisqu'il ne rencontrera jamais dans la vie courante une personne qui changera son articulation pour qu'il comprenne mieux.

Faites l'expérience vous-même avec quelqu'un qui prononce des phrases avec une voix inaudible les yeux fermés ; vous ne comprenez rien. Dès que vous ouvrez les yeux, les phrases deviennent compréhensibles : la « magie » de l'audition multisensorielle opère.

Mais il est des cas où la prudence s'impose. Vouloir remplacer l'audition par de la lecture labiale peut avoir des conséquences inattendues. En effet, une de nos jeunes collègues pensant bien faire et ne connaissant pas bien la rééducation auditive des patients appareillés a axé tout son travail sur la lecture labiale. Grâce à cette méthode, le patient s'est mis à comprendre de manière spectaculaire lorsqu'il était en face de son locuteur. Mais, dès qu'il ne pouvait plus lire sur les lèvres, il n'entendait plus rien. Nous avons constaté que la compréhension purement auditive avait régressé de façon importante. Après réorientation de la prise en charge, tout est rentré dans l'ordre et la lecture labiale a ajouté enfin sa part à la qualité du résultat.

Soulignons encore une fois l'importance de regarder le presbycousique dans et avec sa complexité. Le fait de travailler les sons non pas sortis de leur contexte mais dans leur mélange multisensoriel et « multi-émotionnel », enrichit de façon spectaculaire les résultats recherchés. Travailler en même temps l'oreille, l'œil, le tact, réapprendre la voix chuchotée, faire en sorte que le patient imite la voix qu'il a entendue, lui demander de travailler son écoute dans la vie normale, dans la cuisine, etc. apporte beaucoup plus qu'on imagine à l'audition.

Pour maintenir le presbycousique en communication habituelle, nous avons beaucoup de raisons de faire travailler le couple aidant-presbycousique dans des conditions les plus naturelles possibles. C'est ainsi qu'ils vont se parler de dos en cuisinant une sauce ou en mettant le couvert. Dans ces conditions, remise dans leur contexte, l'audition est immédiatement efficiente. Dans la voiture, c'est aussi une occasion de travailler. Toutes les occasions sont bonnes. Pour l'entraînement dans le bruit, on pensera aux diners entre amis, au supermarché etc. Ainsi, le travail devient quotidien, et n'est plus une charge car intégré dans la vie de tous les jours. Ce n'est plus un moment fastidieux et scolaire mais un moment de plaisir partagé.

### • **Importance du système attentionnel**

L'attention mérite d'être travaillée car elle apporte beaucoup au malentendant. C'est grâce à elle que le patient va entendre les sons nouveaux, des sons masqués, des sons déformés, qui lui échapperont s'il ne fait pas usage de cette qualité. Nous lui faisons donc repérer des sons que nous sortons de leur contexte pour qu'il en prenne une conscience aiguë puis nous remettons les sons dans leur contexte sonore habituel et nous baissons les sons jusqu'à ce qu'ils disparaissent. En répétant l'opération plusieurs fois, on s'aperçoit qu'il disparaît de plus en plus tard et que finalement, son audition lui permettait d'entendre à un niveau auquel il ne croyait pas (nous avons vu cet exercice d'abaissement du seuil d'audition au paragraphe sur la répétition). Ce travail de l'oreille est extrêmement important et fait que les musiciens vont infiniment plus vite pour repérer les sons manquants car ils se servent de cette capacité à longueur de journée (ils sont à l'affût de la qualité et des modifications perceptibles). Il est dommage que cette qualité ne soit pas développée à l'école. L'attention améliore aussi les capacités du labio-lecteur.

Pour travailler l'attention, point n'est besoin de chercher des exercices, il suffit d'entraîner le patient pour n'importe quelle raison et celles dont on a besoin ici suffisent amplement à la développer. Ainsi, en travaillant l'attention par le biais des exercices auditifs et visuels, beaucoup de patients nous disent qu'ils étaient fatigués après quelques minutes avant le début des entraînements mais que maintenant leurs plages d'entraînement et de concentration sont beaucoup plus vastes.

Pratiquement tous les exercices font appel à l'attention. C'est avec des exercices de ce genre que nous pouvons dire que tout va rentrer en ligne de compte, du réglage de l'appareil au travail fait avec l'orthophoniste, tout est réuni pour faire travailler l'oreille et préserver le plus longtemps possible ses qualités auditives mais nous savons que l'évolution viendra tôt ou tard écorner notre optimisme. Aussi, demandons-nous au patient de comprendre comment il s'y est pris pour retrouver des sons perdus et de faire le même travail quand les sons actuels ne seront plus reconnus. Il est alors l'acteur de sa rééducation et peut poursuivre cette rééducation personnelle jusqu'à sa mort.

Quant à l'Aidant, lui aussi est formé, aussi bien pour son patient que pour lui-même s'il devient presbyacousique. Les automatismes ainsi acquis bénéficient donc aux deux mais devront être réactualisés.

La discrimination fait appel à l'attention pour entendre deux sons différents mais très voisins jusqu'à ce que les caractéristiques deviennent suffisantes pour être parfaitement reconnues. Dans ces cas-là nous aimons « piéger » le malade par le remplacement d'un mot par un autre, incongru, ce qui permet de se rendre compte si le patient utilise sa mémoire ou son oreille.

### • **Le système de mémorisation**

Nous savons que ce qui intéressera le plus le presbyacousique, c'est de retrouver la mémoire de ses automatismes, c'est donc au départ une mémoire procédurale qu'il faut entraîner. Tout se passe essentiellement dans le STNIP A ou dans les aires utilisées pour les cartes d'émotions, ou sensorielles. On n'oubliera pas de travailler de la même manière les actions. Tout cet ensemble doit être remis en situation de fonctionnement physiologique par tous les systèmes de répétition possibles depuis l'imitation, la simulation jusqu'à la simple répétition. Les acteurs savent, et d'ailleurs ils n'ont pas peur du mot, que pour apprendre un texte il faut faire des « répétitions ». Et la dernière répétition de leur spectacle, qu'ils appellent la générale, de leur spectacle est celle qui vérifie si tous les automatismes sont en place. C'est sur cet exemple que nous avons basé notre rééducation. Quoi qu'il arrive, le patient doit accepter la répétition, tout seul il peut y arriver mais on peut l'aider, lui faciliter la tâche, en suscitant son intérêt, en parlant de ses passions, par la manière dont on lui présente, par le comportement qu'on adopte, et l'idéal est de mettre la rééducation dans un climat où il ne se rend pas compte des efforts que nous lui faisons accepter. Si l'Aidant peut en plus être complice mais surtout prendre notre place, la partie est gagnée.

L'imitation sert aussi à marquer la mémoire car à ces actions de répétition et d'imitation, on ajoute des émotions qui sont plus intenses et donc renforcent les qualités de la mémoire que construisent ces répétitions. Il faut faire attention à ne pas déclencher de récriminations ou de l'ennui sous peine de créer un rejet. Il ne faut pas non plus demander l'impossible. Distinguer la part de l'appareillage, de celle de la rééducation est important et on a souvent besoin de dialoguer avec l'audioprothésiste pour ne pas se tromper. De même, une erreur ou une maladresse du malade, de l'Aidant ou du rééducateur

doivent être éliminées le plus vite possible. Il faut également faire attention à la longueur des phrases pour ne pas mettre le patient en échec. Il faut que l'Aidant comprenne et participe aux choix, et insister auprès de lui sur l'importance des émotions. Celui qui sait le faire peut, pour marquer la mémoire, choquer, encourager, créer des curiosités, faire des expériences sonores...

### • L'adjonction des émotions, le « MOI »

L'intérêt de prendre en compte les émotions, c'est éviter de s'amputer de réactions, de sentiments qui doivent colorer inévitablement toute la rééducation. Les émotions seront à tous les niveaux, aussi bien au niveau des automatismes inconscients que des nécessaires discussions sur l'intérêt d'un exercice ou sur la manière de l'exécuter (la répétition par exemple). À chaque fois que ce sera possible et que le processus à mettre en œuvre est important, il est bénéfique d'associer une émotion quelle que soit sa forme, qu'il s'agisse d'une anecdote, un mot étrange, une onomatopée, une métaphore. Tout est bon si le patient y réagit, c'est-à-dire qu'il provoque une action, qu'elle soit négative ou mieux, positive.

Il est nécessaire de contrôler ces émotions, tant que faire se peut. C'est par exemple le cas lorsque le patient arrive en séance démoralisé quelle que soit la raison : mauvaise nuit, ambiance non favorable, relation aidant-patient tendue voire soignant lui-même en mauvaise forme... Une mauvaise ambiance est toujours préjudiciable et n'améliore pas les performances. Cependant, c'est un chapitre qu'il est difficile de proposer sous une forme parfaitement réglée car ces émotions sont variables, d'un patient à l'autre, d'une heure à l'autre, etc. et il s'agit plutôt de s'adapter au mieux à la situation devant laquelle on se trouve. Les qualités du soignant sont parfois mises à rude épreuve.

Parmi les émotions, nous voudrions insister sur le succès et la valorisation du moindre progrès. Tous les sourds que nous voyons sont défaitistes, n'attendent plus rien, ne demandent plus rien car ils ne voient aucune possibilité de sortir de leur isolement. C'est la raison pour laquelle nous donnons toujours un exercice facile et très démonstratif comme celui de jouer sur l'intensité d'une phrase prononcée d'abord à un niveau très faible que l'on sait trop faible pour être entendu et sur lequel on insiste auprès du malade pour lui montrer qu'il n'entend pas à ce niveau de voix. Puis on lui prononce la même phrase (c'est important pour l'Aidant), à une intensité où on est sûr qu'il va la comprendre et on lui fait répéter une, deux ou trois fois (répétitions avec la même prononciation, la même prosodie, la même intensité etc.). On baisse ensuite progressivement l'intensité et généralement on dépasse le seuil auquel il n'avait rien entendu alors que maintenant il entend toujours. Certains argueront que c'est parce qu'ils ont appris par cœur la phrase mais ce n'est pas vrai car si nous changeons un mot dans la phrase, à la grande stupéfaction de l'Aidant, il l'entend aussi. Si on a un échec, on recommence avec le mot qui a échoué en augmentant de nouveau et en rebaisant. Il faut lui faire prendre conscience que non seulement il répète mais qu'en même temps, il **entend** ce qu'il n'avait pas entendu. Ce n'est pas seulement la mémoire qui est en cause, il s'est **construit** une nouvelle audition.

On notera que l'état d'esprit du patient et donc son état émotif interne en feront un patient qui veut guérir ou un patient qui refuse, pour quelque prétexte que ce soit.

Il est temps maintenant d'impliquer l'Aidant qui va jouer un rôle énorme dans tout ce que nous venons de voir et dans l'exécution de la rééducation elle-même. Il ne faut pas hésiter à récuser un aidant s'il ne parvient pas à répondre aux besoins du patient. Ne pas le faire équivaut à accepter l'échec. Il a, à notre avis, plus d'importance que le patient lui-même, surtout si c'est un membre de sa famille qu'il aime ou

un ami pour lequel il a de l'affection. Les problèmes qui se poseront, se poseront avant tout à l'Aidant. De même, le choix des exercices, la manière de travailler ont leur importance. C'est sur lui que nous fondons le pronostic et c'est donc lui qui va être le sujet principal de notre travail de réhabilitation. Quand l'Aidant est bon, le pronostic est excellent.

Rappelons que la cognition est le fruit de nos perceptions, permise par nos cinq sens. Le cortex préfrontal est le principal artisan de cette construction. Nous avons vu toutes les possibilités qu'il offre : il mélange des sentiments d'émotions conscientes, qui lui sont confiés par la partie tout à fait antérieure du gyrus cingulaire et les met sous contrôle du lobe sus-orbitaire et médial. Le cortex préfrontal dorso-latéral avec l'administrateur central, son calepin audio-visuo-spatial, et la boucle phonatoire vont échanger pour structurer non pas une perception spécifique à un sens mais un mélange connoté de cette perception. Petit à petit, des processus se créent intelligibles et renforcent la partie auditive qui a contribué à sa création.

Nous insistons dans la rééducation sur l'utilisation de phrases entendues mais mal comprises (elles peuvent être perçues comme absurdes, inappropriées, saugrenues, mal construites ou « *mal entendues* »...). La mémoire auditive jouera un grand rôle puisque dans ces cas-là, le réflexe est d'utiliser la suppléance mentale. Le problème est généré par l'audition et semble solutionné par la mémoire sémantique. En réalité, ce système prend trop de temps et doit être remplacé par des traits pertinents dans les mots mal entendus qui lui permettent avec ce qu'il reste d'audition de reconstruire par automatisme le mot manquant, remplacé par la forme sonore réapprise. Les absurdes inadéquats permettent de débusquer toute tricherie puisqu'il faut vraiment les avoir entendus pour répondre correctement.

Comme le répète Edgar Morin, c'est en faisant des liens que notre cerveau progresse, des liens entre des différences, ajoutons-nous.

Ceci est intéressant ou sera intéressant lorsque le patient malgré toutes les possibilités des aides auditives n'entend plus la forme sonore proposée mais perçoit une image très éloignée de celle qu'il a en mémoire. La nouvelle forme sonore, une fois reconnue et engrammée grâce à la répétition, sera alors adoptée comme la forme désormais utilisable.

Tout ce que nous venons de décrire est le fruit d'un travail incessant du lobe préfrontal avec le reste du cerveau.

- **Les systèmes actionneurs**

Nous entendons par « systèmes actionneurs », les muscles, les glandes, les pensées (en tant qu'actions sans muscles) qui produisent eux-mêmes des actions, des retours d'actions, de perceptions et des émotions. Selon le principe « d'auto-éco-ré-organisation » (éco pour écologie), modèle que propose Edgar Morin, tout est fabriqué par l'individu lui-même. À partir de son patrimoine génétique, il est capable d'actions, actions qui vont enrichir son patrimoine

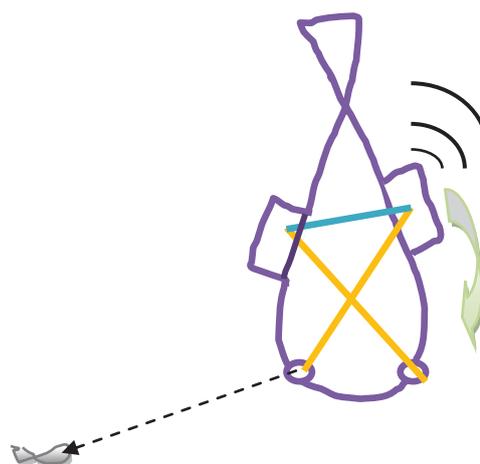


Figure 15 - Le Poissonculi

D'après Szentagthai et Arbib, modifié

On y retrouve la perception (le repas), l'action (manger) et l'émotion (la faim) géré par un réseau nerveux interagissant avec l'ensemble

et ainsi permettre des actions de plus en plus perfectionnées, elles-mêmes perfectionnant par retour les perceptions. « Faire pour comprendre et comprendre pour faire » (Vico, 1993), telle est la méthode que chaque être applique sans en prendre connaissance. En revanche il est important que l'équipe et en particulier le rééducateur en prenne conscience et s'en serve. Ainsi cette auto-éco-réorganisation est sous-exploitée du fait de l'inconscience des soignants. On remarquera également que ce petit poisson est une autre présentation du triangle : Percevoir↔Agir↔Être, présenté en seconde partie. Cette modélisation ouvre une infinité de possibles dans la prise en charge de la presbyacousie.

En ce qui concerne le presbyacousique, on conçoit bien tout ce que l'on peut faire en partant d'une perception « auditive » que le patient poursuit d'une action sur laquelle il est possible d'ajouter une intention de recherche de différences. Ainsi, la récursivité modifiera la perception initiale qui magnifiera la différence dans la perception régénérée. Rappelons que selon l'exemple du Poissonculi de Zentàgothai et Arbib et cité par de Cheveigné (2003), toutes les actions qui suivent obligatoirement les perceptions sont auto-crées.

L'environnement crée la perception et l'action qui suit l'utilise pour permettre la construction d'un progrès pour l'individu. Pour cela il est important que les premières réalisations qui font appel au cortex se réduisent rapidement à des automatismes inconscients. Il peut être utile de demander au patient de créer des actions imaginaires pour renforcer la proprioception de retour. L'imitation, la simulation, l'imagination font découvrir des différences entre deux images sonores très voisines. Rappelons que les émotions ont le même rôle que les actions, elles renforcent ces différences.

Par ailleurs, la complexité des images multisensorielles, à multi-usages, multi-intentionnelles comporte encore des sources de différences. En agissant de la sorte, on s'aperçoit très vite que l'imagination pour aider un presbyacousique est sans limite.

Quel que soit le niveau, il y a toujours des automatismes à récupérer ou à reconstruire.

On peut imaginer à partir des lectures des ouvrages de Damasio que la mise en route des zones de convergences-divergences, en partant des marqueurs somatiques, va être utilisée si besoin pendant toute la construction des automatismes (Damasio et al., 1991).

## • La pensée (lobe préfrontal)

Il faut dire un mot de ce qui se passe dans le lobe préfrontal à deux niveaux.

### ○ *Lobe latéro-dorsal*

Celui de la partie latérale qui va utiliser l'intelligence (en faisant des liens) qui vont enrichir les possibilités de créer ensuite des différences pour l'organe des sens. Ces discussions avec nous-mêmes seront d'autant plus utiles que le patient aura compris comment il doit faire et qu'il aura les notions de base suffisantes pour se créer une logique qu'il modulera par la suite avec l'Aidant. Il nous permet d'anticiper, de faire des choix, et de nous adapter à une situation.

○ *Le lobe antérieur (sus orbitaire) et médial (interne)*

Cette auto-discussion sera d'autant plus riche que l'amygdale et le cortex cingulaire antérieur en particulier seront venus ajouter une part émotive préfrontale antérieure sus-orbitaire à ce raisonnement un peu froid et impersonnel. C'est ainsi que faire de la rééducation quand on n'en a pas envie, n'est généralement pas profitable.

Il est important de remettre en complexité tout ce que nous venons de voir précédemment afin non pas de réduire chaque point traité à une idée simplificatrice mais au contraire, d'enrichir le système de possibles qu'on n'imaginait pas avant.

• **L'« être », le « MOI », les émotions**

Nous allons revenir par ce biais à nos émotions qu'il est possible d'atteindre aussi en passant par le lobe frontal souvent par le truchement de l'amygdale. La réflexion fait vite ressentir qu'il est plus facile de travailler quand on est en forme que quand on ne l'est pas. Cette émotion positive doit être subtilement mise en valeur par l'Aidant et le rééducateur. En fait, plus les situations créées, les environnements propices, les sourires échangés seront bien ressentis par le patient, plus il y aura de facilités à reconstruire une audition « comme un enfant » qui ne s'en rend pas compte mais avec une redoutable efficacité. Il est donc utile de les imaginer, de les créer à partir de la personnalité du patient et des potentialités qu'on lui connaît afin de le mettre toujours dans la situation la plus favorable d'épanouissement dans la réussite, acquises au cours des premières séances de travail.

**c. La construction du protocole**

• **Le travail en équipe**

○ *Aucun des acteurs n'a le traitement complet*

Nous sommes partis de la constatation suivante : aucun des acteurs ne dispose aujourd'hui **à lui seul** du traitement palliatif complet de la presbyacousie. Il en découle une règle à laquelle personne ne peut échapper : seule une équipe « soudée » a des chances d'apporter une bonne solution thérapeutique.

Rappelons une fois encore qu'il n'y a aucun traitement curatif et qu'un traitement de substitution comme celui que nous proposons n'a de réelle valeur que si tous les acteurs travaillent en symbiose. C'est la raison pour laquelle nous posons comme postulat de mettre dans la même équipe toutes les personnes nécessaires à la complète réalisation du traitement.

Notre étude 2 « FRÉCAOP » a donc été construite autour d'un « groupe cohérent » comportant toutes les spécialités dont le presbyacousique a besoin pour retrouver son audition dans et avec toute sa complexité.

### ○ *La subjectivité des critères*

Le deuxième principe qui en découle consiste à accepter la subjectivité de la plupart des critères. La rigueur exigée par une « evidence based medicine » trop rigoureuse conduira inévitablement à des gains que le patient ne retrouve jamais dans sa vie de tous les jours. Par exemple il sort de la cabine de l'audioprothésiste où il était heureux d'entendre aussi bien et se retrouve dans la rue avec des bruits insupportables.

L'audiométrie donne des résultats très précis, très clair mais qui ne correspondent pas à ce que voudrait le patient. Deux patients peuvent avoir une perte moyenne de 45 dB par exemple et ne pas avoir la même surdité en termes de vécu. Nous n'utiliserons jamais les mesures objectives (PEA et otoémissions). Cette subjectivité impose donc de se fier toujours au patient mais de rester vigilant pour ne pas se faire leurrer par un patient plus ou moins manipulateur.

Le fait de s'imposer un travail d'équipe crée des difficultés qu'il est malaisé de régler et pourtant il faudra les accepter car elles ne sont pas négociables puisque sans ces conditions on ne pourra pas atteindre la qualité souhaitée pour le patient. Nous le faisons sans même en discuter lorsqu'il s'agit d'un diabète ou d'une urgence ophtalmologique ou d'une opération banale de chirurgie avec la rééducation qu'elle exige...

En ce qui concerne l'audition, nous l'avons vu, nous sommes souvent dans l'indifférence et la bonne conscience que donne l'ignorance de sa gravité et de celle de ses complications. Il faudra cependant que nous changions complètement nos habitudes face aux progrès que nous pouvons réaliser. Nous devons nous former à la connaissance du système auditif, changer d'état d'esprit, apprendre à travailler ensemble, à tenir compte de l'avis des autres y compris du patient et de son aidant, bref autant de manières de travailler auxquelles nous ne sommes pas habitués.

Nous verrons dans la troisième partie comment nous imaginons résoudre ces problèmes en pratique mais il ne faudra surtout pas les négliger, ils ont la même importance que l'ensemble des autres difficultés que nous rencontrons. Citons en quelques-unes ici. Nous allons être confrontés à d'importants problèmes de formation, à changer notre état d'esprit, à abandonner l'habitude de travailler seul, à confronter nos résultats, à tenir compte de l'avis des autres... Nous verrons qu'il y a une réelle économie à faire en réduisant de beaucoup le nombre de séances d'orthophonie et aussi le nombre de séances de réglage des audioprothèses après la période initiale d'adaptation puisque l'Aidant est tout à fait capable quand il est formé de juger de la nécessité ou non de recourir aux professionnels.

Il reste à aborder une notion qui pose des problèmes si elle est négligée. C'est celle de l'évolution de la presbycusie. L'Aidant est certainement l'élément le plus important pour tenir compte de l'évolution. Cet aidant qui va devoir suivre son presbycusique durant toute sa vie. Or on ne peut pas considérer que l'audition correctement compensée au temps To va perdurer dans cet état et que quelques réglages tous les 6 mois - 1 an suffiront pour éviter les drames d'aujourd'hui. La baisse d'audition va nécessairement pour tous les patients évoluer vers une aggravation ! Il faut donc non seulement récupérer tout ce qu'il est possible au stade où on a pris en charge le patient mais maintenir cette amélioration qui se détériorera inéluctablement. Cet élément de suivi est réglé par l'Aidant mais l'Aidant peut disparaître ou ne plus être en état, ou déménager... Il faut donc prévoir d'éventuels relais

pour ne pas se retrouver après une période tout à fait satisfaisante devant les mêmes problèmes qu'aujourd'hui.

Avec l'expérience, une évidence est apparue : c'est finalement l'Aidant qui va « faire tout le travail » nécessaire au presbyacousique car s'il est capable (et ça a toujours été le cas au cours de notre étude) de prendre en charge le patient, il décidera avec lui de sa réalisation quotidienne, de son suivi, de ses modifications et des éventuelles recours aux professionnels. Cela suppose que la formation de l'Aidant a primé « presque » sur celle du patient.

Tout ce que nous venons de présenté a été prévu dans le protocole de notre deuxième étude. La formation doit être la même pour tout le monde et de toute façons doit être proposée au patient autant qu'à son aidant. Voyons de quoi il s'agit.

La formation est indispensable en toutes circonstances, que ce soit à l'école, où il est nécessaire d'apprendre les sens et en particulier la prévention des traumatismes sonores ou bien des adultes sous forme d'émission de télévision, de livres, de conseils... que celle des professionnels, etc.

Les publicités faites actuellement sont souvent plus ou moins scandaleuses. Il suffirait de sourire pour entendre nous explique-t-on ! Elles seraient très avantageusement remplacées par cette formation que nous réclamons et les millions dépensés seraient mieux investis dans la formation ou le remboursement des aides auditives.

La formation des professionnels doit être multidisciplinaire avec une partie réservée à la spécialité. Quant au problème de la recherche, des efforts sont faits, il faut les amplifier et les prolonger.

La formation du presbyacousique et de son aidant est capitale également si l'on veut qu'ils adhèrent à notre projet. On ne peut pas leur expliquer qu'ils vont entendre après un sourire et ensuite leur imposer le travail nécessaire pour récupérer et surtout entretenir une audition qui s'autodétruit. Ces publicités doivent devenir insupportables au sourd. Ce sera un gros travail de tous les membres des circuits du GRAP*santé* que nous voudrions installer partout en France pour faire comprendre au malentendant et à son aidant que les contes de fées promis sont des contre-vérités et qu'il va devoir mettre la main à la pâte.

## • La randomisation

Nous avons dû, pour construire le protocole constituer trois groupes de sujets qui présentent chacun une certaine unité et permettant de comparer les résultats. Plutôt que de constituer des groupes représentant chacun un traitement pour à la fin choisir le meilleur, nous avons préféré réunir 3 conceptions de traitement sans nous occuper du contenu de ces traitements mais seulement de leur conception et de la manière dont ils sont administrés. La complexité de notre proposition rendant ce stratagème nécessaire, ce sont donc trois processus que nous décrirons et qui seront proposés à trois groupes de sujets.

Nous avions pensé d'abord randomiser l'étude préliminaire mais l'état d'esprit actuel des personnes malentendantes en France n'offrent pas la possibilité d'une telle randomisation. Nous nous sommes donc rabattus sur une randomisation partielle en créant deux types de sujets : ceux qui voulaient bien

participer à l'étude préliminaire mais qui refusaient tout traitement (groupe témoin) et ceux qui acceptaient le traitement et qui étaient alors divisés par tirage au sort en un groupe seulement appareillé et un autre groupe acceptant le processus thérapeutique complet.

Au final il s'est hélas avéré impossible d'effectuer le moindre tirage au sort. C'est ainsi que pour pouvoir constituer des groupes dans le temps qui nous était imparti il a été décidé de laisser les presbycousiques choisir mais de prolonger l'étude préliminaire que nous voulions faire sur 6 mois en une étude préliminaire sur 12 mois. Les 6 premiers mois étaient au choix des sujets et les six mois suivants pour des raisons d'éthique offraient la possibilité de changer de groupe et d'avoir une prolongation pour ceux qui étaient contents des résultats de leur traitement ou bien encore de choisir l'abandon ou enfin d'accepter le processus thérapeutique complet.

Au moment où nous écrivons ces lignes, les 6 premiers mois sont terminés et nous disposons donc des résultats partiels à 6 mois que nous présenterons à la fin de ce chapitre. Pour tous les sujets, l'étude préliminaire devrait être terminée fin avril 2015 et nous pourrions passer à la deuxième phase, celle d'une nouvelle étude longitudinale mais cette fois sur une dizaine d'années, nous y reviendrons.

Pour justifier nos décisions, il faut redire qu'il n'y a aucun traitement curatif et que le seul traitement palliatif qui ait fait ses preuves consiste actuellement à proposer deux aides auditives correctement mises en place, portées et suivies.

Lorsque ces aides sont correctement mises en place elles donnent effectivement selon la période évolutive à laquelle elles sont proposées, des résultats variables. Ces résultats sont excellents pendant la période subclinique où elles rendent une audition quasi-normale au patient. Dès la période clinique, les résultats deviennent plus aléatoires et se dégradent au fur et à mesure que les destructions des cellules ciliées externes augmentent. Enfin, les aides auditives n'apportent plus, seules, qu'une amélioration très insuffisante dans la période des complications.

Cela s'explique bien : des cellules ciliées mortes ne peuvent pas bénéficier du renforcement d'un potentiel qu'elles n'ont plus. À tort, certains audioprothésistes habitués à travailler seuls et voyant les possibilités de leurs appareils très insuffisants malgré des réglages adaptés, acceptent alors d'adresser leur patient à l'orthophoniste car, comme ils le reconnaissent, ils ne peuvent plus « tout seul » apporter la solution. Mais à ce moment les dégradations, en particulier cognitives sont telles, que la rééducation, comme on l'a compris, n'est plus possible dans des conditions optimales.

Pour notre protocole il va donc falloir que nous tenions compte de ces réalités qui ne sont généralement pas prises en compte dans les études faites avec des aides auditives.

### • Les trois groupes retenus

Nous avons en conséquence pris le parti de faire trois groupes : un groupe témoin, un groupe suivant exactement le traitement « habituel » de la presbycousie et un groupe bénéficiant du processus thérapeutique complet que nous proposons. Chacun a eu son observation correspondant à ce que cette classification entraîne, sans plus.

Le groupe ayant le traitement orthophonique a donc eu la même prestation que celui du groupe 2 (appareils seuls) plus la réhabilitation fonctionnelle qui va comporter non seulement une rééducation orthophonique mais aussi un travail d'équipe donné conjointement avec l'audioprothésiste et qui comportera donc un aidant et des réglages conjoints des aides auditives et une aide de l'audioprothésiste à l'orthophoniste portant sur l'offre orthophonique. Il faut donc voir cette réhabilitation comme un tout inséparable qui sera comparé avec le seul travail de l'audioprothésiste dans le second groupe.

Ce postulat de départ devra bien sûr être présent à notre esprit durant toute l'étude préliminaire qui est prévue pour une période d'un an avec une étape à 6 mois pour permettre aux sujets de changer d'avis et de choisir le groupe qui leur convient le mieux. Cette préoccupation éthique a été respectée à la lettre et nous sommes maintenant dans la deuxième partie jusqu'à fin mars où il sera alors possible d'avoir des conclusions définitives.

Nous donnerons cependant les premiers résultats intermédiaires à six mois dans cette thèse pour justifier tous les espoirs que nous mettons dans le processus original que nous proposons. Nous verrons ensuite à suivre cette première étude longitudinale sur un an par la construction d'une étude sur une dizaine d'années où tous les acquis de ce travail trouveront leur vraie place dans l'évolution de la presbycusie. Cela constituera, nous l'espérons, notre post-doctorat.

Dans l'ensemble tous les patients de l'étude préliminaire ont été inclus dans l'étude préliminaire lors de la « période clinique » de la presbycusie avec quelques sujets à la frontière de la période subclinique et certains patients presque arrivés à la période des complications.

Dans notre proposition de traitement 3 types de réhabilitation vont se succéder, comme se succèdent sur 30 ans celles de la presbycusie. La période subclinique aujourd'hui ignorée faute de dépistage, la période clinique, qui correspond à la très grande majorité des patients sélectionnés pour l'étude 2 « FRéCAOP » et enfin celle des complications à laquelle nous ne pouvions accéder puisque nous avons, pour des raisons de bon sens, réorientés les sujets présentant des troubles de la cognition vers une prise en charge plus adaptée.

Nous allons cependant en dire quelques mots ici car aucun des patients n'a la même presbycusie et la particularité de notre processus de rééducation est de s'y adapter. L'adaptation « chemin faisant » est nécessaire non seulement en ce qui concerne la surdité mais aussi selon le terrain, les antécédents, les aléas de la vie qui viennent s'ajouter pour faire que nous n'aurons aucun modèle unique à présenter.

Dernier point, les trois périodes se recoupent, s'entrelacent et rendent tout classement rigide impropre à retranscrire la réalité vécue. Nous aurons donc à notre disposition tout ce que nous avons pu réunir pour donner au patient les éléments d'une thérapeutique dont il a besoin pour son cas personnel et manager spécialement pour lui par un aidant.

Selon le niveau de perte auditive et ses conséquences sur l'audition nous proposerons une éducation, une rééducation, une adaptation aux complications. Toutes les actions rééducatives que nous proposerons seront évolutives et en permanence appréciées et changées si besoin. Ainsi, nous pourrions aller d'une simple éducation auditive à la proposition d'un implant cochléaire si la situation auditive l'exige.

## • **Éduquer n'est pas rééduquer**

Pour nous, *éduquer* c'est tout simplement faciliter, lever les embûches, ouvrir la voie à un être humain qui va utiliser ses aptitudes naturelles pour acquérir des compétences, régler des comportements, améliorer des actions, se générer autour de ses capacités. Le moteur de ce comportement vient des émotions que tout individu peut transformer en motivation. Alors, certes il imite depuis qu'il est enfant, il simule, il est curieux, il veut apprendre pour faire « mieux » que tout le monde. Il veut être meilleur, plus fort, plus solide que les autres. Du même coup, il va lui falloir accepter la contradiction pour être à la fois sociable et efficace dans sa recherche d'amélioration. Somme toute il faut pour s'éduquer, faire mieux avec ce dont on dispose personnellement dans et grâce à son environnement.

*Rééduquer* est tout à fait différent puisque dans ce cas il y a eu une perte de potentiel du sujet qu'il faut combler avec ce qui reste et là encore dans et avec son environnement. On le voit ce qui change, c'est l'individu et ce qui ne change pas souvent, c'est l'environnement. Alors se pose la question qui doit changer : l'environnement, le sujet ou les deux ; le sujet et son environnement ?

Si l'on veut faire bouger les choses, il faut être conscient qu'aujourd'hui ni le sourd, ni l'environnement ne changent et ne veulent changer, ce qui est à l'origine de la médiocre et triste situation que nous vivons tous les jours.

Notre objectif est bien sûr de poursuivre dans la direction prise actuellement qui consiste à adapter le monde pour qu'il soit moins dur aux malentendants. Mais c'est difficile quand on nous a répété que d'être sourd quand on est vieux, c'est « normal » et qu'il faut s'y habituer. Presque tous les médecins le pensent car leurs études ne leur ont pas permis d'apprendre l'oreille au même niveau que l'œil par exemple ou le tact. Depuis quelques temps il y a un « petit mieux » mais pas grand-chose et les EHPAD continuent à laisser errer leurs pensionnaires enfermées dans leur « prison de verre », sans comprendre ce qui leur arrive. Je ne peux pas m'empêcher de penser que nous sommes là, par ignorance, devant une situation qui confine à de la maltraitance.

Les 3 études « AcoumAudio » (en cours de publication) ont permis de montrer que l'on pouvait très facilement dépister le tout premier stade dit « subclinique » de la presbyacousie. Si le sujet ne perçoit pas la voix chuchotée, il faut l'adresser à un ORL en espérant qu'il ne va pas conseiller d'attendre d'être plus sourd pour pouvoir l'appareiller et qu'il n'aura pas une prescription d'un médicament quelconque (Vasodilatateur ou Vitamine B1 par exemple), qui n'ont aucune efficacité (HAS, 2008), en attendant que la surdité devienne « appareillable » !

C'est là que l'attitude doit changer et c'est à cela que le GRAP*santé* travaille depuis maintenant presque 10 ans.

Nous répétons qu'il faudrait apprendre aux enfants à l'école comment nous sommes construits au même titre que l'histoire la géographie ou les mathématiques.... À défaut, il n'est jamais trop tard pour bien faire. Apprendre aux malentendants en devenir, aux presbyacousiques qui s'ignorent, qu'ils vont avoir de graves complications s'ils persistent à ne pas prendre conscience de leur situation, serait déjà un énorme progrès. Lui apprendre comment « construire son audition », l'éduquer avant de le rééduquer serait un tel progrès qu'on ne se poserait peut-être plus la question de savoir s'il faut craindre des complications. Rappelons qu'on n'entend pas de naissance, on apprend à entendre comme on apprend à lire et à écrire.

C'est durant cette phase qu'il faut apprendre au presbyacousique à améliorer ses capacités d'entendre « normalement », sans attendre des dégradations qui ne permettront plus les performances d'une oreille normale. Valoriser l'audition rendue par les appareils est riche de possibilités pour mieux comprendre ensuite à compenser ce qui va définitivement manquer. Donner un Steinway à quelqu'un ne l'assure en rien de jouer Chopin s'il ne l'a jamais travaillé. En revanche avec un piano droit, il peut encore jouer Chopin très correctement s'il connaît bien l'œuvre.

Cette éducation manquante se fait comme chez l'enfant lors d'une période propice à cet exercice : la période subclinique. Rééduquer va procéder de la même manière mais avec des comportements et des objectifs différents, objectifs qui vont, bien sûr, évoluer dans le temps. La période optimale est irremplaçable comme l'apprentissage d'une langue dans la prime enfance ou à l'adolescence. Par exemple un Français gardera toujours un accent français s'il apprend l'Anglais après 5 ou 6 ans. C'est l'expérience acquise lors de la réalisation des observations de l'étude 2 « FRéCAOP » qui m'ont amenée à penser de cette manière avec l'espoir secret de retarder ou peut-être même d'éviter les deux périodes qui suivent. Par une rééducation que l'Aidant du presbyacousique ne stopperait jamais, nous avons de solides raisons de l'espérer.

Par Rééducation, nous entendons donc faire feu de tout bois après avoir fait la part du feu car il ne sert à rien de s'entêter si les cellules cillées externes sont mortes. Nous sommes beaucoup moins exigeants devant l'impossibilité mais nous contournons l'obstacle avec les mêmes procédés que l'enfant qui apprend à entendre, quitte à déplacer le problème là où tout est encore possible. Prenons deux exemples :

1. Prononcer devant l'Aidant et le patient une phrase inaudible pour le patient compte tenu de son seuil d'audition mais audible par l'Aidant normoentendant. Puis monter le niveau sonore au-dessus du seuil du patient pour qu'il l'entende très bien et baisser ensuite progressivement jusqu'à ce qu'il ne l'entende plus à nouveau. Répéter l'exercice tous les jours avec la même phrase mais avec des pièges (un mot changé, une autre phrase voisine...) font prendre conscience au patient qu'il peut améliorer son audition. Cette amélioration si elle est régulièrement travaillée devient pérenne.
2. Refaire le même exercice mais le presbyacousique est devenu l'Aidant de l'Aidant qui mime le sourd et oblige le presbyacousique à entendre les réponses et à dire si elles sont vraies ou fausses.

Très rapidement c'est l'Aidant et le presbyacousique qui proposent des exercices qui leurs sont utiles et l'orthophoniste qui enrichit sa palette de nouveaux exercices. Mais nous en reparlerons...

## • **Choix et principes de la méthode**

Pour construire ce protocole nous avons procédé à des recherches de solutions depuis que je suis au GRAP*santé*, soit depuis 2008... Ce fut d'abord l'Acoutest pour essayer de distinguer l'action des appareils de l'ajout de la réhabilitation fonctionnelle. Puis dès 2010 nous avons commencé, à partir de ce qui se faisait pour les enfants et les implants, à construire une rééducation (Chisolm et al., 2003). La complexité que nous avons prise en compte nous a conduits à chercher davantage à s'adapter aux besoins du patient que de trouver l'action parfaite.

Notre méthode, nous l'avons empruntée à Marie José Avenier qui propose une stratégie tâtonnante, chemin faisant (Avenier, 1997). Nous appelons ce stratagème « faire feu de tout bois ». Ce sont

davantage les réactions du patient qui nous guident mais ce sont les notions acquises qui nous offrent les idées, l'imagination fait le reste. Petit à petit se construit une série de processus que l'on met en place. On propose ensuite que les patients améliorent par leur travail la fonction auditive avec nos propositions. Après quelques semaines, nous revoyons le patient pour voir « si » nous n'aurions pas une autre idée pour si besoin améliorer le résultat. N'oublions pas tout ce que nous apporte le travail conjoint avec l'audioprothésiste et l'ORL.

L'audition dans le bruit, l'audition en situation de vie courante est un sujet qui nous a beaucoup retenus et qui nous retient toujours. Nous allons le développer ici car nous rappelons que la principale critique des patients appareillés consiste à clamer haut et fort qu'ils entendent très bien et même beaucoup mieux depuis qu'ils ont leurs appareils mais qu'il ne comprennent pas. Ils veulent comprendre et nous restons impuissants devant leur plainte.

Pour nous, la première chose à expliquer c'est qu'un normoentendant n'entend pas non plus dans le bruit. Mais lui ne s'en plaint pas car il entend bien partout ailleurs et il en est ainsi depuis son enfance. On aura fait un gros progrès une fois que le malentendant aura compris que ce n'est pas toujours possible d'entendre dans le bruit et qu'il faut l'accepter. Il faut reconnaître avec franchise que pour lui la situation est effectivement plus délicate et l'inciter à travailler à reconnaître les pertinences, les différences entre les sons qui sont le meilleur travail pour l'écoute dans le bruit.

À ce sujet disons un mot de la lecture labiale. Lorsque nous sommes dans un hall de gare, nous ne comprenons souvent rien au message délivré dans un bruit infernal et nous sommes souvent gênés de ne pas comprendre les annonces. Ce fait est lié aux sonorités très déformées qu'offrent les haut-parleurs de gare. Il faut lire sur les lèvres si nous conversons avec un ami sur le quai. Pour le haut-parleur nous ne voyons pas de solution, mais pour le reste la lecture labiale fait son travail, car si nous ne quittons pas des yeux notre interlocuteur nous comprenons tout parfaitement. C'est ce fait qui nous fait pratiquer la lecture labiale avec un peu de son dans les paroles sans modifier l'articulation car cette méthode rend très utilisable la lecture labiale chez les personnes sourdes.

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, on a le choix entre tout vouloir simplifier, ou baisser les bras parce que ce qui est observé défie l'imagination. À la suite de E. Morin, JL Le Moigne et A. Damasio, il nous est apparu que de prendre en compte la complexité changeait radicalement l'approche. Nous allons en voir ici l'illustration. Qui dit complexité, n'impose nullement de refuser la simplicité et de jeter le bébé avec l'eau du bain. Nous allons la garder mais un temps très bref, juste le temps de comprendre avant de la remettre dans sa complexité naturelle. C'est ainsi que nous allons traiter le projet de notre deuxième étude de thèse en commençant par fournir une direction à notre recherche, puis à lui fournir les outils et enfin à organiser l'étude elle-même de telle manière, puisque le traitement que nous proposons est original, qu'en même temps que nous construisons notre pensée, l'étude puisse s'auto-générer.

## • L'objectif

Nous voulions montrer qu'il ne suffit pas d'adapter à un presbycusique deux aides auditives, quelle que soit la qualité de leur réglage. En aucun cas, nous ne pourrions compenser parfaitement les pertes occasionnées par la presbycusie.

Pour ce faire, il nous faut réfléchir à ce qu'offrent les prothèses et ce qui manque au presbyacousique. Les appareils offrent l'intensité qui ne peut plus être fournie par une cellule malade, encore vivante. En revanche, ce qui concerne la fréquence doit être compensé d'une toute autre manière. C'est le rôle de l'orthophoniste avec la rééducation.

Nous avons procédé de la même manière que l'homme s'auto-construit. Après des essais suivis d'échecs, il arrive un temps où le succès couronne l'action améliorée de récursivité en récursivité. Depuis 2011, nous avons construit une rééducation que nous appelons audio-verbale mais qui est beaucoup plus complète que ce que contient son titre. Il s'agit non plus d'adapter les aides auditives au patient, mais de venir en plus adapter le patient à ses aides auditives en tenant compte des possibilités qu'il lui reste. Ce sera d'autant plus facile qu'il n'aura pas perdu ces possibilités et qu'ainsi les progrès à faire se feront tranquillement à la vitesse de dégradation et non brusquement devant un désastre plus ou moins réparable.

Il ne suffit donc plus d'adapter seulement le patient aux aides auditives, mais de l'aider à compenser par d'autres mécanismes les déficits qui apparaissent au fur et à mesure de l'évolution de la maladie. Les aides sont censées compenser les déficits et elles le font bien pendant toute la période infra clinique. Ensuite, elles ne peuvent plus remplacer ce qui manque puisqu'il n'y a plus de cellules cillées à l'endroit de ce manque... Il ne faut pas pour autant baisser les bras surtout quand on a la chance de voir le patient durant la période subclinique.

C'est justement pendant cette période qu'il faut préparer le patient à l'évolution inéluctable de la presbyacousie en lui apprenant à auto-construire des mécanismes compensatoires utilisant les capacités de tout son système auditif. Les nouveaux processus tirés des restes auditifs qu'il mettra en place lui serviront toute sa vie et seront d'autant plus faciles à appliquer qu'ils auront été automatisés tôt, quand les pertes étaient encore minimales.

Nous nous trouvons devant trois exigences : premièrement connaître les manques, présents et à venir, deuxièmement, être capable de les évaluer, d'en apprécier l'importance, la qualité et le mécanisme. Et enfin, d'avoir une solution qui pallie le déficit. Nous avons donc utilisé AcoumAudio pour détecter la presbyacousie (AcoumAudio I), apprécié le stade de la perte (stades ; Acoumaudio II) et troisièmement mettre en place les systèmes de compensation à partir des mécanismes neurologiques qui étaient perturbés mais qui pouvaient bénéficier d'une reconstruction à la manière dont ils avaient été créés dans la prime enfance. Nous verrons avec des exemples qu'il y a beaucoup plus de solutions que nous imaginions et que la complexité nous a été d'une grande utilité.

### • **Les moyens techniques**

Le presbyacousique entend et qui plus est a l'impression d'entendre mieux qu'avant puisque son champ auditif est beaucoup plus étroit, le seuil d'audition venant à la rencontre du seuil douloureux (recrutement). Ainsi, lorsqu'on lui dira quelque chose, il vous dira « plus fort je n'entends pas », et lorsqu'on élèvera la voix, il dira « pas si fort », vous me faites mal. Bien entendu nous parlons de la deuxième phase, car à la phase infraclinique, ce rétrécissement du champ n'est pas perceptible. Mais il faudra toujours y penser afin de ne jamais hyper compenser, que ce soit au niveau du réglage de l'intensité des prothèses, qu'à celui que l'on conseillera au patient pour régler les diverses sources sonores dont il dispose : radio, télévision, téléphone, etc.

Les fréquences manquantes au tout début, et le début remonte presque à l'enfance puisqu'à partir d'une vingtaine ou d'une trentaine d'années, le champ de ces fréquences s'ampute, depuis le 20000Hz pour être inférieur à 10000 à partir de 40 ans et bien sûr, à partir de 70 ans, le 8000 est déjà très atteint. On entre alors surtout si des traumatismes sonores, des produits ototoxiques ou une prédisposition génétique s'en mêlent dans une réduction du champ auditif courant comprenant les fréquences 4000, 2000, 1000 et 500Hz (il s'agit des fréquences utilisées pour calculer une perte auditive moyenne).

Lorsqu'on ampute ce champ de la parole, il apparaît des distorsions c'est-à-dire que la forme sonore ne correspond plus à celle qui est enregistrée en mémoire parce que les aigus manquants ne permettent plus à l'auditeur de la retrouver, il faut donc soit la compenser par l'appareillage, et c'est longtemps possible si la cellule ciliée externe est en vie, mais mourante ou morte, elle ne bénéficie plus de l'apport de l'appareillage et il est donc illusoire d'attendre des appareils dès la phase clinique des récupérations parfaites.

Nous rappelons que déjà qu'une grande partie du champ auditif a disparu, même si on ne s'en aperçoit pas dans le champ auditif du langage. Bien sûr en ce qui concerne la perception de la musique, elle va être amputée et il ne sera pas possible de la réparer car nous n'avons pas actuellement la capacité de le faire. Et donc, le musicien sera celui qui aura le plus de mal, et finalement n'arrivera pas à retrouver une audition satisfaisante. Et pourtant, c'est celui qui se plaint le moins de la surdité car il s'adapte et adapte son oreille avec une facilité que celui qui n'a pas fait ce travail sur ce sens est incapable de faire, même s'il reconnaît qu'il perd petit à petit la richesse du timbre qu'il appréciait tant.

Il nous semble que le musicien a la plus grande part de la musique dans sa tête et que son imagination, sa mémoire musicale lui permettent de retrouver des sons à l'occasion de perceptions tronquées qui suffisent à lui recréer le bonheur d'entendre. Quel que soit ce qui lui reste, le musicien a toujours assez de cortex pour retrouver dans sa mémoire ce qu'il manque alors que sans le travail qu'il a fait, il resterait isolé, muré autour du vide, et en serait incapable. Il sait profiter de chaque sensation sonore nouvelle et retrouvée.

Un examen audiométrique des hautes fréquences qui n'est plus pratiqué actuellement montrait bien le vieillissement de l'oreille (Vergnon, 2008), on pouvait donner l'âge d'une personne au vu du graphique qui était présenté. La perte irréparable permet cependant d'espérer une récupération de très bonne qualité. Au début, parce que les déformations ne sont pas suffisantes pour empêcher de reconnaître une forme sonore. Mais ensuite, tout rapprochement entre la mémoire et ce qui est perçu ne peut plus entraîner la moindre reconnaissance de cette forme sonore par comparaison. C'est là que l'orthophonie apporte sa part.

Pour comprendre ce que les ORL appellent le « recrutement », il faut imaginer un champ auditif des fréquences perçues qui se rétrécirait sur lui-même. Ainsi, un Do et un Ré, par diminution de l'espace fréquentiel entre eux, ne seraient pas séparés par 9 commas (plus petite différence de fréquence perceptible par l'oreille) mais seraient pratiquement identiques, le Ré devenant à peine plus haut que le Do et avec lequel on pourrait le confondre.

Que ce soit pour l'intensité ou pour la fréquence, ou dans l'usage du temps, rythme, prosodie..., les sons vont être compactés pour finir par disparaître à la mort des cellules ciliées concernées entraînant une gêne sociale qui s'accroît avec l'évolution de la presbyacousie.

Le recours à la lecture labiale sera alors utile pendant qu'on essaiera de faire entendre les aigus perdus par d'autres zones où l'audition conservée peut encore faire des différences entre des formes sonores. Il est préférable d'avoir anticipé cette période en ce qui concerne la lecture labiale car elle demande du temps pour être efficiente et doit être immédiatement utilisable. Cette lecture labiale améliorée par le murmure presque inaudible (car nous ne l'utilisons pas à blanc mais avec un son à peine audible), rend la lecture labiale beaucoup plus facile à apprendre au début. Avec ce simple ajout, le presbyacousique ne perd pas pied et continue à entendre dans la vie courante. À ce stade il faut avoir recours à un travail combiné entre l'audition résiduelle, la lecture labiale, les nouveaux automatismes acquis (s'il y en a), et tous les processus cognitifs impliqués dans l'audition.

Une notion nous est apparue chez les grands sourds, l'adjonction de la prothèse auditive permet, même si elle paraît totalement inutile dans l'esprit du patient, grâce à un réglage très fin, de se glisser dans le champ restant et d'offrir un champ auditif encore exploitable. Au fur et à mesure de la rééducation, les réglages vont devenir de plus en plus efficaces dans le peu de marge qu'il reste. Mais ne rêvons pas, même si le résultat devient efficace, la solution n'est pas là. Il arrive un moment à anticiper quelque peu où l'implant devient la seule solution acceptable. Nous imaginons que le travail post-implant devrait bénéficier du travail fait pour compenser la presbyacousie. Nous n'en avons pas l'expérience.

Pour revenir à notre réhabilitation, admettons que le patient, l'audioprothésiste, l'orthophoniste ne puissent améliorer l'audition du patient (c'est une hypothèse sur laquelle on doit travailler, même si elle est rare), nous pouvons encore agir. On va lui faire dire le mot qu'il n'entend pas. L'action de dire, ou de penser le mot, qui est l'action qui suit la perception va avoir des récursivités sur l'audition qui vont améliorer les qualités perceptives restantes sans qu'on ait besoin de faire spécifiquement travailler l'oreille. Ainsi, si on répète de nombreuses fois, le seuil qui n'était pas atteint malgré tous nos efforts l'est maintenant sans effort. Nous constatons que le fait de faire l'action de dire le mot et nous disons alors qu'« il entend mieux », grâce à la récursivité.

Si l'on veut renforcer cette technique, on peut utiliser la suppléance mentale (mémoire) et l'action qui suit en lui faisant dire le mot qu'il a imaginé. Lui confirmer que c'est le bon et le mettre dans un circuit de répétition ; ce sera d'autant plus rapide que le patient aura fait le travail tout seul.

On demandera au patient de reproduire le son qu'il perçoit quel qu'il soit. On va ensuite lui faire deviner, grâce à son imagination et à sa mémoire de manière automatique. Le fait de balayer les mots qui manquent dans une phrase va lui faire travailler son oreille. Plus le patient va dire le mot, plus il va l'entendre. Nous allons essayer avec un son perçu mais non reconnu, grâce à l'action qui va suivre, de reconstruire un nouveau chemin en passant par la mémoire du son originel et l'imagination. Il est évident qu'il ne peut reconstruire que de nouveaux sons avec d'anciens sons mémorisés ou plutôt avec d'anciennes significations réactualisées sous une autre forme, rendue maintenant audible.

On peut aussi utiliser, parmi les actions, l'imitation. La vision dans la lecture labiale et la lecture d'un texte écrit peuvent rendre service. Pour nous ces procédés ne peuvent être utilisés que si un aidant

vient les rendre efficaces par la fréquence des répétitions. On peut également imiter toutes les intonations possibles.

Tendre des pièges pour vérifier l'efficacité de la tactique utilisée s'avérera également nécessaire. On procède au cours des répétitions d'un des exercices précédents, on mettra un mot incongru/intrus au milieu d'une phrase, et le patient devra signaler que le mot n'était pas le même. Il faut sans arrêt vérifier par ce type de piège que le patient entend réellement les sons émis. Le seuil peut devenir très sensiblement inférieur à ce qu'il était.

Ce sont ces qualités qui sont complètement oubliées aujourd'hui dans la rééducation du malentendant et qu'on devrait proposer à l'école pour qu'il reconstitue avec une meilleure oreille ce que les appareils ne peuvent pas lui donner ou ne lui donner que partiellement. Il n'est donc plus admissible de considérer qu'on a fait ce qu'on pouvait, que les appareils suffisent, et le patient qui espère entendre avec ses appareils comme il voit avec ses lunettes confond, car il ne le sait pas, une surdité de transmission avec une surdité neurosensorielle.

Tout ceci peut être amélioré par une mise en situation de vie courante, dans la cuisine, dans la chambre à coucher avec la télé qui marche etc. Et nous aimons beaucoup utiliser l'imitation. Celle-ci permet de faire de l'Aidant un pseudo-sourd qui joue la comédie et du patient un aidant qui fait tout ce qu'il peut pour communiquer ce qu'il sait à son presbyacousique. Nous y tenons d'autant plus qu'il est vrai qu'en toute logique c'est l'enseignant qui apprend mieux que l'enseigné.

Ainsi, le fait de refaire tous les exercices que nous venons d'expliquer en inversant les rôles permet de conforter les résultats acquis, d'aller beaucoup plus vite pour les atteindre et d'atteindre des résultats qui seraient inaccessibles sans cela.

Nous avons un outil que nous considérons capital et que nous demanderons au couple Aidant-presbyacousique d'employer le plus souvent possible : un cahier de suivi. Ce cahier qu'ils vont remplir reflète l'ambiance dans laquelle le couple travaille, la qualité et la quantité du travail fourni. Il nous permet également de préciser les mots mal compris, les erreurs, les exercices déformés, les confusions. Ce cahier, support de la rééducation, va guider toute notre intervention.

Une manière d'améliorer la rééducation et d'enlever le côté monotone de la répétition sans objet consiste à tout transformer en jeu de société, en moment de challenge. Ce sera notre manière d'introduire le troisième volet de notre travail, car le jeu crée des émotions et les émotions jouent un très grand rôle dans la rééducation. C'est d'autant plus utile que la personne est âgée, seule avec un aidant, ça la motive d'autant plus qu'elle est contente de se rééduquer, ne serait-ce que pour nous aider et nous faire plaisir.

Les émotions ne doivent surtout pas être oubliées. On ne peut pas les dissocier des perceptions et des actions et ce n'est que pour des commodités d'explications que nous allons les examiner hors de leur contexte mais nous n'omettrons jamais de les remettre dans leur écologie à chaque fois que nous voudrions avoir une idée de leur écologie et de leur intérêt dans la rééducation du presbyacousique.

Commençons par un état des lieux : le presbyacousique ne sait pas qu'il est sourd. Quand il le sait, il le dénie. En revanche, il se sent malheureux et en veut à la société entière de ce malheur qui pèse sur ses épaules et dont il ne comprend pas l'origine. Il se sent seul, triste, rien ne l'amuse plus, ses amis le

quitte, il n'a d'ailleurs plus envie de les voir. Avec sa femme, c'est un calvaire, toute la journée il se querelle avec elle, elle ne comprend rien, passe sa vie à crier sur lui, à lui demander sans raison un tas de choses qui sont justement ce qu'il n'a pas envie de faire, d'ailleurs il n'a envie de rien, ne s'intéresse plus à rien, ne regarde plus les feuilletons à la télévisions et se demande ce qu'il fait sur terre.

Son médecin lui a expliqué qu'il était dépressif et il sent bien qu'il a raison, alors il prend les médicaments qu'on lui a donnés, se sent de plus en plus fatigué, n'a plus envie d'avoir d'idées, ses petits-enfants sont insupportables, très mal élevés, rient dans son dos, se moquent de lui. Bref, il ne désire plus qu'une chose, c'est qu'on lui fiche la paix. Mais alors, il ne supporte plus d'être seul, malaimé, rejeté, considéré comme une charge. Sa femme lui reproche à longueur de journée qu'il n'écoute pas, qu'il n'est pas attentif, elle pense que ce n'est pas forcément qu'il n'entend pas...

Les moyens, ce sont : des techniques de rééducation possibles, un changement d'état d'esprit des Français, des patients qui comprennent leur perte auditive, des aidants, des réunions d'équipes, etc. Nous verrons les projets que nous formons avec l'application de cette étude préliminaire en troisième partie.

### • **Essai pratique (utilisation des moyens)**

De 2011 à 2013, nous avons mis en pratique toutes les idées qui nous venaient à l'esprit afin de choisir celles qui répondaient aux objectifs que nous nous étions fixés. Le presbyacousique doit sentir qu'il est la personne qui nous intéresse le plus ; c'est « *le patient* ». Il faut ensuite lui faire accepter d'être sourd : c'est en parlant devant lui avec l'Aidant que nous avons le meilleur angle d'attaque pour montrer au patient qu'il ne comprend pas (Il ne faut pas que l'Aidant soit également presbyacousique, bien évidemment).

À partir du cahier, je me suis posé nombre de questions :

- Fallait-il ne s'occuper que du patient ? Mais depuis l'anecdote qui m'a fait penser à l'Aidant, il n'en est plus question.
- Pouvait-on utiliser la mémoire procédurale pour améliorer l'audition ? Nous avons eu un patient Alzheimer qui sans explication uniquement par répétition a fait de gros progrès. Ils n'ont malheureusement pas duré longtemps.
- Comment travailler la mémoire procédurale si on ne voit le patient qu'une fois par semaine ? On ne peut pas, sauf en ayant recours à l'Aidant.
- La lecture labiale est-elle enseignable « à la petite semaine » ? Comment faire avec les personnes âgées ? Nous sommes partis de l'idée qu'il reste des capacités auditives avant la surdité sévère et que les prothèses auditives les augmentent considérablement. Pourquoi ne pas faire la lecture labiale avec un fond sonore. Après quelques expériences et des résultats extraordinaires, nous avons compris que nous avions la solution. Cette idée nous est venue car l'Aidant, en faisant la lecture labiale, en pensant rendre service, renforce les expressions et les mouvements des lèvres. Nous avons constaté qu'en lui demandant de mettre un peu de son, la prononciation devenait beaucoup plus réaliste, et que le patient comprenait immédiatement. Ainsi, quand on cache les lèvres il n'entend pas, avec la même intensité quand il a la lecture labiale il entend, et cela même dans le bruit (gare) ; alors pourquoi l'en priver, surtout que chercher à le rendre lecteur labial pur et expert est totalement irréaliste. La lecture labiale avec du son prend une importance considérable au point que nous avons constaté que lorsque

l'Aidant retire la feuille, le patient entend très bien et qu'au bout d'un certain temps, il entend même le son lèvres cachées : c'est dire que le patient a augmenté sa capacité de perception. Il a entendu quelque chose de semblable, augmenté les capacités sélectives de son oreille (c'est notre hypothèse). Si on lui fait travailler suffisamment, il entendra pratiquement tout à ce niveau d'intensité, à condition de pouvoir mobiliser son attention et sa mémoire. Il va falloir travailler à un niveau qu'il avait abandonné. Mais avec un décibel de plus, parfois, le patient est largement aidé d'un coup, alors il ne faut pas s'en priver et retourner voir l'audioprothésiste (le plus souvent possible avec l'orthophoniste) régulièrement. Comme cet exercice va sélectionner des mots mal perçus qu'il va spécifiquement travailler, il faut que ce soit l'Aidant qui indique les erreurs ; c'est la principale raison pour laquelle il nous fallait un cahier.

Ce cahier de suivi est donc l'outil nécessaire et presque suffisant puisqu'à lui seul, il montre les points faibles, les déficits à corriger, le plan à suivre et l'évolution, les résultats dans le temps permettant de suivre l'évolution jusqu'à la mort, et donc d'apporter le plus tôt possible les remèdes pour les éviter ou les minimiser. Ce cahier est laissé au libre choix de l'Aidant et du presbycousique et par expérience, nous savons dès que nous voyons la tenue du cahier, quel sera le pronostic : très bon, moyennement bon ou passable. Il faut faire comprendre que tout mot qui ne sera pas noté dans le cahier ne pourra pas être rééduqué. Nous accordons une extrême importance à ce cahier et à sa présentation à l'Aidant et au patient, c'est le seul moyen dont nous disposons pour que le patient prenne conscience des points faibles, du travail à faire, des renseignements à donner. Il devient alors encore plus acteur de sa rééducation.

Lorsqu'un patient en lecture labiale ne parvient pas à lire une phrase ou un mot, on lui demande simplement, sans chercher le sens, de reproduire le mouvement de la bouche de l'Aidant ; de manière à mettre tout le système sensori-moteur en route pour accéder au sens en passant par la reconnaissance. Nous avons aussi compris l'intérêt de l'action de mimer dans cet apprentissage pour le versant auditif. On demandera au patient de reproduire à l'identique les mots et phrases prononcées par l'Aidant (intonation, intensité, prosodie, rythme etc.).

Beaucoup de patients sont venus nous voir pour avoir des soins gratuits après l'appareillage. Quand nous leur demandions s'il voulait travailler avec nous pour trouver des exercices, nous ne savions pas quoi leur proposer. Il nous est alors venu à l'idée d'utiliser un cahier pour qu'ils nous indiquent ce qui leur manquait, ce qu'ils désiraient. C'est le cahier qui est venu régler définitivement le problème. Aucune thérapeutique ne peut être imaginée à partir de données que le thérapeute ne possède pas. La façon dont un individu a construit son audition lui appartient et la plupart des réponses lui sont inconnues puisqu'elles ont été le fruit d'automatismes dont il ignore complètement l'existence. Nous avons là le moyen de codifier un protocole qui répondait par grands domaines aux besoins généraux de leur presbycousie mais qui grâce au cahier s'adaptait le plus exactement possible à chaque cas individuel.

## **d. Présentation du protocole choisi**

Comme il n'existe pas de protocole clinique comparable à celui que nous proposons, nous avons dû en partant de l'existant pour les enfants sourds et les patients qui ont reçu un implant cochléaire, imaginer la rééducation proposée dans cette étude préliminaire à partir du travail que nous venons de

décrire. Nous avons toujours eu l'accord de nos Directeurs de thèses et les 3 cahiers observations que nous présentons en annexes ont été contrôlés avant le début de l'étude. Pour la totalité, ils procèdent de techniques utilisées dans d'autres domaines et que nous avons seulement adaptées aux presbycousiques qui ont accepté de signer le consentement éclairé qui leur a été expliqué et proposé.

Les examens que nous avons utilisés sont spécifiques à trois grands domaines : outre les renseignements sur le sujet lui-même, l'interrogatoire général habituel précisant les critères de sélection ; l'état auditif à l'aide d'examens classiques ; les conditions de vie et l'état cognitif. Nous avons ajouté quelques renseignements sur les capacités de lecture labiale, l'état de la vision, le degré d'anxiété et l'existence d'une dépression.

Il nous fallait trois types de patients : des patients qui refuseraient la prise en charge, des patients qui accepteraient le traitement actuel de la surdité (audioprothèses), des patients qui accepteraient une prise en charge audioprothétique + orthophonique ce qui entraînait sur le même modèle, trois cahiers d'observations différents. Bien sûr, toute la partie auditive des témoins sera la même que celle proposée aux deux groupes. Mais les deux groupes seront complétés : l'un par un appareillage classique pendant 6 mois, et l'autre par une rééducation instrumentale et fonctionnelle simultanée, en équipe, comprenant tout ce qu'il est possible de faire actuellement pour réhabiliter la personne âgée malentendante. Ça n'est donc pas l'adjonction d'une orthophoniste au travail de l'audioprothésiste mais le couplage d'une équipe parlant d'une seule voix, ayant la même direction, la même générosité, la même envie de faire entendre, l'absence totale d'intérêt personnel uniquement préoccupée par les conséquences de la perte auditive afin d'éviter tant que faire se pourra les effroyables complications qui suivent, de la perte du bonheur à la démence.

### • Constitution de l'équipe

Nous avons organisé un circuit d'investigateurs comprenant un ORL, le docteur Samir Dhouib, un audioprothésiste David Aubel et une orthophoniste, moi-même, en plus chargée de la collecte des informations. Nous avons été aidés pour les prises de rendez-vous, l'organisation des calendriers, la collecte des informations générales et les questionnaires de façon à pouvoir tenir les délais que nous nous étions fixés. C'est ainsi que nous avons recueilli sur 9 mois, la totalité des 60 observations (20 par groupe) que nous souhaitions avoir pour cette étude préliminaire destinée à nous orienter grâce aux premiers résultats sur la direction prise, à montrer que nous étions capables de la réaliser d'une manière pratique et fiable et surtout, que nous étions capables de réunir les patients nécessaires.

L'année 2013 nous a permis de réaliser une étude préparatoire. Elle mérite d'être décrite ici car elle montre bien que les Français ne sont pas prêts, qu'ils soient professionnels ou non à traiter la presbycousie comme il le faudrait. Comme ils ne sont pas satisfaits du traitement qu'il leur est offert la plupart des patients atteints de presbycousie préfèrent s'abstenir. Nous avons là une difficulté que nous traiterons dans la dernière partie de notre thèse.

Nous avons commencé à recruter les patients à partir d'octobre 2013. Les rares patients qui acceptaient, voulaient participer à l'étude comme témoins, quelques-uns ont accepté la thérapeutique habituelle en pensant qu'ils pourraient voir par la suite s'il fallait, après 6 mois, changer de groupe.

Nous avons eu au début énormément de mal à proposer au patient une thérapeutique que nous changions en cours de route lorsque nous nous rendions compte qu'elle n'apportait pas ce que nous espérions. Mais très rapidement l'idée du cahier de suivi a réglé le problème.

### • Réalisation pratique

Nous avons un cahier de 36 pages pour le groupe dit « Bimodal » qui a bénéficié de la prise en charge combinée (suivi audioprothétique et orthophonique), de 29 pages pour le groupe dit « Unimodal » qui a bénéficié de la prise en charge simple (suivi audioprothétique seul) et de 19 pages pour le cahier du groupe témoin (aucune prise en charge). La répartition des patients dans les groupes unimodal et bimodal devaient être tirés au sort, malheureusement, et nous allons consacrer un petit peu de temps à ce point particulier : le tirage au sort n'a pas été possible.

Le tirage au sort ne pouvait en aucune manière être proposé à des personnes qui venaient pour participer à une étude dans laquelle on ne leur ferait pas le traitement complet. D'autre part, au début, le recrutement était ponctuel et c'est après une discussion franche avec le patient que le choix entre une surveillance, une prise en charge classique ou une prise en charge améliorée se faisait.

Certaines personnes peu convaincues de l'intérêt des appareils, et ne sachant pas ce qu'on leur ferait dans la prise en charge optimisée, choisissaient seulement une surveillance. D'autres venaient réellement pour un traitement plus complet car ils étaient déçus des appareils qu'ils avaient déjà, nous devions les récuser pour l'étude mais, nous acceptions toujours de les prendre en charge pour quelques semaines. Nous verrons plus tard que nous avons eu tout à fait raison.

Mais nous avons ainsi pendant toute l'année 2013 constitué un capital de patients avec lesquels nous avons sympathisé et qui ont accepté de nous donner tout le ressenti et tout leur vécu en échange de l'aide que nous leur offrions. Dans la quasi-totalité des cas, quand nous étions attentifs à leurs demandes, en faisant attention à ce que le cahier nous apportait, en discutant avec le patient de tel ou tel exercice, nous avons eu des résultats spectaculaires avec des petits accros, des incidents que nous rectifions immédiatement et qui nous indiquaient les erreurs à ne plus commettre.

C'est ainsi que petit à petit nous avons réalisé qu'il fallait non seulement convaincre le patient de faire quelque chose, mais lui faire comprendre que ce quelque chose serait d'autant plus facile à faire qu'il aurait l'impression de ne pas en avoir besoin. Nous avons compris qu'il fallait soigner à la phase subclinique et non pas clinique car à ce deuxième stade, les progrès sont plus lents, plus difficiles à obtenir et ce d'autant plus que dans le temps, nous n'obtenions pas les résultats spectaculaires observés au début, ce qui retentit forcément sur la motivation du patient et la patience de l'Aidant.

En ce qui concerne le recrutement des patients de l'étude 2 « FRéCAOP », la quasi-totalité des patients étaient au stade clinique. En revanche, grâce à l'acoumétrie, les gériatres heureusement nous ont envoyé des personnes en phase subclinique dépistée avec la voix basse.

Par ailleurs, nous savions que de traiter au stade infraclinique allait avoir une incidence sur le stade clinique. Les quelques patients appareillés en 2010/2011 à ce stade infraclinique voyaient leur audiogramme se dégrader, sans pour autant que l'audition leur pose le moindre problème dans la vie courante. Certes, de petites modifications du réglage et quelques entraînements pouvaient être

nécessaires. Bien sûr les entraînements n'étaient pas clairement élaborés, nous avons adopté la stratégie « tâtonnante » de Marie-Josée Avenier avec eux puisque nous n'avions que des idées, le protocole n'était pas organisé mais cette manière de procéder nous a permis de mieux modéliser la prise en charge globale.

Petit à petit, nous avons vu sortir des éléments nous indiquant ce qu'il fallait travailler, l'ordre dans lequel il était préférable de le proposer, et la manière qui, dans l'ensemble, semblait la mieux adaptée. Mais rappelons que chaque patient pose problème particulier à résoudre.

Ce travail n'a jamais été un travail solitaire, il est temps maintenant que nous montrions l'importance du travail d'équipe qui a présidé à l'élaboration, à la construction, à l'amélioration et à la validation du protocole que nous proposons ici : l'ORL, l'audioprothésiste, le gériatre, l'Aidant et le patient ont participé à des réunions de travail qui ont enrichi considérablement le protocole et nous avons pu ainsi monter un cahier d'observation où chacun avait sa part mais où tout appartenait à l'ensemble. L'audioprothésiste habituellement réalise systématiquement une audiométrie vocale, dans le calme et dans le bruit, pour juger de la qualité de son réglage et éventuellement l'ajuster.

L'ORL nous a appris à distinguer tout ce qui n'était pas une presbyacousie (otites chroniques anciennes, séquellaires, ..) et de savoir qu'une courbe en « pente de ski » était forcément une presbyacousie.

Pour l'orthophonie, toujours en discutant avec l'Aidant et le patient et à partir des tests existants, nous avons construit deux questionnaires de qualité de vie qui nous paraissaient correspondre davantage à ce qu'est l'audition remise en complexité. D'un point de vue scientifique, un questionnaire comme l'APHAB (Cox et al., 1995 et 1996) est intéressant pour le réglage de la prothèse, mais l'audition est bien plus que cela. Nous sommes partis d'un listing des doléances des patients qui nous a paru non seulement très varié sur le champ des doléances auditives mais aussi comme il fallait s'y attendre sur des plans comme l'affectivité, le bonheur, l'humeur (dépression), le caractère (l'agressivité). Or, ces doléances finissent par l'emporter sur celles que nous attendons censées être exclusivement en rapport avec l'audition. Notre questionnaire vient s'ajouter au précédent sans lui enlever ces qualités.

En ce qui concerne les capacités de communication, l'AHPAB propose une catégorie pour cela, mais dans notre cahier d'observation pour les patients bimodaux, dans la mesure où les patients ne se rendent souvent pas compte de leurs progrès ou de leurs pertes, nous avons ajouté l'Acoutest et l'acoumétrie vocale. Nous testons avec ces deux derniers examens une audition remise dans son contexte, dans son écologie. Nous avons enlevé le côté subjectif/jugement personnel du questionnaire pour le remplacer par un test objectif évaluant les capacités, en situation vécue de l'audition.

Nous avons gardé les tests cognitifs que nous utilisons habituellement et qui comportent : MMSE, horloge (Sunderland et al., 1989), 5 mots de Dubois (2002 ; Cowppli-Bony et al., 2005), et fluence verbale (Isaacs et al., 1973) car ils nous donnent toute satisfaction et correspondent à ceux utilisés habituellement dans ce domaine (Robert et al., 2003).

Nous avons acquis l'usage de ces tests déjà depuis notre étude 1 « ACADem » puis en 2013 nous avons vérifié la réalisation pratique. Les patients étaient contents, on était surpris de la volonté des sourds.

Il n'empêche, le niveau des connaissances des Français en ce qui concerne l'audition et plus particulièrement la presbycusie est si faible, que bon nombre de patients ne comprennent pas l'intérêt de monter une telle « usine à gaz » pour une pathologie dont ils ne connaissent pas l'existence, qui ne semble pas être la leur et pour une thérapeutique adaptée dont ils sont convaincus de ne pas avoir besoin. Cette attitude de déni, un certain nombre de comportements médicaux et paramédicaux, font qu'il n'y a rien d'étonnant dans l'état des statistiques actuelles qui font de la presbycusie, une maladie non traitée, parce qu'« incurable » dans l'esprit des gens.

Les rares personnes qui ont bien voulu nous faire confiance ont eu des résultats très inattendus, inespérés et franchement surprenants tellement ils étaient fortuits. Au-delà des résultats en termes de scores, c'est le « bonheur » sur lequel nous voudrions insister comme le fait Laurent Vergnon lorsqu'il répète : « *lorsque la surdité entre dans un groupe, une famille, une communauté, le bonheur en sort... Faites sortir la surdité et le bonheur rentre à nouveau* ». Cet aphorisme se vérifie tous les jours et l'amélioration de la surdité permet d'assister à un véritable bouleversement dans la vie familiale, la relation dans le couple ou avec les enfants, le comportement social. Certains aidants nous ont dit que leur conjoint était méconnaissable. Eux-mêmes y trouvaient leur compte car ils étaient très gratifiés de leur action et comprenaient aussi que la presbycusie pouvait être traitée sous réserve d'appliquer un certain protocole.

### 3. Méthode

#### a. Objectifs, hypothèse et sujets

##### ○ *Objectif principal*

Évaluer le bénéfice d'une prise en charge optimisée, combinant réhabilitation audioprothétique (par un appareillage auditif bilatéral) et rééducation auditivo-verbale, sur les capacités de communication verbale de sujets âgés malentendants.

##### ○ *Objectifs secondaires*

Tout d'abord évaluer la faisabilité pratique de cette prise en charge combinée mais aussi évaluer son bénéfice sur la qualité de vie du patient et de l'Aidant, l'état psychologique et les capacités cognitives générales.

##### ○ *Hypothèse*

La prise en charge combinée –associant réhabilitation audioprothétique et rééducation auditivo-verbale– permettra d'optimiser la compensation de la surdité, d'améliorer la compréhension auditivo-verbale et la qualité de vie du patient et de l'Aidant.

### ○ *Sujets et Méthode*

La population ciblée était composée de sujets âgés malentendants sans troubles cognitifs, présentant une presbycousie avec un niveau de perte auditive justifiant l'appareillage auditif (surdité dite « appareillable »).

Il s'agit d'une étude interventionnelle «  chelonn e », comparative, prospective, monocentrique qui prévoyait une randomisation partielle mais celle-ci n'a pu être r alis e comme nous l'avons expliqué précédemment.

La prise en charge « théoriquement optimale » des sujets âgés malentendants (combinant réhabilitation audioprothétique et r ducation auditivo-verbale) a été compar e à la prise en charge habituelle (par réhabilitation audioprothétique seule). Un groupe contrôle de patients témoins (refusant toute prise en charge thérapeutique) a également été inclus : ils ont bénéficié d'un suivi médical simple à l'issue duquel leur a été reproposé une prise en charge thérapeutique. Seuls les deux groupes interventionnels devaient être randomisés.

Les sujets ont été sollicités de quatre manières : par le biais d'un gériatre au moment du dépistage d'une hypoacousie à l'acoumétrie à voix chuchotée lors de ses consultations habituelles, par le biais de la consultation d'ORL de l'hôpital Simone Veil, par les laboratoires d'audioprothèse Aubel, par l'envoi d'un courrier à partir d'un fichier clients d'optique.

C'est au moment de la consultation ORL que les patients présentant une presbycousie appareillable et répondant aux critères d'inclusion de l'étude ont pu être inclus une fois les conditions de l'étude expliqu es aux sujets et leur consentement éclairé recueilli.

- Les patients refusant toute prise en charge thérapeutique, mais acceptant une visite de contrôle à 6 mois, ont constitué le groupe témoin-contrôle ;
- Les patients acceptant une prise en charge, sans préférence particulière, devaient être répartis entre les deux groupes de soins 1 et 2, par tirage au sort mais ce cas de figure n'a pas été rencontré.
- Les patients acceptant une prise en charge définie ont été attribués à l'un ou l'autre des deux groupes de soins, selon leur souhait (c'est ce qu'il s'est passé pour tous les patients U et B).

## **b. Critères de sélection**

### ○ *Critères d'inclusion*

- Adultes hommes ou femmes, droitiers ou gauchers, âgés d'au moins 60 ans et sans limite supérieure d'âge ;
- Présentant une presbycousie légère à mod r e appareillable (examen otoscopique normal ou subnormal ; audiométrie tonale objectivant pour chaque oreille un seuil auditif moyen entre 25 dB HL et 70 dB HL, bornes comprises) ;
- Sujets disposant d'un aidant (participant à la r ducation orthophonique) ;
- Sujets capables de comprendre et d'accepter le protocole ;
- Consentement libre et éclairé de non opposition à l'étude ;
- Affiliation à un régime de Sécurité Sociale ;

### ○ *Critères de non-inclusion*

- Perte auditive sévère ou profonde (surdité non appareillable par des prothèses auditives conventionnelles) ;
- Seuils auditifs moyens avec un écart entre les deux oreilles supérieur à 20 dB ;
- Score au MMSE inférieur à 27/30
- Acuité visuelle de loin inférieure à 6/10 me avec correction ;
- Refus d'emb e de la procédure thérapeutique et/ou du suivi médical minimal préconisé pour le groupe contrôle.

## c. Groupes de prise en charge

La prise en charge était fonction du groupe de patients considéré.

### *Groupe soins 1-unimodal (Gr-Uni)*

Pendant 6 mois, 20 patients ont bénéficié de la prise en charge habituelle de la presbyacousie, à savoir la réhabilitation audioprothétique, avec la mise en place d'un appareillage auditif bilatéral, puis des séances d'adaptation audioprothétique et de suivi (3 à 5 séances sur une période de 3   5 semaines, puis une à deux fois par semestre).

### *Groupe soins 2-bimodal (Gr-Bi)*

Pendant 6 mois, 23 patients ont bénéficié d'une prise en charge combin e, avec la réhabilitation audioprothétique (organisation identique au groupe soins 1), suivie de la r education auditivo-verbale. Cette r education a débuté au cours du 2 me mois (après l'adaptation audioprothétique) et a comporté 5   15 séances de r education orthophonique r alis e en présence de l'Aidant (  raison d'une séance de 3/4 d'heure par séance).

### *Groupe témoin (Gr-T )*

21 patients ont bénéficié d'un bilan à l'entr e de l'étude et   6 mois. Aucune prise en charge thérapeutique particulière n'a été r alis e.

## d.  valuations

### ○ *Interrogatoire, anamnèse et bilan audiologique*

Pour chaque patient, plusieurs types de donn es ont été recueillis :

- Donn es démographiques ;
-  valuations sensorielles :

#### *Questionnaire d'évaluation du handicap auditif et de sa prise en charge :*

Quatre questions permettaient d'apprécier l'avis que chaque sujet avait de ses capacités auditives : audition dans le bruit, audition dans le calme, estimation de la qualité de son audition (4 niveaux), usage d'appareillage auditif (actuel ou antérieur).

Aides auditives : les patients ont été classés en deux catégories : porteurs et non porteurs :

pour les patients porteurs d'aides auditives, des données relatives à l'appareillage ont été recueillies : type d'appareillage (unilatéral ou bilatéral), rythme de changement des piles, date et période depuis le début du port des aides auditives, régularité du port et suivi prothétique ;

pour les patients non porteurs d'aides auditives, il a été demandé s'ils en avaient eu un jour, durant combien de temps (> ou < à 10 ans), et si oui, depuis quand ils ne les portaient plus (sujets notés PA pour port antérieur).

#### *Acuité visuelle binoculaire :*

L'acuité visuelle binoculaire (avec correction pour les patients porteurs de lunettes) a été mesurée de près à l'aide de l'échelle Parinaud et de loin à l'aide de l'échelle Monoyer.

#### *Acuité auditive : audiométrie tonale*

En cabine insonorisée, une audiométrie tonale liminaire aérienne au casque a été réalisée, suivie d'une épreuve de Weber et d'une audiométrie tonale osseuse s'il existait un écart de perte moyenne supérieur à 10dB entre les deux oreilles et une latéralisation du Weber. Une audiométrie vocale au casque (listes de mots dissyllabiques de Fournier) dans le calme et dans le bruit (méthode d'Elbaz) a ensuite été réalisée oreille par oreille. Avant chaque examen audiométrique les conduits auditifs externes ont été contrôlés afin de vérifier l'état des tympanes (normal ou anormal) et la présence ou non de bouchons de cérumen (obstructifs ou non).

#### *Gain auditif : acoumétrie vocale*

Pour les patients porteurs d'appareils auditifs, une première acoumétrie vocale à 5 niveaux de voix (chuchotée, basse, normale, forte, criée) composée de huit questions de la vie quotidienne a été réalisée sans les aides auditives. Puis une seconde acoumétrie vocale faite de huit autres questions a été effectuée avec aides auditives.

#### - Évaluations cognitives et psychologiques :

##### *Capacités cognitives*

Les capacités cognitives ont été évaluées à partir de quatre tests communément utilisés en gériatrie : le Mini Mental State Examination de Folstein (MMSe), l'épreuve des cinq mots de Dubois comportant une partie apprentissage et une partie mémoire, le test de l'horloge et le test de fluence sémantique d'Isaacs. Les seuils pathologiques de référence étaient les suivants : < 25 pour le score du MMSe, < 10 pour le score des cinq mots de Dubois, < 7 pour le score de l'horloge et < 31 pour le score de la fluence verbale. Un Score Cognitif Composite (SCC), correspondant à la somme des résultats à ces 4 tests cognitifs, a été calculé (score maximal de 87 points).

##### *État psychologique*

Pour tous les patients, un score d'anxiété a été donné par l'examineur à partir de l'échelle de Covi qui permet d'observer et de donner une note par rapport au discours du sujet, au comportement, et aux plaintes somatiques de celui-ci. Un état anxieux était défini par une note supérieure à 3 (Lecrubier, 2004).

La dépression a été évaluée par le Mini GDS composé de quatre questions. Une note de 0 révélait la forte probabilité d'absence de dépression, une note de 1 ou plus révélait une très forte probabilité de dépression (Yesavage, 1988 ; Clément et al., 1997).

- *Évaluation des capacités de communication auditivo-verbale (groupes de soins)*
  - Audiométrie vocale en champ libre dans le silence et dans le bruit (scores d'intelligibilité de mots) avec et sans aides auditives.
  - Acoumétrie vocale (scores pondérés de compréhension de phrases) avec et sans aides auditives.
  - Acoutest verbal (scores de compréhension de phrases à phonèmes aigus ou graves) avec aides auditives.
  
- *Évaluations de la qualité de vie*
  - scores au questionnaire sur le handicap auditif et le bénéfice audioprothétique (APHAB) ;
  - scores aux questionnaires de qualité de vie pour le patient et pour l'Aidant.
  
- *Évaluation de l'état psychologique :*
  - échelle de gravité de l'anxiété (Covi) ;
  - échelle de dépistage de la dépression (mini-GDS ou Geriatric Depression Scale 4).
  
- *Évaluation des capacités cognitives générales :*
  - MMSE ;
  - batterie cognitive courte modifiée (B2Cm : épreuve des 5 mots, test de l'horloge, test de fluence verbale sémantique).
  
- *Périodicité des évaluations*

L'évaluation des patients des groupes de soins a été réalisée selon le calendrier suivant :

- avant l'appareillage auditif : bilan initial ;
- après l'appareillage auditif : évaluations après 4 à 6 semaines puis à 6 mois
- pour la rééducation : bilan initial 4 à 6 semaines après l'appareillage et bilan final à 6 mois.

Pour les patients du groupe témoin, l'évaluation simplifiée a comporté un bilan initial réduit (audiométrie tonale et vocale au casque, Covi, Mini GDS, et tests cognitifs) et une réévaluation à 6 mois.

**Tableau 10 - Récapitulatif des examens réalisés**

Évaluations	À l'inclusion	À 1 mois	À 6 mois
Données démographiques	T, U, B	-	-
Otoscopie (visite ORL)	T, U, B	-	T, U, B
Acuité visuelle de près et de loin (Parinaud et Monoyer)	T, U, B	-	T, U, B
Acoumétrie vocale oreilles nues	T, U, B	-	T, U, B
Acoumétrie vocale avec aides auditives portées	-	U, B	U, B
Audiométrie tonale et vocale	T, U, B	-	T, U, B
Audiométrie vocale en champ libre dans le calme et dans le bruit, oreilles nues	U, B	-	U, B
Audiométrie vocale en champ libre dans le calme et dans le bruit, avec aides auditives portées	-	U, B	U, B
Évaluations cognitives (MMSe, test des 5 mots, test de l'horloge, fluence verbale sémantique)	T, U, B	-	T, U, B
Évaluation psychologique (COVI et Mini GDS)	T, U, B	-	T, U, B
Questionnaire de l'APHAB	U, B	U, B	U, B
Degré de motivation	B	-	-
Questionnaire de qualité vie patient/aidant	B	B	B
Acoutest	-	B	B

### ○ *Inclusion*

L'inclusion des patients s'est effectuée du 1/10/2013 au 31/01/2014. Une période de mise en place de l'étude avait eu lieu du 1 avril 2013 au 30 septembre 2013 afin de coordonner le déroulement des six mois entre les différents acteurs de santé pour chaque groupe.

Les patients ont toujours été suivis par le même ORL, le même audioprothésiste et la même orthophoniste selon les modalités de soins courants.

### ○ *Analyses statistiques*

Des comparaisons intra- et intergroupes pré- et post-interventionnelles seront menées grâce aux analyses de variance sur mesures répétées.

Nos trois objectifs pouvaient se résumer en : augmenter les aigus, permettre la compréhension des phrases, augmenter la qualité de vie,

Tant de malades, contents pas contents, on a vu 120 malades en 3-4ans, dont les 63 derniers que nous appelons « notre étude préliminaire », ceux-ci ont été vus entre le 1 janvier 2014 et au 16 septembre 2014.

*Variables contrôlées :*

- âge ;
- sexe ;
- niveau d'éducation ;
- statut auditif (perte auditive tonale et intelligibilité vocale à l'inclusion) ;
- caractéristiques de l'Aidant (données démographiques et compétences auditivo-verbales).

## 4. Résultats

### a. Analyses intergroupes à l'inclusion

**Tableau 11 - Comparaisons intergroupes à l'inclusion**

	Témoins (n=21)	Unimodaux (n=20)	Bimodaux (n=23)	p
Age (moyen, DS)	66,3 ± 3,4	66,7 ± 3,5	65,8 ± 4,4	NS
Niveau Éducation (1 à 4)	2,5 ± 0,8	2,5 ± 0,7	2,5 ± 0,8	NS
Perte auditive moyenne (en dB)	36,5 ± 7,5	42,7 ± 10,1	41,2 ± 10,2	NS
Acoumétrie vocale oreilles nues (/40 points)	23 ± 2,9	25,5 ± 4,2	24,7 ± 4,3	0,046
Score cognitif composite (/87 points)	82,6 ± 6,9	83,4 ± 3,7	83,9 ± 2,5	NS
Anxiété (Covi)	0,05 ± 0,2	0,2 ± 0,6	0,4 ± 0,8	NS
Dépression (Mini GDS)	1,2 ± 1,2	1,6 ± 1	1,3 ± 1,1	NS
APHAB (score global en % de difficultés)	-	81,2 ± 9,8	79,2 ± 8,4	NS

## b. Analyses intergroupes à 1 mois

**Tableau 12 - Comparaisons intergroupes à 1 mois**

	Unimodaux (n=20)	Bimodaux (n=23)	p
Acoumétrie vocale avec aides auditives (/40 points)	18,7 ± 3	19 ± 4,4	NS
APHAB (score global en % de difficultés)	31,3 ± 8,3	32,2 ± 6,3	NS

Les performances à l'acoumétrie vocale sont améliorées pour les deux groupes de soins, sans différence significative à 1 mois d'appareillage.

## c. Analyses intergroupes à 6 mois

**Tableau 13 - Comparaisons intergroupes à 6 mois**

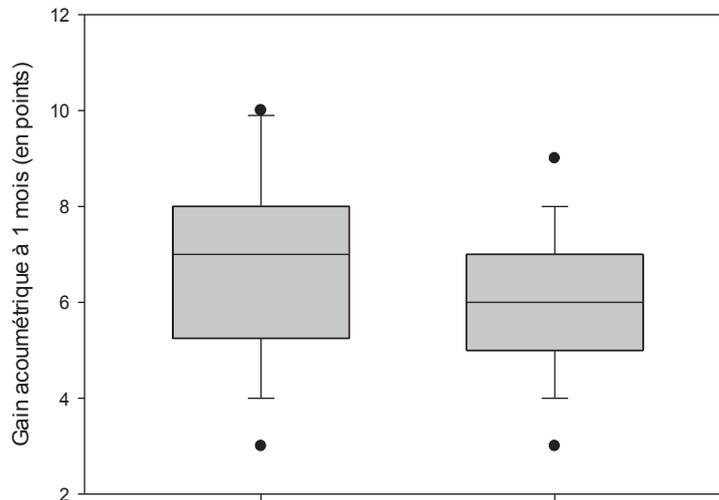
	Témoins (n=21)	Unimodaux (n=20)	Bimodaux (n=23)	p
Perte auditive moyenne (en dB)	40,9 ± 6,9	45,9 ± 9,2	42,2 ± 10	NS
Acoumétrie vocales oreilles nues (/40 points)	24,5 ± 2,9	25,8 ± 4,9	24,7 ± 4,3	NS
Acoumétrie vocales avec aides auditives (/40 points)	-	18 ± 2,8	13,6 ± 3,5	<0,001
Score cognitif composite (/87 points)	83,3 ± 2,8	85 ± 2,9	86,7	<0,001
Anxiété (Covi)	0,4 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0,042
Dépression (Mini GDS)	1,6 ± 1,3	0,7 ± 1	0,1 ± 0,3	<0,001
APHAB (score global en % de difficultés)	-	28,2 ± 4,9	14,2 ± 12,5	<0,001

Les résultats obtenus montrent des différences significatives en termes de compréhension, de scores cognitifs et psychologiques entre les groupes de sujets unimodaux et bimodaux, en faveur du groupe bimodal ayant bénéficié de la prise en charge combinée (réhabilitation audioprothétique et intervention orthophonique).

## d. Analyse du gain auditif fonctionnel

- *Gain auditif à 1 mois (Acoumétrie vocale avec aides auditives – acoumétrie vocale oreille nues)*

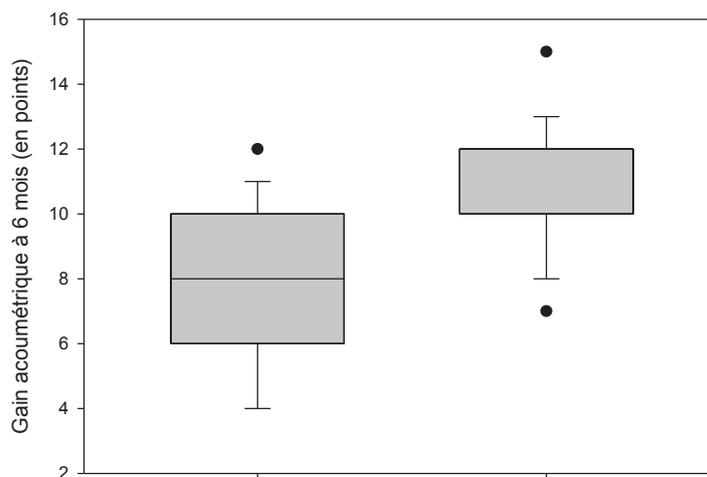
À 1 mois, ci-dessous (figure 17) le **gain auditif fonctionnel** du groupe unimodal (à gauche) et du groupe bimodal (à droite). Il ne montre pas de différence significative.



**Figure 16 - Gain auditif à 1 mois d'appareillage**  
**p=0,08**

- *Gain auditif à 6 mois (Acoumétrie vocale avec aides auditives – acoumétrie vocale oreille nues)*

À 6 mois (figure 18), le gain auditif fonctionnel montre une différence significative entre les deux groupes. Il y a un meilleur gain pour le groupe bimodal (à droite) que pour le groupe unimodal (à gauche) ( $p < 0,001$ ).



**Figure 17 - Gain auditif à 6 mois d'appareillage**  
**p=<0,001**

## e. Analyse du bénéfice prothétique

- Comparaisons des résultats obtenus à l'APHAB (Groupes U et B)

À 6 mois, le pourcentage de difficultés rencontrées chez les groupes U et B montraient une différence statistiquement significative entre les deux groupes, celles-ci étaient davantage diminuées chez le groupe ayant reçu la prise en charge combinée (figure 19).

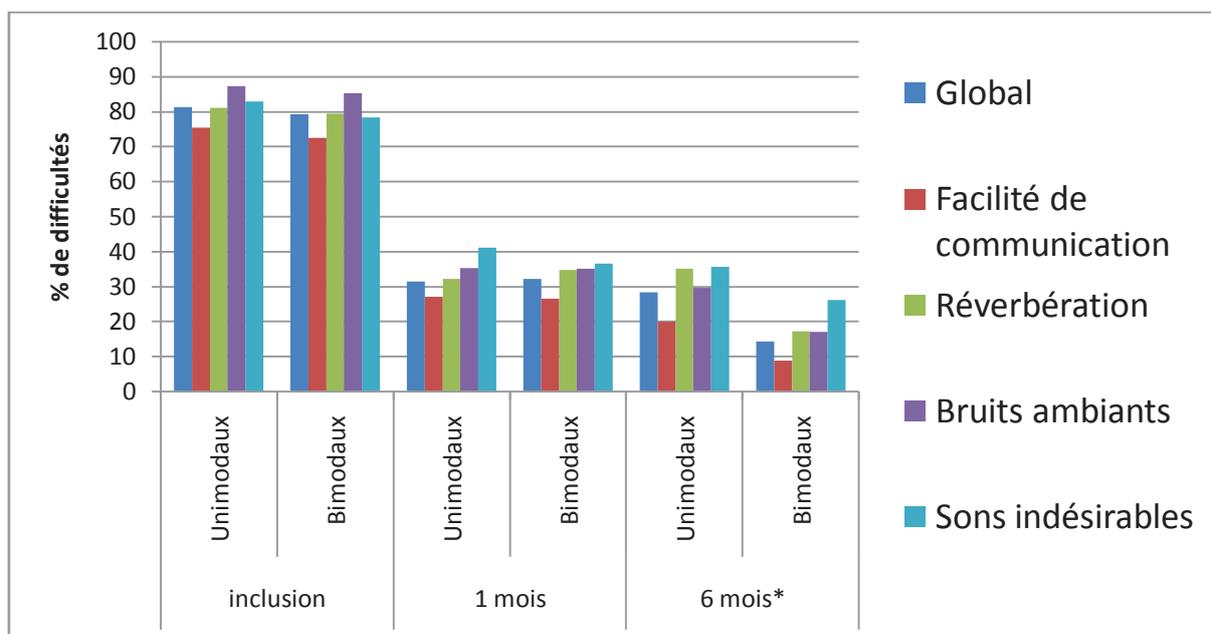


Figure 18 - Résultats obtenus à l'APHAB

## f. Analyse des scores cognitifs

- Scores cognitifs composites obtenus à 6 mois pour les trois groupes

La figure 21 ci-après montre une amélioration des résultats aux tests cognitifs mais ces analyses sont peu informatives sur six mois et sont en score composite. Une analyse détaillée par test sera nécessaire.

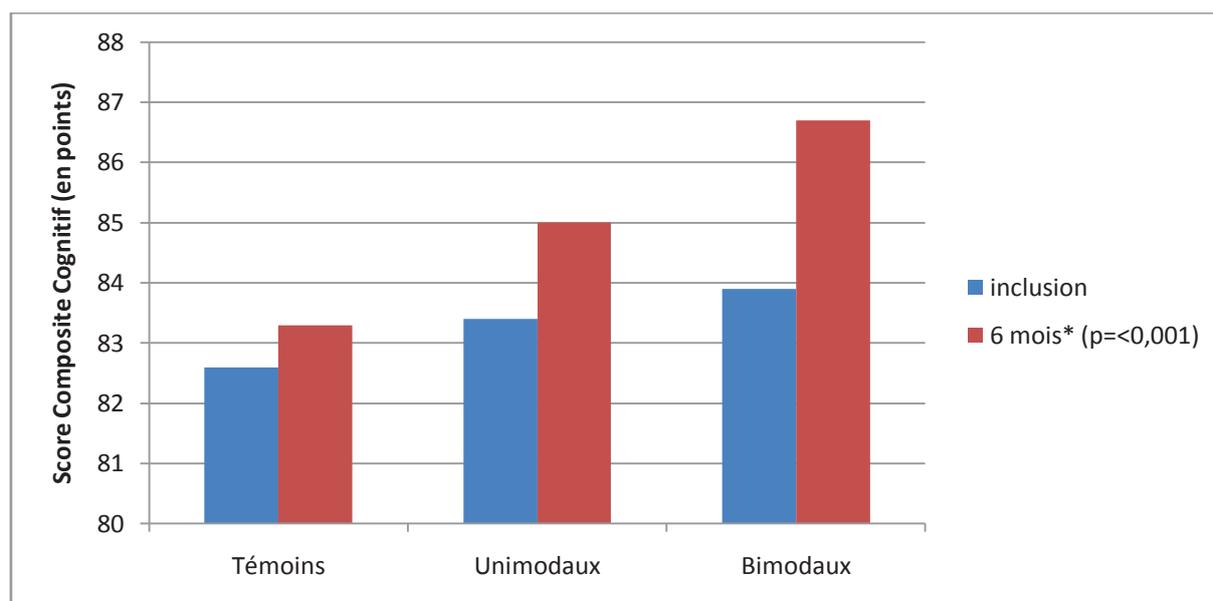


Figure 19 - Scores cognitifs

### g. Analyse des capacités de compréhension

- Résultats de l'Acoutest par individu appartenant au groupe bimodal

Les barres bleues ci-dessous (figure 20) représentent le nombre de phrases aigües comprises après un mois d'appareillage, les barres en rouge, à six mois d'appareillage, pendant lesquels le couple aidant-patient a bénéficié de la prise en charge combinée (audio-ortho). La différence était statistiquement significative (<0,001).

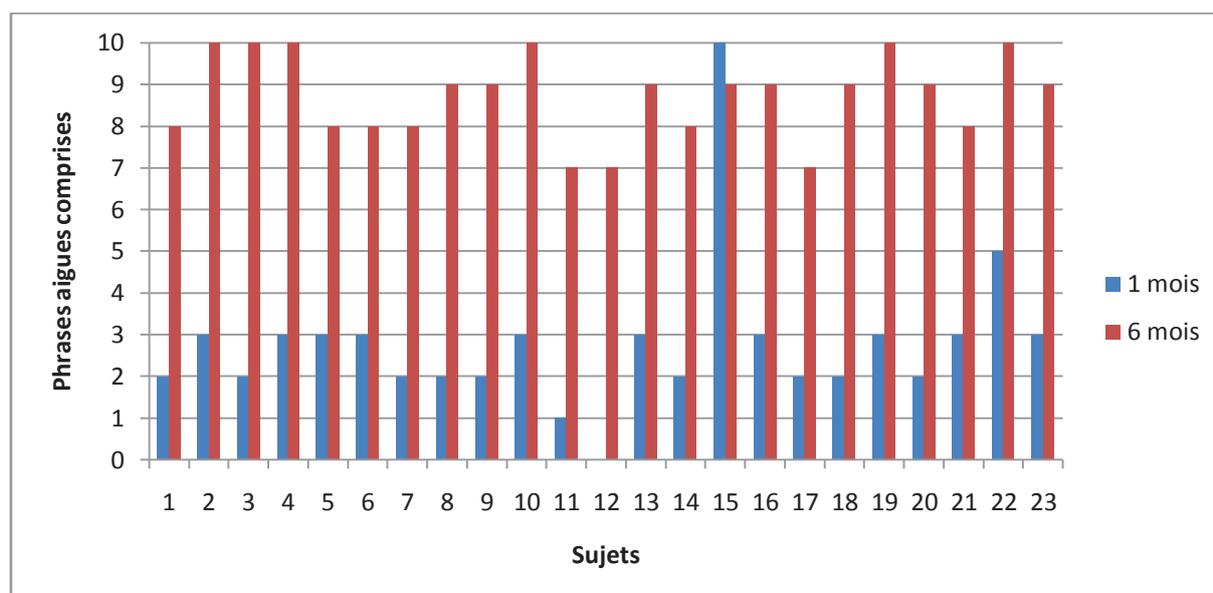


Figure 20 - Résultats obtenus à l'Acoutest

## h. Analyses de la qualité de vie patient-aidant

- Résultats aux questionnaires de qualité de vie du couple aidant-patient ( $p < 0,001$ )

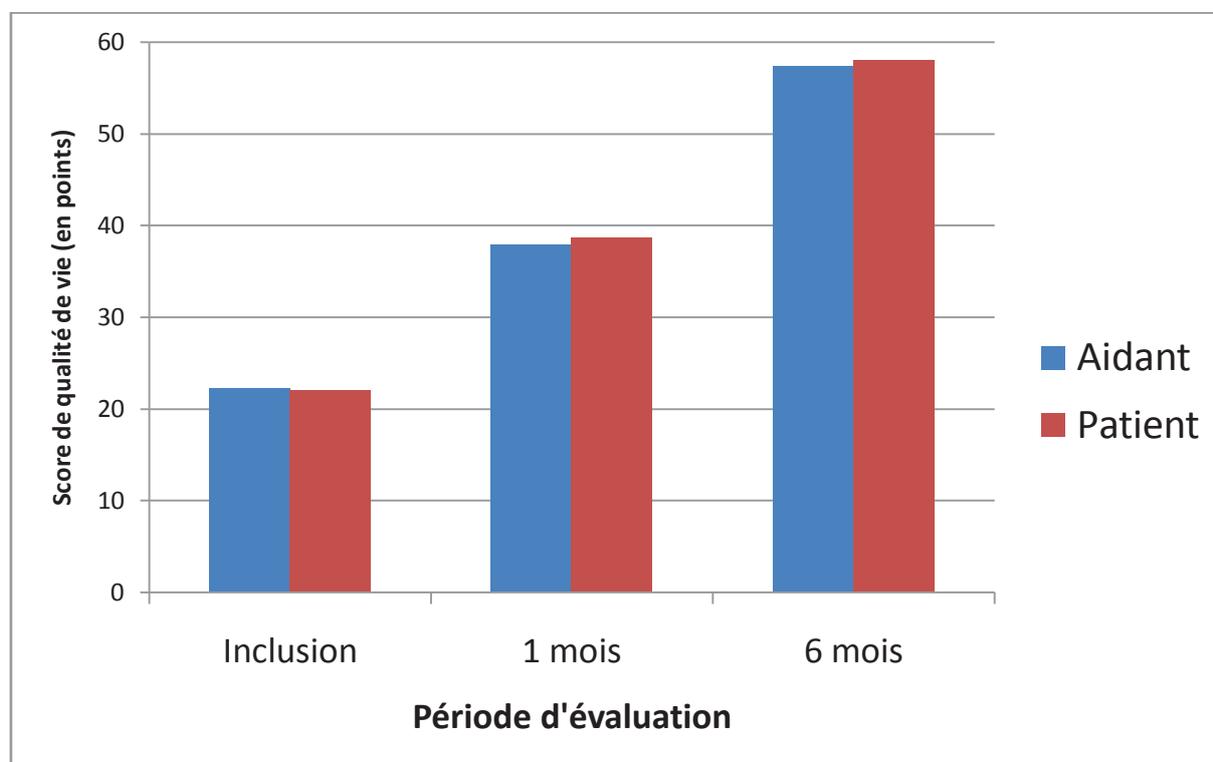


Figure 21 - Qualité de vie du groupe Bimodal

## 5. Discussion, une ébauche suite aux premiers résultats

À partir des tests réalisés, nous avons pu mesurer des capacités de communication (l'APHAB, l'acoumétrie vocale, l'Acoutest), la qualité de vie (dépression, anxiété, questionnaire de qualité de vie), les capacités cognitives (MMSE, horloge, 5 mots, fluence) de chaque groupe.

- Pour la cognition

Nous ne pouvons pas tirer de conclusion de nos résultats sur l'amélioration ou non de la cognition compte tenu de la courte durée de cette étude préliminaire. Les différences observées en ce qui la concerne montrent une amélioration globale pour chacun des groupes testés à 6 mois, significative pour le groupe unimodal et bimodal et non significative pour le groupe témoins. En fait, si l'on considère que la cognition a servi de test pour l'entrée dans l'étude, elle ne peut pas être améliorée puisque tous les patients sont considérés comme normaux. Mais nous avons comme critère d'inclusion un MMSE  $\geq 27/30$ . Les autres tests ont été susceptibles d'amélioration, notamment la fluence verbale notée sur 40 points. On peut émettre l'hypothèse que l'activation du stock lexical lors

de la rééducation audio-verbale a pu permettre aux patients ayant suivi la prise en charge combinée d'augmenter leur score de fluence verbale.

### ○ *Pour l'APHAB*

En ce qui concerne les différences entre le groupe unimodal et bimodal, le test de l'APHAB a montré que l'amélioration était significative à 6 mois chez les bimodaux. Celle-ci est très nette notamment pour les capacités de communication.

Tous les critères ont été améliorés de plus de 60% en moyenne aussi bien pour le groupe unimodal que bimodal après un mois d'appareillage auditif. Mais à 6 mois, globalement, tous les tests se sont améliorés mais le plus amélioré est la facilité de communication et le moins amélioré, les sons indésirables. Ceci montre bien que l'appareil auditif favorise les capacités auditives résiduelles. En revanche, dès qu'il s'agit d'exploiter ses capacités auditives, c'est là que la rééducation orthophonique apporte une valeur ajoutée. Il est logique que ce soit plus dans la qualité du traitement de l'information que dans sa quantité que cette rééducation trouve son efficacité.

### ○ *L'acoumétrie vocale*

De même l'acoumétrie vocale était meilleure à 6 mois chez les sujets bimodaux comparés aux unimodaux. Elle n'est pas suffisante pour savoir si l'amélioration incontestable est due aux réglages des appareils ou au travail du patient pour s'y adapter.

Il est intéressant de voir qu'en dehors de l'amélioration de l'intensité offerte par les aides auditives. Il existe une autre preuve de ce que nous venons d'écrire ; c'est l'amélioration de l'acoumétrie qui montre que les phrases s'améliorent en dehors de toute augmentation de décibels. En réalité, si nous raisonnons en complexité, cette analyse est impossible car autant l'orthophoniste peut s'appuyer sur les qualités de l'appareillage et ajouter le travail du patient, autant l'audioprothésiste ne peut jouer que sur l'intensité si la cellule est encore présente.

Il est donc à notre avis erroné de discuter de l'un sans discuter de l'autre et de vouloir absolument attribuer à l'un ou à l'autre ce qui appartient aux deux.

### ○ *L'Acoutest*

Les résultats à l'Acoutest ont montré que les patients du groupe Bimodal avaient augmenté leur compréhension des phrases aigües après les six mois de prise en charge. La différence était significative en comparant aux performances à un mois d'appareillage auditif. C'est le test le plus objectif que nous soyons capables de proposer aujourd'hui. Nous ne pouvons pas définir si le progrès est dû à l'un des éléments de la prise en charge proposée (aidant, réglages de prothèses, encouragements, intensité du travail à domicile...) et il nous semble illusoire de chercher à le faire car la rééducation s'est couplée avec des ajustements de réglages, des modifications de rééducation pour que le traitement s'adapte le mieux possible aux besoins du patient.

○ *La qualité de vie, les troubles de l'humeur et du caractère, la dépression*

Pour en terminer avec ce chapitre, nous voudrions dire que ce qui impressionne le plus, c'est la spectaculaire amélioration de la qualité de vie, de l'entente dans les couples, du bonheur chez chaque patient, déjà observée dans plusieurs études (Chia et al., 2007). Ces constatations échappent à nos investigations et notre test n'a qu'une valeur très relative (Rey et al., 2010).

En ce qui concerne l'anxiété et la dépression, nous avons pu voir une amélioration mais ces résultats sont à prendre avec précaution compte tenu de la nature de ces maladies au long cours.

## **6. Perspectives : la presbyacousie : une nouvelle approche**

Tout ce que nous venons de voir a complètement changé ma manière de voir et de traiter la déficience neurosensorielle qu'est la presbyacousie. Cette maladie semblait sans grand intérêt puisque le patient ne s'en plaint pas et de toute façon, on n'avait à proposer qu'un traitement incomplet qui donnait, aux dires de beaucoup de presbyacousiques, des résultats assez médiocres... L'enseignement était absent, les formations simplistes et incomplètes et les étudiants rares et très vite lassés par l'absence de réponses aux questions qu'on pouvait se poser.

Tout cela pour nous aujourd'hui semble de l'histoire ancienne et nous avons découvert dans cette déficience auditive un sujet passionnant avec des solutions thérapeutiques qui progressent tous les jours.

Pour parler de prise en charge aujourd'hui, il faut avoir un protocole thérapeutique réalisable qui a fait ou fait ses preuves, on devra disposer des moyens de le faire savoir, recueillir l'adhésion des soignants et des patients pour pouvoir l'appliquer correctement. Penser avoir raison ne suffit pas pour lutter contre les vieilles habitudes, contre les idées reçues, les croyances. C'est d'autant plus vrai que l'audition, nous l'avons vu, n'a vraiment pas les faveurs des Français.

Si nous pouvions rendre l'audition aux malentendants comme si nous allions chercher une nouvelle oreille en stock, nous pourrions encore espérer emporter l'adhésion très vite mais nous sommes très loin d'une telle situation. Bien au contraire, plus on va avancer plus on se rendra compte que nos propositions demandent beaucoup, que le prix est démotivant, que les remboursements ne sont pas souvent au rendez-vous, qu'il faut trouver un aidant et ce n'est pas une mince affaire si l'on n'a pas le conjoint ou l'ami à côté de chez soi ? Et puis il n'y a pas que l'argent, il faut aussi le temps et la patience ainsi qu'une motivation qui n'est pas toujours au rendez-vous.

La technique et les connaissances aussi posent problème. Il va nous falloir apprendre de la neurologie, comprendre comment travaille l'audioprothésiste, comment procède l'orthophoniste, la collaboration de tous les gériatres et les généralistes pour dépister leur presbyacousiques par une acoumétrie systématique. Les ORL aussi vont devoir se remettre en cause pour apprendre une nouvelle pathologie

qui présente trois périodes dont on ne tenait pas compte. Ces trois périodes ne peuvent être traitées de la même manière et leur approche est nettement plus complexe qu'il y paraissait

Avec le GRAP*santé*, nous avons essayé de répondre à toutes les questions que nous venons d'exposer. Mais nous savons que la route sera longue et que rien n'est gagné d'avance. Il n'empêche, nous voulons tout faire pour y parvenir.

## a. Sur le plan thérapeutique

C'est pour nous une importante avancée que de pouvoir avec les outils dont nous disposons actuellement moduler notre réponse thérapeutique en fonction du patient que nous avons vu. Notre bilan initial n'a de valeur que celle de connaître le patient pour amorcer notre formation du couple Aidant/Patient. On l'a compris c'est en fait l'Aidant qui va assurer la réhabilitation et le suivi du presbyacousique et notre rôle sur une dizaine de séances sera de former l'Aidant et de contrôler avec le patient s'il a bien compris comment s'y prendre. Le cahier nous permet « chemin faisant » de moduler nos propositions offertes dans ce cahier afin de rendre le plus efficace possible nos conseils.

Comme nous travaillons avec l'audioprothésiste, c'est ensemble le plus souvent possible que nous construisons à partir des manques notre projet thérapeutique, chacun ajoutant à l'autre. Nous allons voir les cas les plus fréquents.

### • Le presbyacousique mal conseillé

Ce sont les patients les plus difficiles à reprendre car dans la situation où ils se trouvent, c'est la confiance dans les thérapeutes qui a disparu et elle a disparu à l'endroit de tous les soignants. Dans ce cas, nous nous efforçons de lui redonner confiance en lui avec ce qui reste de son audition.

L'exercice qui est le plus simple consiste à lui proposer une phrase, n'importe laquelle, qui lui est présentée à une voix chuchotée inaudible pour lui mais que l'Aidant entend. En augmentant progressivement l'intensité étape après étape, il finit par l'entendre. Je fais remarquer que j'ai dû la répéter de nombreuses fois pour qu'il l'entende et qu'il l'a entendu à un niveau qui montre bien qu'il est malentendant même avec ses appareils.

Puis je répète la phrase en diminuant l'intensité et je vois qu'à la répétition, il continue à entendre à un niveau d'intensité bien inférieur à celui de la montée au début. Je fais constater le résultat par l'Aidant qui va convaincre le patient. À ce moment-là, généralement le patient ou l'Aidant me font remarquer que c'est normal car il connaît la phrase par cœur. Je recommence donc avec une autre phrase mais cette fois-ci à la descente je remplace un mot dans la phrase et le patient entend la différence, et change le mot pour le nouveau qu'il a entendu.

Cet exercice permet d'expliquer au patient que le travail fait pour augmenter la discrimination, grâce à l'attention et à l'accommodation, lui permet d'améliorer réellement son audition et que les aides auditives ne font pas tout. Les aides auditives sont indispensables mais le travail rééducatif aussi pour valoriser le gain obtenu avec les appareils.

- **La presbyacousie déniée**

Dans ce cas, il faut s'armer de patience et éventuellement lui faire rencontrer un patient qui veut bien lui expliquer ce qu'il a vécu avant de se laisser convaincre qu'il existait une solution. L'Aidant est souvent ce qui déclenche le déblocage et qui permet de commencer à travailler avec profit.

Le déni est naturel, il s'explique parce que la presbyacousie provoque le rapprochement du seuil d'écoute avec celui du seuil douloureux. De ce fait le presbyacousique entend des sons sans pouvoir discriminer les sons faibles des sons forts. Les bruits sont trop faibles et ne sont pas entendus ou trop forts et font tout de suite mal. Nous n'avons pas actuellement la parade à cette particularité, et l'audioprothésiste doit faire des prodiges pour régler les appareils. Nous pouvons cependant l'aider en faisant comprendre à l'Aidant et au patient qu'il a un champ auditif qui ne facilite pas la discrimination de l'intensité et qu'il doit trouver des différences dans le timbre, dans le rythme, dans les jonctions entre les mots plutôt que dans les différences d'intensité.

Dans ces formes le travail conjoint audioprothésiste-orthophoniste permet des ouvertures qu'il est dommage de refuser car les astuces pour aider le presbyacousique à mieux entendre, grâce à la présence des deux acteurs mais aussi de l'Aidant permettent souvent tous les espoirs.

- **Le presbyacousique déçu**

Ils sont nombreux ceux qui grâce à une publicité sont partis acheter des appareils, et qui malgré leur « sourire » n'ont pas entendu comme ils le croyaient... Nous pensons qu'il n'y a rien de plus démotivant, de plus contre-productif que d'expliquer à tout le monde qu'il suffit d'acheter des aides auditives et de sourire pour entendre. On ne vend pas des appareils auditifs comme on vend des lunettes de vue, et il ne suffit pas de dépenser de l'argent pour avoir le résultat. Il faudrait à notre sens bannir d'urgence ce type de publicité. À ce sujet nous voudrions ajouter que le fait de ne vendre qu'une seule marque d'appareil n'est pas une bonne chose pour les patients. Nous avons tous vu des patients qui n'entendaient pas avec des prothèses «  $\alpha$  » mais qui avaient de très bons résultats avec des appareils «  $\beta$  ». Disposer d'une gamme d'appareils de différentes marques que le patient pourraient essayer et choisir sans influence commerciale mais parce qu'il ressent un meilleur confort avec la sonorité de l'un ou de l'autre augmenterait les chances de réussite d'adaptation et d'acceptation des aides auditives.

- **Le presbyacousique sans aidant**

C'est un problème majeur pour nous mais le GRAP*santé* a mis en place le GAME : Groupe Aider à Mieux Entendre qui regroupe des personnes bénévoles souhaitant aider un patient à améliorer son audition.

## **b. Sur le plan des problèmes posés**

- **Le problème d'argent**

Un grand frein pour le traitement de la surdité des personnes âgées reste le problème du prix des appareils. Ce n'est que depuis 2002 que le deuxième appareil est remboursé par la Sécurité sociale, et compte tenu du prix fixe de remboursement des appareils, toute personne qui n'a pas une mutuelle va avoir des sommes importantes à trouver pour payer les aides auditives. Quand en plus elles sont abandonnées dans un tiroir, c'est insupportable. Il faut remarquer que, compte tenu du nombre de personnes âgées qui devraient être prises en charge, autour de 15 millions, et du nombre d'appareils qui ont été vendus moins de 2 millions. Le fait d'en vendre davantage devrait faire baisser les prix (il n'est que de se souvenir de l'exemple des écrans plats).

- **Le problème des aidants**

L'absence d'aidant pour certains patients est une grosse difficulté à résoudre mais le GRAP*santé* est en train de trouver la solution et cet embarras ne devrait plus poser de problème assez rapidement. En effet nous créons en ce moment une association des aidants des presbyacousiques dont le nom sera le « GAME » pour « Groupe Aider à Mieux Entendre ». Son siège social sera le même que ce lui du GRAP*santé* mais cette association a pour but de réunir autour des circuits de l'audition du GRAP*santé* dans toute la France, des « réserves » de personnes de bonne volonté, bénévoles, pour venir aider un presbyacousique qui n'aurait pas d'aidant.

- **Le problème des infirmités associées**

Heureusement, les infirmités associées sont rares. La surdité est déjà difficile à surmonter et demande un gros travail sur soi au point que sans aidant la mission est quasi-impossible. S'il s'y ajoute un autre problème, la situation serait encore plus difficile à surmonter.

Lorsque d'autres infirmités existent en plus de la surdité, quelle que soit l'association morbide, le travail de réhabilitation devra être adapté aux deux maladies en même temps. Par exemple, un aveugle sourd présente des pièges qui vont demander aux thérapeutes une grande souplesse d'adaptation, notamment pour la mise en place et l'entretien des aides auditives par exemple. Sans doute on trouvera dans tous les outils dont nous disposons maintenant quelques-uns qui pourront être utilisés tel quel mais ce seront des stratagèmes élaborés sur mesure qui résoudront les problèmes. Dans ce type de cas, un aidant accompagne souvent le patient, on pourra compter sur lui d'emblée pour la rééducation.

Un diabète, une bronchite chronique, une insuffisance rénale, des troubles de la locomotion retentiront aussi dans un domaine ou dans un autre sur la surdité.

Les cas semblent rares mais peut-être moins rares qu'on ne le pense si on les recherche. Sander et al., en 2007 ont montré que quatre déficients auditifs sur cinq déclaraient une ou plusieurs autres déficiences, le plus fréquemment d'ordre moteur (pour 44%).

## • **Le problème de l'entourage, EHPAD**

Il est indispensable de parler du problème de l'entourage et des EHPAD car le sourd a la réputation d'être difficile à vivre et il fait tout pour s'agacer en reportant son problème sur les autres mais il est dépressif et acariâtre, surtout lorsque la presbycusie est évoluée.

Si l'on trouve la solution pour ramener la surdité à une quasi-normalité, tout va s'améliorer comme par enchantement. Dans le cas contraire les troubles de l'humeur et du caractère vont persister et on sera obligé de confier le patient à un psychothérapeute.

Il reste à envisager la famille et en EHPAD, plus que les membres de la famille, les soignants. Au début la famille a du mal à s'adapter aux sautes d'humeur du sourd mais avec le temps elle va s'adapter et saura comment vivre avec. Mais en voulant s'adapter au sourd afin de rendre la communication plus facile, elle l'enferme tout doucement un peu plus dans sa surdité, et sans le vouloir, participe à son isolement. Le sourd ne s'en plaint pas, c'est même ce qu'il a fortement tendance à souhaiter puisque tout ce qui l'entoure l'insupporte.

Les soignants, dont c'est le métier, n'y font pratiquement plus attention. Ils finissent par voir tous les jours déambuler dans les couloirs Madame X ou Madame Y dont la tristesse est immense mais que le soignant ne voit plus. Comment faire autrement puisqu'on leur a expliqué que Madame X marchait en longeant les murs et qu'elle ne demandait rien. En plus, elle était agressive voire méchante et n'était jamais contente.

Il peut être nécessaire de rencontrer cet entourage qui peut par son comportement, gêner la réhabilitation. Il en est de même des soignants qui, faute de connaissance de la surdité, peuvent laisser perdurer des situations de souffrances muettes qui sont indicibles mais très cruelles à vivre. Ajoutons que dans les EHPAD où nous sommes allés, c'est parmi ces soignants que nous avons trouvé toutes les bonnes volontés pour aider à la prise en charge de ces personnes âgées en désespérance. Nous y sommes retournés, souvent à leur demande, et elles étaient toujours actives avec leurs patients presbycusiques méconnaissables et heureux.

## **c. Sur le plan des soignants**

### • **Le travail en équipe**

Il est un point sur lequel nous tenons à insister, c'est le travail en équipe. Par équipe autour du presbycusique, nous allons le voir dans la troisième partie, il faut réunir un trio inséparable

- L'ORL en tant que responsable du diagnostic, des ordonnances et de la formation des acteurs ;
- l'audioprothésiste qui délivre et règle les aides auditives ;
- l'orthophoniste qui va former l'Aidant, mettre en place la réhabilitation fonctionnelle et le suivi du patient.

Mais ces trois piliers doivent travailler ensemble afin d'éviter à jamais de donner un point de vue différent des deux autres et de faire tous les réglages difficiles et la rééducation ensemble de manière complémentaire.

À cette base il faut ajouter :

- le gériatre ou le généraliste
- ainsi que le patient et son aidant bien sûr.

### • **Le circuit de l'audition**

C'est de ces notions que dérive le circuit de l'audition, nous y reviendrons longuement.

### • **Le dépistage le suivi et le contrôle de l'audition**

- L'étude AcoumAudio I : nous apporte le dépistage à la voix chuchotée.
- L'étude AcoumAudio II : nous apporte le classement de la surdité, le repérage du stade subclinique de la presbyacousie et son suivi.
- L'étude AcoumAudio III : le contrôle de la qualité des résultats.
- L'Acoutest nous apporte la notion de nécessité d'une rééducation fonctionnelle et nous montre le résultat de cette réhabilitation.

## **d. Sur le plan du cahier de suivi**

### • **Le bilan orthophonique**

Le bilan orthophonique n'est pas pour le presbyacousique ce qu'il est pour tous les autres actes que pratiquent habituellement les orthophonistes. Nécessaire pour les données de base, il est inutile pour prévoir le travail à faire, la manière de l'aborder et de le suivre. Disons qu'il met seulement le pied à l'étrier. C'est en fait le cahier du presbyacousique tenu par le patient et son aidant qui va constituer la base de travail pour offrir au presbyacousique un traitement « sur mesure ».

### • **Un protocole personnalisé « chemin faisant »**

La stratégie « chemin faisant » que conseille Edgar Morin est ici une stratégie « tâtonnante » comme le suggère Marie José Avenier (1997). Prigogine recommande, compte tenu de l'incertitude de tout projet, d'indiquer seulement la direction à suivre et à chaque bifurcation qui apparait de prendre le temps de voir si un changement de cap, des aménagements sont nécessaires. C'est l'équipe du circuit y compris l'Aidant et le patient qui décide mais c'est très souvent l'orthophoniste qui propose.

Ce protocole trouve dans le cahier de suivi une question ou la relation d'un échec, ou bien une phrase qui ne « passe » pas, ou bien encore des problèmes d'impatience, des reproches... Bref tout ce qui peut se passer dans la tête d'un presbyacousique y compris des conseils de bon sens qu'il nous propose parce qu'il trouve que ça lui a réussi. Ce n'est jamais un problème pour nous. C'est à partir de ce fait ou

de cette remarque que l'on va former l'Aidant et le patient et que la séance va être construite. C'est en fait le patient et l'expérience du circuit de l'audition qui règle chaque problème et trouve toujours une solution. Notre rééducation est tâtonnante parce qu'elle se construit avec tous les acteurs et que le patient est lui-même l'acteur principal avec son aidant de sa propre reconstruction. Les séances avec tous les membres du circuit font émerger des techniques, des idées, des astuces qui n'auraient peut-être jamais jaillis sans la part de chacun au même moment.

- **Le suivi**

Si, au début, il est bon de donner quelques conseils, très vite c'est l'Aidant et son patient qui vont proposer la date du prochain rendez-vous. Notre rôle se limite à garder un œil sur le couple et si le calendrier n'est pas respecté, à faire un rappel.

## **e. Conclusion et perspectives**

En ce qui nous concerne, le grand écart nous semble actuellement impossible à faire et pour l'instant la seule réponse valable à cette question nous semble être de poursuivre le travail commencé et de mettre en place après l'étude 2 « FRéCAOP », une étude 3 longitudinale sur 10 à 15 ans basée sur le même principe que cette étude préliminaire. Elle nous permettra de vérifier ce que nous laisse entrevoir les conclusions de cette étude préparatoire : à savoir que nous sommes capables d'offrir au presbycousique un traitement substitutif lui permettant de pallier son déficit auditif et de vivre quasi-normalement si ce n'est jusqu'à 100 ans, au moins pendant de longues années. Nous prévoyons la publication de l'étude de faisabilité dès qu'elle sera terminée (article en préparation).

Il est donc trop tôt pour faire ce grand écart mais il n'est pas prématuré de commencer l'enseignement et les formations (dans le cadre du Développement Professionnel Continu notamment, les conférences grand public... et surtout le post-doctorat que nous souhaitons mettre en place.

L'étude 2 préliminaire, « FRÉCAOP », nous apporte, sans en dessiner finement les contours, une tendance solide : les patients qui bénéficient en plus de l'appareillage, d'une réhabilitation fonctionnelle orthophonique, ont de meilleurs résultats dans pratiquement tous les domaines. La prise en charge audioprothétique seule a manifestement montré dans cette étude une amélioration certaine des capacités de communication des patients, mais elle reste partielle au vu des résultats et des potentialités de rééducation que les patients sont capables d'exploiter. Nous rappelons qu'il s'agit d'un traitement palliatif et que lorsqu'existera, si cela est possible, un traitement curatif, il mettra à plat tous les problèmes rencontrés aujourd'hui. Mais en attendant, compte tenu de la gravité des complications, de la détresse des presbycousiques, il est urgent de leur offrir une prise en charge adaptée aux besoins, telle que nous la proposons.

Les renseignements que nous donnent les résultats de cette étude préliminaire tant sur le plan de la qualité de vie que sur les capacités auditives des patients, justifient pleinement notre volonté de la poursuivre. Du fait du délai trop court, elle ne permet pas de tirer des conclusions, ni d'émettre des hypothèses plausibles en ce qui concerne la cognition notamment, mais elle a répondu à notre objectif principal qui était d'apporter des informations utiles à l'élaboration d'une étude plus complète. La seule conclusion dont nous sommes sûrs est qu'elle mérite d'être continuée avec l'expérience acquise, le temps nécessaire pour que les résultats prennent du sens et la curiosité en complexité qui nous anime.

Nous avons fait un travail important et les six études que nous avons placées en annexes (excepté l'étude 2 « FRÉCAOP » non terminée mais pour laquelle nous préparons un article) et dont nous rapportons ici les discussions et conclusions, nous apportent des outils sans lesquels il était difficile de travailler utilement pour les presbycousiques. Tournons-nous maintenant vers le futur pour mettre au service des presbycousiques les progrès réalisés.

**TROISIÈME PARTIE :**

**BILAN,  
CONSÉQUENCES  
ET PERSPECTIVES**

## TROISIÈME PARTIE : BILAN, CONSÉQUENCES ET PERSPECTIVES

« *Le chemin se fait en marchant.* »

Antonio Machado (1875-1939).

Chant XXIX. Proverbios y cantarès, Campos de Castilla, 1917.

« *Bien que l'incertitude ne rende pas le choix intelligent a priori impossible, elle récompense les procédures adaptatives robustes plutôt que les stratégies qui ne marchent bien que lorsqu'elles ont été soigneusement mises au point pour des environnements connus avec précision.* »

H.A. Simon, Sciences des systèmes, Sciences de l'Artificiel, 1981/91, p. 39.

« *La complexité appelle la stratégie.* »

E. Morin, Science avec conscience, 1990, p178

« *Tu ne m'apprends rien si tu ne m'apprends à faire quelque chose.* »

Paul Valéry Extrait de Cahiers I

Nous savons bien, comme le chante le poète Antonio Machado, que nous ne pourrions poursuivre notre quête que « chemin faisant ». C'est donc avec l'envie de mettre au service des malentendants tout ce que nous avons eu la chance de construire avec nos maîtres le Professeur Lionel Collet et le Docteur Xavier Perrot, l'Université de Lyon 1 et l'équipe du GRAP*santé*, que nous souhaitons exploiter tout ce qui point à notre esprit. Il nous paraît essentiel de poursuivre en reliant sans cesse, comme le répète Edgar Morin (1995). C'est un travail très riche, mais sans fin.

Pour l'enfant sourd, pour les implantés cochléaires, presque tout ce que nous proposons pour le presbyacousique est utilisé et donne des résultats très encourageants. Bien évidemment, ces résultats incitent à travailler avec des outils voisins dans les domaines de la rééducation orthophonique de la personne âgée sourde.

Le fait de ne pas séquencer l'audition offre une quantité insoupçonnée de possibilités qui enrichissent l'offre de réhabilitation fonctionnelle dont le presbyacousique a besoin. Les solutions foisonnent, encore faut-il les voir, les mettre en cohérence, les faire entrer dans un processus permettant d'enrichir, étoffer, compléter, embellir la capacité de l'homme à transformer les pressions impulsionnelles environnantes en sons, musique, bruits de toutes sortes (qualia). Chargée d'émotions, complétée par les autres sens, bénéficiant de la cognition, engendrant des actions adéquates, l'audition est source d'actions adaptées, de pensées intelligentes, de moments de tristesse ou de joie, depuis la voix de notre maman jusqu'à la voix de notre enfant en passant par la musique de Mozart...

Cette merveille qu'est l'audition mérite bien sûr d'être travaillée, cultivée, entretenue et également dans la mesure du possible « rendue » à ceux qui l'ont perdue.

La situation n'est pas idéale en France, il n'est que temps de la changer. Pour la changer, il faut d'abord refuser l'existant, mais s'arrêter là n'aurait aucun intérêt. Marie-José Avenier s'interroge dans son livre, *La stratégie « Chemin faisant »* (1997) : « *Dans un contexte complexe, le management stratégique d'une organisation peut-il consister à essayer de suivre au mieux une trajectoire ? Ne vise-t-il pas plutôt à construire son chemin pas à pas (...)* ». Plus loin, elle propose de suivre une « *stratégie tâtonnante* » et tâtonner nous convient tout à fait pour avancer avec prudence dans le domaine que nous avons choisi.

À première vue, tout semble organisé pour que rien ne change. Les conséquences délétères de la presbyacousie sont ignorées car les patients eux-mêmes ne s'en plaignent pas et les complications n'incitent pas à y songer. Comment accepter que cette perte d'audition qu'on ne ressent même pas puisse attenter aux fonctions du cerveau ? La presbyacousie n'est pas non plus dépistée que ce soit en ville ou dans les établissements de soins ! Et tous les non sourds ne pensent jamais à cette infirmité.

Pourtant, les raisons d'évoluer vers une autre stratégie, face aux personnes âgées malentendantes sont nombreuses, à condition de prendre conscience que, même sans traitement spécifique connu, le traitement palliatif qui existe aujourd'hui est relativement efficient.

À la passivité actuelle et aux obstacles devant lesquels nous nous trouvons (dégradations anatomophysiologiques irréversibles, insuffisance du traitement, absence de dépistage, non utilisation de solutions connues), il est temps d'opposer les atouts dont on dispose : la complexité, la plasticité neuronale, une possibilité de traitement audioprothétique, les résultats obtenus pour d'autres types de surdités...

Le travail fait depuis maintenant trois ans avec l'aide reçue de l'université de Lyon 1 et celle du GRAP*santé*, nous pousse à refuser d'en rester là en car il est temps d'agir.

La règle initiale qui s'impose à nous est simple : seule, on ne peut pas grand-chose mais tous ensemble, rien ne résistera. Les footballeurs perdent à chaque fois qu'ils oublient cette évidence... Le travail en équipe, le *vrai* travail en équipe n'est pas remplaçable et le téléphone, les courriels, les échanges papier... ne vaudront jamais une rencontre entre le patient et son aidant, l'orthophoniste, l'audioprothésiste, l'ORL, le généraliste ou le gériatre.

Vouloir changer consiste à avoir une idée du processus qu'on souhaite mettre en place. Nous allons successivement montrer les résultats de tous le travail réalisé pour comprendre la presbyacousie et surtout *le* presbyacousique. Notre expérience acquise au cours de ces trois années est susceptible de nous aider à mieux le comprendre. Dans un premier temps, nous préciserons les besoins et les obstacles actuels dans la prise en charge de la presbyacousie. Nous exposerons ensuite les possibilités que nous voyons pour réparer, compenser, augmenter tout ce qui permet d'entendre et de comprendre. Ce chapitre décrira le circuit de l'audition tel que le GRAP*santé* le conçoit pour une réhabilitation plus efficiente de la presbyacousie. Enfin, dans le troisième chapitre, nous tenterons de projeter quels peuvent être les impacts de la prise en charge que nous proposons, afin soit de résoudre les problèmes qu'elle pourrait poser, soit de les contourner, soit de les accepter.

Puissent les lignes qui vont suivre convaincre les plus réticents.

# Chapitre I : Précision des besoins et des obstacles

« *Le si est un instrument essentiel de l'action mentale* ».

Paul Valéry. Extrait des Cahiers, La pléiade Gallimard 1973 Psychologie p.1052

« *Plutôt que de nous casser la tête contre les murs, cherchons les interstices* »

A. de Peretti Les points d'appui de l'enseignement :  
pour une théorie et une pratique de la pédagogie différenciée,  
Paris, INRP, 1984, p. 33.

## 1. Avant-propos

Et si on retroussait nos manches...

**Demain, nous serons tous presbyacousiques**, à des degrés divers sans doute, mais à des degrés de toutes façons invalidants.

On sait qu'à partir de 55-60 ans, la presbyacousie commence à dégrader le système auditif, sournoisement, lentement. Aujourd'hui, tout est fait pour le dégrader plus vite, plus tôt, plus profondément, plus violement (boîtes de nuit, mariages, fêtes en tous genres, médicaments ototoxiques pris sans précaution...). Ce vieillissement que l'on disait « naturel » devrait maintenant être appelé « pathologique » car l'Homme vit trop vieux pour que la presbyacousie, qui commence à se manifester avant l'âge de la retraite, n'atteigne pas des degrés handicapants bien avant la mort. C'est une vraie « maladie », un vrai « handicap » que cette perte auditive avec distorsions. Cette modification de l'appellation n'est pas innocente car elle appelle à un changement de mentalité, ce dernier n'ayant que des « avantages ». Autrement, le sujet qui en souffre se rassure dangereusement en pensant qu'il est comme tout le monde et qu'il n'a pas besoin de se soigner puisque « ce n'est pas une maladie ». Pour finir, si ce n'est pas une maladie, comment demander à l'assurance maladie de prendre en charge les frais que son traitement palliatif entraîne ?

## 2. Constatations générales

Dans la mesure où cette pathologie est sournoise et n'alerte en rien la personne âgée, il est indispensable de la dépister *systématiquement*. Par dépister, il faut entendre : détecter son tout début, lorsqu'elle n'affecte en rien la vie de la personne. Ceci est très important si l'on veut apporter au patient tout ce dont on dispose aujourd'hui. Il faut répéter que les aides auditives qui font merveille au

début (quand il semble qu'on n'en a pas encore besoin) perdent de leur efficacité au fur et à mesure que la surdité s'aggrave et surtout que les cellules ciliées externes meurent.

Le presbycusique doit comprendre que s'il n'existe plus de cellule ciliée externe permettant aux cellules ciliées internes de transcoder les aigus, il n'y aura plus non plus de son à ces fréquences, qu'il y ait une aide auditive ou non. Il faut partir de l'idée que, les surdités profondes ayant été exclues car elles sont d'un autre ordre, les aides auditives restent le socle de la thérapeutique. Mais ces aides auditives qui font miracle au début, ne sont très vite plus suffisantes à elles seules. Il faut alors que le malentendant s'adapte à une situation pour laquelle il est nécessaire de faire intervenir tous les « restes » de tous les systèmes neurosensoriels et bien d'autres aides encore pour apporter un traitement substitutif qui soit efficient.

Quand on répétait à qui voulait l'entendre que la baisse d'audition était physiologique, qu'elle n'affectait en rien le sujet qui en « souffrait », que les aides auditives ne donnaient pas de bons résultats et qu'il n'y avait donc rien à faire, on pouvait encore se dire que puisqu'il n'y avait aucun traitement, il était inutile de se mettre martel en tête. Et chacun plaisantait à propos d'une grand-mère qui boudait toute seule au bout de la table et qui, si elle émettait un mot, faisait rire tout le monde par son côté « saugrenu ».

Aujourd'hui ce n'est plus possible et il est inadmissible de se comporter de la sorte puisqu'on connaît les risques qu'on fait courir à nos grands-parents. La France n'accepte pas la maltraitance des personnes âgées et fait de son mieux pour l'éviter, tout en regardant les personnes âgées sourdes avec l'indifférence de l'ignorant.

La première bonne raison de se mettre au travail doit être d'assurer une formation de tous les petits Français qui devrait commencer à éduquer leur oreille dès l'école. Ils entraîneraient leur audition, et par voie de conséquence, leurs progrès changeraient profondément les mentalités à tous les niveaux.

À titre anecdotique les gériatres, les psychologues font passer un test cognitif de base : le MMSE qui demande au sujet : « *Écoutez bien et répétez après moi* : « PAS DE MAIS, DE SI, NI DE ET ». Beaucoup de personnes âgées n'exécutent pas correctement la consigne car elles n'entendent pas bien le SI qu'elles tentent de suppléer et pendant ce temps, n'écoutent pas la suite : NI, qu'elles remplacent la plupart du temps par un deuxième ET. Elles perdent alors un point pour cet item. En faisant systématiquement un audiogramme et une acoumétrie à tous nos sujets, nous avons constaté que les personnes qui présentaient une surdité avec gêne sociale commettaient pratiquement toujours la faute (De Silva et al., 2008). En vérifiant l'audition par une simple acoumétrie vocale, l'examineur adapterait sa voix pour toute la consultation (Macdonald et al., 2012). Même si l'échec à cet item peut paraître anodin, en élevant la voix lors de la question, tous ces patients regagneraient les points qu'ils auraient indument perdus.

En regardant le système auditif, dans et avec sa complexité, une remarque essentielle vient immédiatement à l'esprit : mobiliser la personne âgée sur son audition pour l'améliorer, c'est modifier l'ensemble de cette personne et donc toute solution thérapeutique qui se veut répondre aux besoins du presbycusique devra mobiliser l'ensemble de l'Être. Ainsi l'audition appelle toujours la totalité des ressources de l'individu et suppose que l'attention, la mémoire, la réflexion, les émotions sous toutes leurs formes, tous les automatismes... peuvent être appelés à jouer un rôle plus ou moins important dans la réhabilitation. Cette notion que la pensée complexe sous-tend, ouvre des possibles qui seraient

restés hors de notre champ de réflexion si nous n'avions étudié l'audition séparément de l'ensemble de l'Être.

Une formation impliquant des changements s'impose aussi à celui qui veut entrer de plain-pied dans le monde de l'audition. N'en connaître que des fragments aboutit à la situation constatée actuellement. Elle ne satisfait personne. En revanche, un travail inter-, ou mieux transdisciplinaire dans tous les domaines provoque des solutions en cascade dont on ne soupçonne évidemment pas l'existence lorsqu'on est seul. Nous aimons utiliser pour ce faire la stratégie « tâtonnante » de Marie José Avenier dont avons parlé plus haut.

L'exigence de formation permanente qui s'impose doit comporter une part importante du temps consacré à l'audition et la triade recherche - expérimentation - mise en application en pratique courante, ne devrait jamais être dissociée ni dans la forme, ni dans le fond, ni dans la structure où elle a sa place, ni dans le temps.

Une formation sur le système auditif s'impose. Cette formation devrait s'adresser à tous les Français et donc comprendre les professionnels de santé quels qu'ils soient mais aussi être enseignée à l'école au même titre que les sciences fondamentales comme le français ou les mathématiques.

Il faut que les gériatres et les généralistes prennent conscience de leur rôle car, qui peut détecter au plus tôt cette maladie si ce ne sont eux ? La seule règle à respecter consiste à y penser. L'audition est très rarement inventoriée lors des consultations des personnes âgées, sauf si celles-ci s'en plaignent ce qui est exceptionnel. La gériatre Judith Aubel, dans une étude (en cours de publication) faite en 2012-2013 portant sur 350 EHPAD de la région parisienne pose les questions simples suivantes : « Combien de consultations ORL et OPH demandez-vous par an à vos résidents ? » La réponse est 25 % des demandes de consultations spécialisées pour l'OPH et 4 % pour l'ORL ! Cette étude pleine de bon sens interroge sur l'habitude des Français de n'accorder que peu d'importance aux examens sensoriels, en particulier visuels, et pire encore en ce qui concerne l'audition.

Il y a enfin une dernière remarque à prendre en compte, tous les professionnels qui seront concernés dans ce qui peut être proposé au presbyacousique ne sont pas prêts pour l'instant à collaborer les uns avec les autres de la manière qui sera nécessaire au résultat escompté. Les médecins ont coutume de s'adresser mutuellement les patients avec souvent une lettre mais parfois seulement une adresse. Ceci ne peut pas être la façon de faire pour que le traitement du presbyacousique nécessaire et suffisant remplace celui qui est proposé actuellement.

Tous les prétextes semblent bons pour éviter cette nécessité du travail en commun auprès de la personne âgée qui consulte pour mieux entendre. Le généraliste ne connaît pas le problème et se contente le plus souvent de proposer d'attendre. Le gériatre se pose le problème mais n'a aucune solution à offrir sauf à adresser systématiquement tous ses patients à l'ORL, ce qu'il ne fait évidemment pas. Il en est de même souvent pour l'ORL, qui n'est pas convaincu de l'efficacité des appareils auditifs et donne des traitements d'attente ou psychologiques. On perd alors un temps précieux car ce qui doit être proposé au presbyacousique consiste en un gros travail d'apprentissage de l'écoute, qui réclame des facultés intactes. Plus elles seront efficaces, meilleur sera le résultat à l'arrivée. L'audioprothésiste est le seul à savoir ce qu'il faut faire pour installer et régler les aides auditives et l'orthophoniste, quand il connaît un peu le problème, se sent mieux tout seul pour

expliquer au patient ce qu'il doit faire. Chacun tire à hue et à dia, trois avis (celui de l'ORL, de l'audioprothésiste et de l'orthophoniste) sont donnés et se contredisent régulièrement.

Il était de bon sens de se dire que si l'appareillage est peu utile au début, comme il est assez désagréable, il était raisonnable d'attendre le plus tard possible pour s'en préoccuper. De même, le fait qu'il n'apporte pas de bénéfice au début (car il ne manque pas grand-chose à l'oreille) fait penser au patient qu'il n'en a pas besoin et que le jeu n'en vaut pas la chandelle. Bref, devant toutes ces contradictions, le presbyacousique ne pouvait qu'abandonner et ranger les appareils dans le fond d'un tiroir avec l'impression d'avoir été floué. Pris une fois, il n'était plus question que le presbyacousique se fasse reprendre.

Aujourd'hui, lorsqu'on visite un EHPAD et qu'on enquête avec l'infirmière coordonnatrice et le médecin coordonnateur sur l'état de l'audition de leurs résidents, force est de constater :

- le très faible pourcentage de personnes sourdes appareillées ;
- le nombre d'appareils qui ne sont pas bien réglés, qui n'ont plus de piles depuis des années, dont les accus ne sont jamais rechargés, qui ne sont pas portés car la personne n'est plus capable de les placer dans ses oreilles. Toutes ces prothèses inefficaces ne sont évidemment pas renouvelées ;
- le manque cruel de formation des personnels soignants en ce qui concerne l'audition et la presbyacousie mais aussi tout ce qui concerne les aides auditives (mise en place, entretien, fonctionnement, etc.) (Lina-Granade et al., 2010) ;
- l'impression des médecins d'être démunis lorsqu'il s'agit de tester l'audition de leurs patients ou d'évaluer la qualité de leur réhabilitation ;
- le peu d'intérêt que portent les familles quant à l'audition de leur proche ;
- l'incompréhension de tous lorsque, malgré les aides auditives, des difficultés persistent ;
- un manque de temps malgré de nombreux soignants de bonne volonté pour aider les patients dans leur réhabilitation auditive ;
- les troubles du caractère que présentent tous les sourds qui ont tendance à rebuter les soignants, qui pensent bien faire en les laissant tranquilles ou, pire encore, en leur donnant des médicaments antidépresseurs dont ils auraient pu se passer...

### **3. Chacun sa part, mais en équipe**

Tous les acteurs doivent accepter le changement mais surtout, éviter de le faire séparément, chacun de son côté. C'est le gros reproche que l'on peut faire par rapport au malade qui ne comprend plus, qui ne sait plus à quel saint se vouer, les contradictions apparaissant inconciliables. Le système actuel accumule les avis quelle que soit leur signification. Le sourd ne se croit pas sourd.

Certains gériatres conseillent de ne pas dire que la presbyacousie est une maladie afin de protéger le moral des personnes âgées et d'éviter de leur faire peur. Préserver d'une idée n'a jamais guéri personne. Pour la personne âgée, c'est une raison de plus de ne pas écouter les rares personnes qui exhortent à se soigner. Toutes les chances d'amélioration précoces disparaissent et rendent donc la pseudo-délicatesse du médecin génératrice de complications.

Souvent, l'ORL explique que pour ce type de surdité, il n'y a rien à faire et il faut s'y habituer comme l'ont fait nos grands-parents. On le comprend si l'on songe au nombre de patients à qui il avait conseillé de porter deux aides auditives et qui les ont finalement abandonn es dans un tiroir par manque de satisfaction (Humes et al., 2002). Il n'est plus possible d'agir ainsi aujourd'hui puisqu'à l'époque de nos grands-parents, l'espérance de vie était de 60 ans alors qu'aujourd'hui elle est presque de 90 ans. En conséquence, le presbyacousique a au moins 25 ans à vivre après le début de sa presbyacousie, et ce dans des conditions qui ne laissent plus aucune place au bonheur.

L'audioprothésiste apporte beaucoup de soins à ses réglages, malheureusement, souvent ils ne sont valables que pour une courte période. Il est nécessaire de courir après l'aggravation inéluctable de l'audition autrement que par les réglages seuls puisque la prothèse ne compensera plus ce qu'il manquera. De plus cette évolution capricieuse n'est pas la même pour tous les presbyacousiques. Un rendez-vous à six mois est rarement le bon moment car tantôt il aurait fallu le revoir plus tôt, tantôt il n'en aura besoin que dans un ou deux ans... L'audioprothésiste et le patient abandonnent très vite cette contrainte rigide et sans intérêt. C'est un des rôles de l'Aidant que de se rendre compte que les appareils ne donnent plus le résultat escompté et il est le seul à pouvoir le faire comme il faut.

Quant aux orthophonistes, ils sont un peu étrangers au milieu de la surdité des personnes âgées. Elles reçoivent une formation théorique qui ne correspond pas aux besoins d'un presbyacousique. Mais revoyons toutes ces questions et les solutions possibles.

## 4. Le gériatre et le généraliste

Le gériatre (ou le généraliste) est le *primum movens* du changement qui s'impose. En règle générale, il sait bien s'adapter à la personne âgée mais il est souvent démuni devant la surdité qui n'a pas fait l'objet d'un enseignement particulier à la faculté. Il ne sait pas comment mesurer l'audition et réclame l'outil nécessaire afin d'éviter d'adresser systématiquement ses patients chez l'ORL pour avoir un audiogramme et connaître l'audition de ses patients.

L'ORL répond souvent, pour éviter les échecs, qu'il faut attendre que les dégradations soient plus importantes pour envisager deux aides auditives et compte tenu des récriminations qu'il entend après bons nombres d'appareillages, il hésite à donner ce conseil. Grâce à certaines publicités qu'il faudrait qualifier de mensongères, certaines personnes âgées qui ont accepté de consulter l'ORL et qui sont appareill es, le regrettent car il faut beaucoup plus que « sourire pour entendre... ». Le généraliste ou le gériatre a donc tendance à minimiser la doléance, d'autant plus qu'ils n'ont pas de réponse à apporter.

La prescription systématique d'exams complémentaires onéreux doit être  vit e comme le recommande la HAS. Or seul l'ORL peut affirmer que le patient est malentendant puisqu'il ne se plaint de rien. Avec un test acoumétrique (gratuit et qui dure 1 minute) pratiqué *systématiquement* au début d'une consultation par le gériatre ou le généraliste, il sait maintenant qu'il n'enverra à l'ORL que des patients débutant une hypoacousie et qu'il s'agit très probablement d'une presbyacousie. Il nous incombe maintenant d'offrir les formations qui s'imposent avec les solutions possibles pour rendre

utile tout le travail accompli au cours de cette thèse. Le GRAPsanté propose un DVD qui présente bien la situation et qui est actuellement largement diffusé.

Le gériatre et le généraliste seront bien inspirés de surveiller régulièrement et de reconnaître le plus tôt possible la baisse d'audition et cela même si elle est infime car elle ne le restera pas et plus le temps passera, moins les occasions d'être efficace rapidement se présenteront. Le presbyacousique, bien informé, apprécie d'avoir peu de travail à faire et de bons résultats.

## 5. L'ORL

Il devrait être le pivot du système, si on lui confiait les presbyacousiques. Or on ne lui adresse que très peu de patients de ce type et comme les patients sont rarement contents, il s'est fait à l'idée que sa spécialité ne peut pas faire grand-chose pour la presbyacousie. Il a de très beaux résultats avec l'enfant et les implants cochléaires et la chirurgie de l'otospongiose. Il s'en contente.

Ce faisant, il laisse une place vide et la cause des personnes âgées malentendantes en souffre. Lui non plus n'a pas reçu de la faculté ce qui est nécessaire de savoir pour tirer d'affaire son patient. Alors, si c'est pour mécontenter son patient qui ne demande rien et même le refuse si on le lui propose, mieux vaut ne rien faire. Il a pourtant un rôle capital qu'il lui faudra assurer si, comme nous le pensons, le circuit du GRAPsanté ou des systèmes équivalents se mettent en place.

Pour ne plus négliger 95 % des malentendants, l'ORL devra abandonner tous les poncifs, toutes les idées reçues qui depuis la deuxième guerre mondiale et l'avènement de l'audiométrie ont détruits le souci dont nos grands-parents faisaient preuve face à la surdité.

Nous verrons qu'outre le diagnostic et le suivi, il incombe à l'ORL de former tous ses partenaires dans le domaine de l'audition et des progrès réalisés.

## 6. L'audioprothésiste

Nous en sommes toujours à adresser le patient à l'audioprothésiste avec pour mission de se débrouiller pour « faire entendre » un malentendant qui n'est pas très enthousiaste à dépenser une somme d'argent non négligeable pour un succès auquel il croit d'autant moins qu'il ne se sent pas sourd. Enfin et pour aggraver le tout, d'après ce qu'il entend autour de lui, en ce qui concerne ses éventuels problèmes auditifs, rien ne « marche ».

Cela suppose qu'on abandonne la vente des appareils dont les seules références seront des publicités. Quant aux prothèses vendues « peu chères » chez les pharmaciens ou dans les grandes surfaces, elles ne peuvent sans doute qu'aider des personnes peu sourdes qui n'en n'ont pas réellement besoin. Ces prothèses sont à considérer comme un dépannage et encore...

L'audioprothésiste est aujourd'hui le professionnel le plus concerné par le problème de l'audition (Dejean et al., 2012). Mais, malgré tous ses efforts, comme il fallait s'y attendre, il n'a réussi à mobiliser ni les sourds, ni ses partenaires soignants. L'audioprothésiste ne peut pas forcer quelqu'un à porter des appareils... et le pourcentage de malentendants qui a recours à lui est tout à fait dérisoire par rapport à ceux qui en auraient besoin. Les malentendants eux-mêmes sont à l'origine d'une grande quantité d'échecs... Mais il faut reconnaître que si les publicités ne faisaient pas espérer tant de miracles, les sourds seraient moins déçus... Les prescriptions d'aides auditives sont malheureusement bien trop rares eu égard aux besoins, et l'orthophoniste n'est pas conviée à donner la main à ce professionnel. Les rares fois où l'audioprothésiste demande de l'aide, c'est lorsqu'il ne s'en sort plus avec les réglages et que le patient insiste pour avoir un résultat qu'il estime être son dû.

Dans la situation actuelle, on insiste davantage sur la vente et le prix des aides auditives que sur le résultat et le travail à accomplir pour l'obtenir. Le problème de l'évolution de la presbycousie, qui est ici capital, n'est pas pris en compte. L'aggravation inéluctable qui va frapper le presbycousique reste ignorée comme si personne ne voulait s'en préoccuper. Cela nous semble tenir au fait que la presbycousie n'est pas décrite cliniquement comme il le faudrait. Nous avons vu que l'acoumétrie nous a permis de définir trois périodes dont l'approche thérapeutique est hétérogène et dont surtout le pronostic est différent. On ne s'occupe que du résultat technique et du contentement immédiat du sujet. On ne tient compte ni des capacités résiduelles, ni de la cognition qui va se détériorer avec le temps. En conséquence, les possibilités de récupération disparaîtront lentement et à jamais.

## 7. L'orthophoniste

Le rôle de l'orthophoniste n'est pas plus important que celui des autres, il est simplement *nouveau*. Il y a donc une action à mettre en place pour :

1. *le créer* à partir de ce qui se fait pour l'enfant et l'implanté cochléaire, grâce aux connaissances neurosensorielles qui ont beaucoup progressées ces dernières années, aux études qui sont faites comme celles présentées dans cette thèse ;
2. *le roder* comme petit à petit nous l'organisons depuis 5 ans ;
3. *le faire accepter* pas seulement par les malades et les professionnels, mais par tous les Français qui ne se soucient guère de l'audition et, d'une manière plus générale, de leurs systèmes neurosensoriels ;
4. *le faire progresser* tous ensemble, en équipe car il y a encore beaucoup à faire.

Le protocole de rééducation type n'existe pas, et n'existera sans doute jamais, car il faudra toujours l'adapter à chaque cas. Les grandes lignes seront les mêmes et une direction peut être donnée, mais le projet de rééducation fonctionnelle variera en fonction de l'orthophoniste, de son patient et des demandes des membres du circuit du GRAPSanté et surtout des demandes de l'Aidant qui est bien placé pour pointer les failles du système.

Le bilan initial permet de commencer par ce qui semble le plus facile, le plus encourageant pour le moindre effort. Puis, on adapte progressivement le travail aux demandes ou aux remarques du presbycousique. On tient également le plus grand compte des demandes de l'audioprothésiste qui

peut, grâce à quelques semaines de rééducation, trouver un réglage qui correspond mieux aux nouvelles possibilités des oreilles du patient.

Plus ce travail d'échanges aura été fait en amont, plus les difficultés rencontrées plus tard deviendront aisément surmontables.

Actuellement, seules les aides auditives constituent pour les personnes âgées la solution proposée. On sait qu'elles ne correspondent pas à ce qui serait nécessaire pour le presbyacousique, on connaît leurs limites mais on ne va pas plus loin.

Les très rares cas où une fois le bilan terminé, il est demandé l'aide de l'orthophoniste, sont mal exploités. Les orthophonistes ne sont pas prêts à ce travail qui sort des normes habituelles de leur profession. Faute de travail sur l'audition, ils se contentent de faire travailler essentiellement la suppléance mentale avec un peu de lecture labiale car elles pensent que la personne âgée n'est plus apte à apprendre cette lecture labiale. Les orthophonistes tentent pas ailleurs d'améliorer ou de préserver la cognition par des exercices de mémoire et d'attention qui sont bien sûr très intéressants, mais ne constituent pas la réponse aux questions posées.

## 8. Le patient

Il faut examiner le patient sous plusieurs aspects qui vont, en se fusionnant, donner une grande richesse de tableaux.

### a. Le patient sourd

L'isolement social du patient sourd entraîné par la surdité va générer quatre complications bien connues :

1. immédiatement des troubles de la communication ;
2. puis des troubles du comportement ;
3. des troubles de l'humeur avec une dépression quasi constante ;
4. enfin des troubles de la cognition.

Le sourd est agressif, insatisfait, réclamant sans cesse, ne supportant pas le bruit. Il ne fait plus aucun effort pour améliorer sa situation. Il ne s'intéresse plus qu'à lui et devant le rejet des autres ronchonne et s'enferme encore plus.

Il faut reconnaître que comme la surdité ne se voit pas, les autres ne font rien non plus pour aider le sourd ; compte tenu des problèmes qu'il crée à son entourage, celui-ci a tendance à ne plus s'occuper de lui. De plus, la moindre tentative pour l'aider peut se solder par une réaction négative qui va rebuter la personne aidante. Le cercle vicieux se referme plus ou moins définitivement sur le sourd.

Nous pensons aujourd'hui que le fait de ne pas nous rendre compte du handicap du sourd doit être considéré comme une « maltraitance ».

## **b. Le patient âgé**

Le presbyacousique, étant par définition âgé, voit comme toutes les personnes de son âge, ses capacités diminuer dans tous les domaines et sa vitesse d'exécution ralentir au point d'obliger toute personne qui s'occupe de lui à ralentir également. Si pour la marche ou le fait de s'alimenter ce ralentissement est flagrant, il apparaît peu dans le langage et l'entourage continue à lui parler à une vitesse qu'il ne peut plus accepter, même s'il est encore bien entendant.

Le respect de la personne âgée commence donc par accepter de ralentir nos activités et notre manière de parler pour s'adapter à ses possibilités. Il ne faut pas aller contre la nature et rien ne permettra jamais plus à une personne âgée de monter quatre à quatre ou de descendre deux à deux l'escalier comme lorsqu'elle avait 20 ans. La moindre erreur du rééducateur dans ce domaine ne peut apporter que l'échec, et cet échec est en grande partie de la responsabilité du soignant. Pour autant, il n'est pas nécessaire de se transformer en Père Noël pour enfant et d'infantiliser la personne âgée sous le fallacieux prétexte qu'elle ne peut pas suivre. À sa vitesse, tout va très bien.

## **c. Les conditions de vie du patient**

D'un patient à l'autre, l'environnement dans lequel évolue le sourd est différent. Il est important de s'y adapter plutôt que d'essayer d'adapter l'environnement aux conditions que l'on considère comme les meilleures pour lui.

Ce n'est que lorsqu'on a établi le contact avec le patient et qu'on a travaillé suffisamment de temps ensemble qu'il est possible de lui demander de faire un effort parce qu'il lui paraîtra alors justifié et utile. Adapter l'environnement et apprendre au sourd à s'adapter à son environnement doivent se faire en harmonie avec la relation de confiance qui s'est instaurée. Il est important de respecter ses rangements personnels, son environnement matériel, ses habitudes, sa personnalité. L'écouter aide beaucoup à le rééduquer. Il faut prendre le temps de lui expliquer ce qu'il doit savoir sans l'encombrer de détails inutiles. L'expérience du professionnel est très importante dans ce domaine.

## **d. L'Aidant du presbyacousique**

L'Aidant du presbyacousique n'existe pas. Son manque n'a pas été ressenti dans la situation dans laquelle se trouvent les personnes âgées malentendantes. Il sera envisagé comme un apport nouveau, encore plus nouveau que l'orthophonie qui existe depuis des années bien que n'étant pas proposée, dans le cas de la presbyacousie.

Nous n'étions pas très nombreux à tenir le discours suivant lorsque nous avons rejoint le GRAP*santé* : « Pour tout patient qui présente des complications de sa surdité et en particulier s'il présente des troubles cognitifs, il est nécessaire que quelqu'un accompagne le patient au moins dans les premiers

*mois. Pour tous les autres, si c'est sans doute une aide, on peut très bien s'en passer. De toute façon, il y aura au total des patients qui compte tenu du terrain, des circonstances, de la motivation, de l'état cognitif... auront besoin d'une aide qu'il est facile de trouver dans une EHPAD et plus difficile quand la personne est seule chez elle. Mais il faut tendre le plus possible à autonomiser le malentendant, le questionnaire de Christian Renard est un bon moyen de juger de cette nécessité avant de prendre toute décision d'appareillage ou après un prêt d'appareil. »*

On se rend compte, à la lecture de ces lignes écrites lors d'un stage, que nous sentions bien que le malentendant âgé avait besoin d'une aide, mais nous n'imaginions pas encore à quel point. Aujourd'hui nous savons que notre position était tout à fait insuffisante et ne pouvait donc pas atteindre son but.

Quelques années plus tard, l'un de nos patients dont la femme était orthophoniste et qui portait de manière aléatoire deux vieux appareils est venu nous voir car il était de plus en plus sourd et il devenait vraiment invivable et dépressif. Cette orthophoniste âgée d'une cinquantaine d'années (son mari avait quinze ans de plus qu'elle) avait entendu parler de nos travaux et souhaitait tenter encore quelque chose afin de ne pas abandonner son mari dans la situation où il se trouvait.

J'étais à ce moment en Master II et nous avons décidé de prendre ce patient pour ne pas refuser notre aide à une collègue. Trois fois par semaine nous passions 45 minutes avec ce patient, ancien ingénieur récemment à la retraite, à refaire nos exercices, à inventer des situations et des solutions pour le faire évoluer avec ses restes auditifs. Il s'agissait d'une surdité moyenne à sévère autour de 70 dB de perte moyenne. Le patient en était arrivé à demander qu'on lui écrive certains mots sur une ardoise quand il ne comprenait pas et tenait néanmoins à participer à la conversation. Souvent il semblait s'enfermer en lui-même regardant sa montre et regardant sa femme pour lui faire comprendre qu'il était temps de quitter les lieux.

Il a été convenu que nous ne ferions rien avant la mise en place de ses nouveaux appareils et la confirmation par l'audioprothésiste que le réglage était adéquat pour commencer la rééducation. Lors de la première séance, nous avons proposé à ce patient de choisir les textes, les phrases les situations qu'il préférerait et d'accepter de travailler plusieurs fois tous les jours. Quatre ou cinq fois par jour, sa femme le faisait travailler une bonne demi-heure avec tous les exercices que nous lui avions proposés, en inventant d'autres et rendant compte sur un cahier pour que nous puissions juger ensemble des résultats. Nous travaillions main dans la main avec ma collègue au demeurant très agréable et désireuse de faire tout son possible pour son mari.

À la cinquième séance, c'est-à-dire à peine quinze jours après notre nouveau travail de rééducation, les progrès du patient étaient déjà bien visibles, notamment avec l'Acoutest.

Nous avons alors commencé à monter un projet beaucoup plus ambitieux pour l'aider avec plus « d'intelligence de son état », en nous appuyant sur nos connaissances neurologiques qui commençaient à être utilisables car étudiées dans la complexité. Chaque séance devenait une source sans fin d'idées et de solutions que nous explorions avec les conseils du patient lui-même qui avait repris confiance en lui et retrouvait l'espoir de s'en sortir. Sa femme répétait très étonnée, qu'il était « méconnaissable ».

## 9. Principaux obstacles à la prise en charge actuelle

### a. Les problèmes liés à la presbycousie

La captation des pressions impulsionnelles du presbycousique souffre essentiellement de deux déficits :

1. une élévation du seuil d'intensité auquel est transcodé le son, surtout au niveau des aigus.
2. la perte plus ou moins complète des fréquences aigües, ce qui entraîne un traitement moins bien adapté pour comparer ce qui est perçu, avec les éléments de comparaison mis en mémoire et qui permettent de reconnaître, puis de comprendre les sons.

À ces déficits spécifiques d'un trouble de l'audition, il faut bien sûr ajouter le vieillissement général et celui des autres sens.

Ces problèmes vont à la fois constituer le handicap à surmonter, mais aussi permettre de mieux appréhender la stratégie à déployer pour offrir au malentendant tout ce qu'il est possible de faire actuellement.

En ce qui concerne la perte d'intensité, de volume sonore les aides auditives compensent de manière satisfaisante en augmentant simplement le gain comme on le fait avec la touche volume du téléviseur. Les prothèses auditives corrigent très correctement la perte d'intensité qu'elle qu'en soit la cause. Ces cas de surdité de transmission n'affectent que les oreilles externes et moyennes.

En revanche, lorsqu'il s'agit d'une surdité de perception qui affecte l'oreille interne, il est beaucoup plus délicat de remplacer pièce pour pièce ce qui manque. Toute atteinte de la cochlée va entraîner une déformation des sons, des distorsions, qui vont dégrader plus ou moins profondément la construction des cartes et des circuits sonores perçus. De ce fait, la comparaison des cartes et des images sonores qui sont en mémoire, avec ce qui est perçu, ne permet plus de donner par automatisme le sens de ce qui est capté. Il en résulte ce qui arrive dans une conversation dans une langue étrangère lorsqu'on ne la maîtrise qu'imparfaitement. Certains mots n'ont « plus » de sens. Il se produit une interruption de la compréhension de la phrase et pendant que l'on cherche à deviner ce qui a été dit, les deux ou trois autres phrases suivantes sont perdues. Très rapidement le presbycousique est contraint à l'abandon.

### b. Les problèmes liés aux aides auditives

D'autres problèmes se posent. L'audioprothésiste doit également gérer l'inconfort et cet inconfort se situe à deux niveaux :

- celui qui est lié à l'adjonction dans l'oreille d'un corps étranger qui peut être plus ou moins bien supporté, celui de l'évent qui selon sa taille va favoriser la perception des aigus et réduire les graves ou au contraire conserver les graves et ne pas permettre de gérer la puissance pour augmenter les aigus.

- celui des sons eux-mêmes qui peuvent, du fait du recrutement qui correspond au rétrécissement du champ auditif provoque des douleurs et des traumatismes sonores. Pour comprendre ce phénomène, il est nécessaire de prendre conscience que la presbyacousie a pour spécificité que les seuils inférieurs et supérieurs d'écoute se rencontrent : on parle de rétrécissement de la dynamique.

Le gain ne peut plus être l'inverse de la perte, et toute distorsion, d'où qu'elle vienne, sera dommageable pour le presbyacousique. Il n'est donc pas facile d'appareiller un presbyacousique et le réglage des appareils difficile à obtenir car il est en évolution permanente du fait de l'évolution de la presbyacousie elle-même.

Des questions complémentaires non spécifiques à la presbyacousie sont également posées par le port de deux aides auditives :

- Comment éviter les irritations liées à la prothèse ?
- Comment faire entendre dans le bruit ?
- Comment lutter contre l'inconfort ?
- Comment dès que la surdité devient trop importante éviter les inconvénients des embouts moulés ? ou au contraire ne pas les refuser lorsqu'ils améliorent nettement l'audition ?

Les audioprothésistes répondent assez bien à toutes ces questions quand la surdité n'est pas trop importante, que ce soit avec les dômes, que ce soit avec les embouts et leurs événements... Mais il arrive un moment où il faut les accepter. Il faut également penser au nettoyage qui est souvent impossible pour une personne âgée qui a perdu de sa dextérité manuelle, surtout si le port des aides auditives intervient à un âge avancé (Singh et al., 2013).

### **c. Les problèmes liés au patient**

Nous allons nous contenter de les énumérer mais il ne faudrait surtout pas penser que nous ne les tenons pas pour importants. Ils sont tellement sérieux qu'ils peuvent à eux seuls réduire tous les efforts à néant. Nous en énumérons quelques-uns :

- Le patient ne veut pas s'astreindre au port des appareils.
- Le patient n'arrive pas à les mettre ou à les retirer et il est tout seul.
- Le patient ne sait pas bien les nettoyer, ni en prendre soin.
- Le patient ne sait pas changer les piles ou placer les appareils sur un chargeur.
- Le patient ne peut pas acheter les piles lui-même...
- Le patient se trouve plus gêné avec les appareils que sans.
- Le patient vit dans un milieu bruyant.
- Le patient préfère s'isoler que d'entendre les sifflements de son appareil lequel bouge en permanence dans son oreille.
- Le patient ne peut pas se rendre chez l'audioprothésiste...

Les problèmes sont si divers et si nombreux qu'ils dépassent l'imagination. Ce n'est pas pour autant qu'il faille les négliger, bien au contraire. C'est la raison pour laquelle, à travers l'association des aidants du presbyacousique créée sous l'égide du GRAPSanté, il a été mis en place, dans le cadre du circuit de l'audition, un « bureau des problèmes » propres à chaque patient, destiné à traiter et à résoudre avec le plus grand soin tous ces incidents qui ruinent tous les autres efforts. Il peut paraître

futile de se pencher avec tant d'attention sur ces problèmes, mais le succès de toute l'organisation en dépend.

### **d. Les problèmes liés à l'Aidant**

Qui peut être « l'Aidant du presbycousique » ? Dans l'idéal pour une personne âgée, c'est le conjoint mais ce n'est pas toujours possible (Preminger et al., 2010). Les enfants, voisins, amis... peuvent jouer ce rôle mais là encore, ce n'est pas toujours possible. En EHPAD, un membre de l'établissement peut remplir ce rôle, en venant vérifier le port des appareils auditifs, leur bon fonctionnement, et en proposant de courts entraînements auditifs 2 à 5 fois par jour au patient presbycousique. Pour les patients n'ayant pas la chance d'avoir quelqu'un de leur entourage capable de les aider bénévolement, le GRAP*santé* vient de créer une association « d'aidants des presbycousiques » qui rassemble à proximité du domicile des personnes disponibles et désireuses d'apporter un peu de leur temps pour les malentendants. Dans le cas où il n'y aurait pas d'aidant, les résultats seraient nettement moins bons.

### **e. Les problèmes liés au mauvais usage des appareils**

Par usage des appareils, nous entendons la mise en place au bon moment, le suivi comme il se doit, c'est-à-dire à deux, audioprothésiste et orthophoniste, aucun des deux n'ayant de prérogatives sur l'autre. Seul le résultat du patient compte. Le changement d'appareil en connaissant le risque qu'on court (le patient voudra forcément un réglage qui lui rappelle la sonorité de l'ancien appareil à laquelle il s'est habituée par automatismes). Il faut donc partir de là et aller vers les possibilités nouvelles de l'appareillage et non les offrir d'emblée, mais cette règle, même avec un musicien, un patient facile, peut très bien ne pas pouvoir être suivie. Ces situations de rejet sont nombreuses. Citons :

- Le patient ne comprend pas pourquoi il demande toujours de répéter certains mots.
- le patient veut un résultat immédiat.
- Le patient ne comprend pas ce qu'on attend de lui.
- Le patient n'a pas les moyens de payer.
- Le patient présente une irritation de son conduit auditif qui ne disparaît que si les appareils sont abandonnés...

On n'oubliera jamais les contraintes de nettoyage, de piles, de fragilités qui peuvent, si elles sont trop fréquentes ou difficiles à résoudre, faire qu'un patient abandonnera ses appareils malgré de bons résultats. C'est dire l'importance de l'Aidant qui pourra contrôler ou aider lorsque c'est nécessaire. C'est aussi insister sur le fait qu'on ne pourra jamais croire qu'on pourra un jour s'en passer, bien au contraire, plus on vieillira, plus on sera malhabile avec les appareils, moins on sera capable de régler les problèmes matériels qui revêtent pour une personne âgée, l'apparence d'une complication insurmontable. Le soutien moral apporté à un presbycousique a une réelle importance, que l'on peut mesurer au vu de la gravité des problèmes qui surgissent lorsqu'on le néglige. Les troubles du caractère, de l'humeur, de la cognition lorsque ce soutien est négligé valent sûrement le petit effort demandé.

Rappelons ce que nous avons mis en place pour résoudre une grande partie de ces problèmes : notre « bureau des problèmes » au sein de l'association des aidants du presbyacousique émanation du GRAP*santé*.

## **f. Les problèmes liés aux audioprothésistes**

Après avoir répété encore une fois que les audioprothésistes sont les seuls actuellement à faire de leur mieux pour que le presbyacousique ait un traitement valable, il ne faut pas pour autant refuser de voir les problèmes posés. Nous ne traiterons pas ici des difficultés et des obstacles liés à la vente des appareils, mais de celui qui est la base de leur métier : adapter les aides auditives au patient et le suivre à vie.

C'est à notre avis mission impossible et c'est la raison pour laquelle nous proposons notre circuit de l'audition. S'ils font souvent de très belles choses dans le cadre de l'adaptation des appareils au patient, il n'est pas de leur compétence d'adapter le patient à ses aides auditives. Ils manquent de temps pour résoudre tous les problèmes qui se posent et en particulier ceux créés par le fait qu'ils travaillent seuls.

De plus, la confrontation du point de vue de l'audioprothésiste avec celui de l'orthophoniste est vraiment une richesse dont on n'a pas le droit de priver le presbyacousique.

- Le manque de temps, le prix, les exigences du sourd, etc. peuvent parfois aussi être la cause d'un échec. Le travail seul, sans équipe, convient mal aux problèmes complexes qui se posent.

Deux choses pourraient aider l'audioprothésiste à mieux prendre en charge ses patients : convaincre ceux qui viennent le voir, d'entrer dans un circuit du GRAP*santé* et se servir de l'acoumétrie en milieu de vie habituelle pour tester les aides auditives. Cette dernière proposition les sortirait de leur cabine et éviterait l'étonnement du patient qui allait très bien dans la cabine, mais est désemparé par les sons de la rue.

## **g. Les problèmes liés aux orthophonistes**

Trois problèmes majeurs vont faire obstacle à une prise en charge complète du presbyacousique par l'orthophoniste.

Dans le domaine de la surdité de la personne âgée, l'enseignement est insuffisant et ne correspond pas aux besoins des presbyacousiques. Les orthophonistes sont dans l'impossibilité de pouvoir changer les choses et de créer une prise en charge adaptée.

Ensuite, dans l'idée des orthophonistes la prise en charge est exclusivement réservée aux audioprothésistes, leur rôle est donc mal défini (Martin, 2007). Enfin, il faut reconnaître que l'immense majorité des orthophonistes répondent sans hésiter et très professionnellement lorsqu'on leur demande une rééducation d'un presbyacousique : « Je ne fais pas l'adulte sourd. ».

Enfin, elles ont l'habitude de travailler seule avec leur patient. Ici il faut accepter un travail d'équipe qui ne correspond pas à leur culture.

Ces trois difficultés se conjuguent pour freiner le changement qui doit s'opérer dans les esprits pour que les progrès théoriques actuels passent dans la vie courante.

En revanche, une poignée d'entre eux sont très bien formés pour les enfants sourds et les patients ayant reçu un implant cochléaire.

Cette constatation, il faut la faire sinon la situation restera bloquée et même si tous les intervenants sont là, le manque d'orthophonistes ne permettra pas de résoudre le problème. Nous verrons plus loin comment nous proposons d'aborder ce problème. Mais nous avons besoin de l'aide des orthophonistes et nous sommes prêts à assurer leur formation.

## 10. En conclusion

La situation des presbyacousiques en France, malgré quelques appels restés sans suite, semblait convenir à tout le monde, par méconnaissance de ses graves complications. Même les presbyacousiques ne craignent pas d'être sourds puisque tout ce dont ils souffrent n'est pas imputable à leur surdité. Avec l'aide de mes maîtres, le professeur Lionel Collet, et le Docteur Xavier Perrot et sous l'impulsion du GRAP*santé*, j'ai pris conscience du travail qui s'imposait : d'abord de l'absolue nécessité d'une orthophoniste dans le circuit du GRAP*santé*, ensuite de l'absolue nécessité d'un aidant aux côtés du presbyacousique.

Nous avons préparé une formation comportant un DVD, mais aussi des programmes destinés à tous les intervenants. Il nous faut les faire connaître, c'est l'un de nos objectifs majeurs.

## Chapitre II : Nos propositions pour mieux traiter ; le circuit de l'audition

« Il est beaucoup plus simple de construire un univers  
que d'expliquer comment un homme tient sur ses pieds.  
Demandez à Aristote, à Descartes, à Leibniz et à quelques autres ».  
Paul Valéry. La philosophie de la danse 1936

### 1. Préambule

On peut se demander « pourquoi un circuit de l'audition ? ». La réponse vient naturellement quand on compare le nombre total de malentendants en France (plus de 12 millions dont l'immense majorité est constituée de presbycousiques (HAS, 2008), au nombre de sujets traités (15 à 30%) (Lin, 212).

Aujourd'hui on ne peut pas traiter correctement seul un presbycousique. De plus, très peu de personnes bénéficient du traitement et parmi les raisons de ce déficit de soins, le fait que les presbycousiques ne soient pas dépistés à temps est sans doute l'un des plus importants. La presbycousie rétrécissant le champ auditif, le patient ne se rend pas compte qu'il est sourd, entendant soit mal, soit trop fort.

La perte spécifiquement marquée sur les fréquences aigües passe inaperçue. C'est pourtant elle qui est à l'origine de confusions, d'incompréhensions que le patient impute à l'entourage. Si, dans ce circuit de l'audition du GRAP*santé* nous plaçons le médecin gériatre ou généraliste en première ligne, c'est parce qu'il est l'alpha et l'oméga de ce circuit. Mais il a besoin d'outils qui lui évitent de devoir demander, pour avoir le diagnostic de presbycousie, un examen ORL systématique onéreux et qui peut être sans objet. C'est la raison pour laquelle le GRAP*santé* a réhabilité l'acoumétrie vocale qui permet à voix chuchotée de dépister cette hypoacousie.

Le circuit du GRAP*santé* repose sur des connaissances neurophysiologiques, des contraintes matérielles et comportementales, des exigences de résultats eu égard au prix des aides auditives dont on ne peut pas se passer, et surtout en raison des redoutables complications qui surviennent lors de l'évolution trop souvent occultée.

Rappelons que la quasi-totalité des malentendants sont des personnes âgées qui souffrent de presbycousie non diagnostiquée, que ce soit par la faute de la personne âgée, du fait de l'incapacité de la société de faire face aux frais, ou de celle des soignants qui ne l'ont pas reconnue et soignée à temps. Jusqu'à ces dernières années, il semblait ne pas y avoir de traitement vraiment efficace et les aides auditives, malgré des progrès incontestables n'étaient pas capables à elles seules de surmonter tous les obstacles qui surviennent. On savait que ces appareils n'étaient pas le traitement substitutif parfait et

les réticences, des patients, de l'entourage, et de la plupart des soignants venaient encore compliquer la situation.

L'idée de base qui s'est imposée vient du fait qu'il est indispensable de prendre la situation du presbycousique dans et avec sa complexité et, sous cet angle, la médecine moderne ne peut plus se contenter du colloque singulier. Elle se doit de faire appel à toutes les compétences possibles. Seuls, ni l'ORL, ni l'audioprothésiste, ni l'orthophoniste ne peuvent mener à bien ce travail multi- et surtout transdisciplinaire. En revanche, une équipe pourra faire face à tout ce que réclame le presbycousique. Cette nécessité n'est pas contournable et s'imposera de plus en plus dans tous les domaines. Mais, il y a plusieurs manières de constituer une équipe pour répondre correctement au travail à faire. Il y a quelques années le gériatre ou le généraliste avait son réseau de correspondants à qui il adressait son patient. Ce spécialiste retournait son patient une fois son travail accompli. Cette vision paraît complètement dépassée compte tenu du travail à faire et de la manière de le mener à bien.

L'absence d'équipe pour traiter la presbycousie conduit très souvent à deux attitudes aussi néfastes l'une que l'autre. Soit on ne sait pas et on confie à « l'expert » tous les problèmes et la relation est alors interrompue jusqu'au retour du patient ; soit on s'en mêle et chacun donne un avis plus ou moins contradictoire, non compatible avec celui des autres... Les conséquences sont très souvent l'abandon par le patient. Un malentendant a besoin d'un même avis donné par trois personnes et non de trois avis différents donnés par un trio qui ne se parle pas. Les trois soignants doivent penser, agir, exprimer leur avis de concert.

De plus, ce trio est tout à fait insuffisant pour que la thérapeutique qui s'impose -car aujourd'hui le patient doit consulter son généraliste avant d'aller voir un ORL- puisse être proposé au presbycousique. Or, le généraliste ou le gériatre est mal à l'aise pour adresser son patient. On l'a vu, le malade ne se plaint pas de surdité, il est même très souvent réfractaire à l'idée d'être sourd et pense que de toute façon il n'y a rien à faire. Ce n'est que très tardivement qu'il changera d'avis. Sa famille ne peut pas vraiment l'influencer puisqu'elle partage les mêmes idées « reçues ». Le généraliste ou le gériatre est lui-même mal formé par la faculté et pense, comme son patient, que les solutions proposées actuellement sont chères et peu efficaces. Enfin, le patient pense enfin que ce n'est pas grave, que sa maman était sourde et qu'elle est morte à 60 ans sans s'en plaindre. Or, avec l'allongement de l'espérance de vie, la situation est tout à fait différente.

Il devient donc indispensable que le médecin généraliste ou le gériatre puisse lui-même sans frais, lors de la consultation, *détecter* la presbycousie au tout début pour permettre une réhabilitation rapide, efficiente et qui soit prolongée jusqu'à la fin de la vie.

Il faut donc « étoffer » l'équipe du circuit du GRAP*santé* en adjoignant le généraliste ou le gériatre au groupe. Il faut aussi adjoindre au patient *un aidant* du presbycousique qui fera partie, comme les autres, de l'équipe. Cet aidant, sans lequel le travail à court et surtout à long terme n'est pas vraiment possible, deviendra pour finir le personnage essentiel de la réhabilitation du presbycousique.

L'équipe qui constitue un circuit du GRAP*santé* doit finalement comporter six personnes : un *généraliste* ou un *gériatre* qui va dépister, un *ORL* qui va faire le diagnostic et organiser les soins, un *audioprothésiste* qui va régler les aides auditives et conjointement avec l'orthophoniste participer à la réhabilitation fonctionnelle, un *orthophoniste* qui conjointement avec l'audioprothésiste va procéder à la rééducation et surtout à la formation de l'*Aidant* du *presbycousique*. Il reste à parler des deux

personnes qui manquaient au circuit à savoir l'Aidant et le presbyacousique. Ils méritent tous les deux les paragraphes qui suivent.

L'Aidant du presbyacousique, nous l'avons dit au chapitre précédent mérite qu'on s'y attarde. Nous avons raconté la manière dont l'idée nous est venue et il nous faut maintenant expliquer pourquoi nous ne pouvons plus nous en passer et à quel point cet aidant a amélioré la prise en charge de la personne âgée sourde.

Beaucoup de maladies réclament un aidant. La maladie d'Alzheimer, la cécité ou les très basses visions par exemple ne peuvent pas s'en passer. Il est vrai que l'aveugle, avec un chien, peut plus ou moins rapidement n'en avoir besoin que de temps en temps, mais ni le malade Alzheimer ni le presbyacousique ne pourront s'en priver. La raison est toute simple : ces maladies évoluent inexorablement vers l'aggravation. Si le patient, atteint de la maladie d'Alzheimer, ne peut plus vivre sans son aidant, le presbyacousique aussi en a besoin quelques instants tous les jours - ou presque- la contrainte étant infiniment moins lourde au quotidien après les six premiers mois. Il n'empêche, cet aidant restera nécessaire pour accompagner toute la rééducation et ensuite pour assurer le suivi.

L'Aidant du presbyacousique doit remplacer l'orthophoniste dans sa tâche quotidienne. Il fait exécuter des exercices, contrôle les erreurs, entraîne, « manage », aide le sourd. Si un certain nombre d'exercices peuvent être réalisés tout seul ou avec une radio, un téléviseur ou un lecteur de CD, beaucoup d'exercices réclameront toujours un partenaire qui sait comment faire, est capable de juger les performances et de s'adapter en permanence. Par exemple, pour la lecture labiale, ou les exercices réclamant un dialogue, on ne peut pas s'en passer. L'Aidant sera enfin nécessaire lorsque le malentendant n'est plus capable de mettre ses appareils, de les nettoyer, de changer les piles... Il faut ajouter que le travail à faire ne représente pas une grande contrainte dans la vie quotidienne de l'Aidant comme ce peut être le cas pour les patients atteints de maladie d'Alzheimer. Il suffit d'une dizaine de minutes 2 à 5 fois pas jour pour donner au presbyacousique expérimenté tout ce dont il a besoin.

On peut affirmer que l'Aidant du presbyacousique a radicalement changé la qualité de vie du sourd et le pronostic reste néanmoins dépendant de l'audioprothésiste et de l'orthophoniste, mais à un degré moindre dès les premiers mois passés.

Cette nécessité d'un aidant pour le presbyacousique crée un problème dans certains cas. En effet, si la femme ou le mari font très bien l'affaire et sont la plupart du temps aptes à remplir les fonctions demandées, parfois il n'y a personne qui soit en situation d'aider de manière efficace le presbyacousique. On peut essayer la voisine, les enfants, un ami mais cette solution possible n'est pas suffisante pour garantir que le presbyacousique aura toujours son aidant. Nous avons donc décidé de créer sous l'égide du GRAP*santé*, un groupe de personnes bénévoles, les aidants du presbyacousique, nous l'appelons le « Groupe pour Aider à Mieux Entendre (GAME) ». Ce groupe a été confié à l'un des membres du conseil d'administration qui a accepté de créer, de recruter puis maintenant de faire vivre cette association de personnes désintéressées.

De même, nous avons également avec le GRAP*santé* créé des « antennes agréées du GRAP*santé* » afin de mettre en place dans toute la France des circuits de l'audition et de créer conjointement une annexe de l'association des aidants du presbyacousique. Ces opérations en sont à leur début mais elles sont prometteuses. C'est une chose d'avoir des études et des propositions qui montrent que « le projet » est

possible, et une autre chose d'être capable de le mettre en place en faisant en sorte que le presbyacousique puisse en bénéficier.

## 2. Accepter de changer les pratiques actuelles

Rien n'est plus difficile que de changer de vieilles habitudes, que de se défaire d'automatismes inadaptés, que de reconstruire avec du « déjà » construit. Or, en ce qui concerne l'audition, tout est à faire mais avec des professionnels qui le refusent, croient savoir, ne sont pas en demande, ne voient pas le problème. Il faudra du temps, nous le savons, mais c'est une raison de plus pour commencer tout de suite.

Nous avons pu constater par nous-mêmes lors de présentations dans divers congrès ou de conversations avec des étrangers que la situation était à peu près la même partout dans le monde. Il ne s'agit donc pas d'examiner les dysfonctionnements de chaque système mais de voir s'il est possible d'améliorer la part des presbyacousiques en œuvrant ensemble dans la même direction : répondre aux besoins des patients.

### a. La situation actuelle

Le thème de notre thèse nous a donné l'occasion de nous pencher sur cette pathologie non plus en la prenant petit morceau par petit morceau, mais d'une manière complexe et holistique, en modélisant nos systèmes d'études, en créant des stratégies tâtonnantes chemin faisant, en travaillant en équipe. Nos maîtres nous y ont encouragés et c'est la vocation du GRAPsanté.

En parcourant le cursus de la vie d'une personne, nous voyons bien les occasions manquées qui changeraient radicalement la situation des malentendants.

- **Déjà à la maternelle et à l'école**

Il faut nous apprendre à utiliser nos sens en particulier l'oreille dont nous devons apprendre à nous servir. C'est notre capacité d'écoute qu'il faut travailler, à l'âge où c'est le plus propice, c'est-à-dire dans la prime enfance. Par « écoute », nous entendons certainement l'idée d'écouter l'autre, et en même temps de faire progresser la manière de capter les sons, de les traiter, d'améliorer la qualité des qualia que l'on mettra ensuite au service de l'autre. Mais pour cela encore faudrait-il que les parents, les professeurs d'école, etc., sachent de quoi il s'agit. C'est donc pour la génération prochaine que nous travaillons aujourd'hui à ce niveau. À l'école, nous travaillons les mathématiques, l'écriture, la lecture etc. L'apprentissage de l'usage de nos sens est selon nous, tout aussi important et fondamental.

- **Au lycée, au collège...**

Tout se construit et si nous n'avons pas les bons outils, les bons matériaux, nous pâtirons de notre incurie dans tous les domaines où nous ne le ferons pas à commencer par notre cognition. C'est à cet âge qu'il faut nous faire apprendre la musique et aussi le reste. À titre d'exemple, nous avons constaté la facilité que nous avons à reconstruire l'audition d'un musicien par rapport à celle des personnes qui n'ont jamais fait d'efforts dans ce domaine. Si nous avons appris ce qu'était l'oreille, nous ne la détruirions pas avec des volumes sonores insupportables comme dans les boîtes de nuit, à côté des machines-outils, lors des mariages, des concerts, dans certains cinémas...

- **Durant toute notre vie**

Il y a des négligences qui se payent très chères. Certes il est bien de porter des casques antibruit ou des boules ou tampons ou bouchons dans les oreilles, mais en réduisant l'intensité de la source sonore, nous réduirions les risques. Il suffirait tout simplement d'éviter ces nuisances. Si elles sont nécessaires, on peut le comprendre, mais lorsqu'elles sont inutiles, pourquoi les créer ? Je me souviens de trois jeunes femmes qui avaient fondé une association pour éviter aux enfants des écoles de musique d'abimer leurs oreilles. Elles voulaient de l'argent pour atténuer avec des bouchons les risques courus. Le plus simple aurait peut-être été que l'instrument fasse moins de bruit, ce qui est tout à fait possible puisque les instruments anciens émettaient à un niveau sonore bien moindre que les instruments modernes. Avec l'oreille aussi il est toujours préférable de prévenir que de guérir.

- **Lors du vieillissement**

On le sait, en vieillissant, nous devenons tous malentendants. C'est une des rares choses que tout le monde sait. Mais pour autant nous ne faisons rien, ni pour prévenir lorsque c'est encore possible, ni pour traiter dès les premiers signes la presbycusie débutante. Les Français se sentent complètement impuissants et surtout n'ont pas la notion de ce qui va leur arriver. Le manque d'anticipation rejoint le manque d'éducation et de formation de tous, même des professionnels et des patients. Malheureusement, c'est quand ils seront très sourds qu'ils se sentiront concernés.

- **Dans les maisons de retraite et les EHPAD**

Il y a là une situation qui pose vraiment un problème et ne peut laisser personne indifférent. Dès qu'on a franchi la porte d'un de ces établissements (pas tous, mais beaucoup), on sent tout de suite une chape de plomb qui vous tombe dessus. Deux ou trois petites « grand-mères » piétinent, déambulent à petit pas, tenant la rampe le long du mur, indifférentes à ce qui les entourent, posant parfois quelques questions mais n'attendant pas la réponse, puisque de toutes manières elles ne l'entendront pas. Elles sont profondément malheureuses et on ne sait pas comment les sortir de là. La pilule du bonheur n'existe pas. Les médicaments qu'on leur donne ne font qu'aggraver la privation sensorielle auditive. Voici des établissements destinés à accueillir nos parents en fin de vie qui ne correspondent pas du tout à ce que nous attendons d'eux. Il faut être rentré une fois dans un de ces EHPAD pour comprendre dans quelle situation nous laissons mourir des personnes qui n'ont qu'un tort : être malentendantes.

Pourquoi seraient-elles malentendantes, me direz-vous ? Parce que plus de 90 % ont un déficit auditif en plus de toutes les autres pathologies qui les assaillent, nous l'avons vu notamment dans les résultats de l'étude AcoumAudio I. Elles sont coupées des autres et tout le monde s'en moque. En réalité, nous savons que faute de formation, l'audition n'est pas prise en compte même par le sourd lui-même qui ne sait pas ce qui lui arrive pour être aussi malheureux. Pire, lorsque ces personnes sont appareillées, elles ne portent pas leurs aides auditives. La plupart ont leurs appareils dans leur tiroir de table de nuit quand ils ne sont pas au coffre pour éviter qu'elles ne les perdent ou marchent dessus (certains établissements interdisent le port des aides auditives pour éviter toute responsabilité de perte ou de casse).

Tout le monde connaît cette situation, mais personne ne peut faire mieux dans la situation actuelle. L'indifférence finit toujours par l'emporter. Nous savons aujourd'hui qu'il est possible d'éviter cette maltraitance ignorée.

## **b. Que proposons-nous ?**

Nous proposons de répondre tout simplement aux besoins du presbyacousique. Les travaux que nous avons faits donnent un espoir si nous ne restons pas passifs et isolés. Dans ce domaine, il faut proposer de grandes orientations qui devraient permettre de construire avec le presbyacousique et son aidant de retrouver une audition socialement acceptable. Voici quelques directions possibles :

- **Cesser d'être seul**

*« Aucun de nous ne sait ce que nous savons tous, ensemble. »*  
Euripide, dramaturge

Cesser d'être seul est, pour nous, le premier conseil à se donner. Apprendre à travailler en équipe. Pour toutes les professions de santé, le problème se pose. Ou bien le patient a une difficulté mineure et n'a besoin que d'être rassuré. Dans ce cas, on peut imaginer que quelqu'un de persuasif et d'attentif pourra l'aider ; ou bien il s'agit d'un problème complexe et ce ne sera plus jamais possible sans une équipe. Cette complexité est de tous les instants, elle pose ses problèmes et il lui faut une équipe pour les prendre en charge. Sans une équipe qui se donne la main, le patient voit ses chances d'amélioration diminuer et ce n'est pas supportable, ne serait-ce qu'éthiquement.

- **L'évolution doit être, elle aussi, prise en compte**

Il ne faut pas s'imaginer que parce qu'on a obtenu un bon résultat immédiat, la pathologie est guérie. D'abord il n'existe aucun traitement curatif, nous ne pouvons proposer qu'un traitement palliatif. Certes, au début, il est possible d'avoir l'illusion que le simple appareillage va résoudre totalement le problème mais les trente années qui suivent vont très vite faire comprendre qu'en fait rien n'est définitivement réglé. On peut, grâce au stratagème de la prévention par l'éducation, réduire considérablement le travail que le presbyacousique devra faire par la suite mais notre aide s'arrête là. Par la suite le malentendant devra s'astreindre toute sa vie au port d'aides auditives, à leurs réglages

réguliers et à un travail de reconstruction sans fin des pertes que l'évolution de la presbycousie entraîne. La récupération est infiniment plus simple quand on a compris le mécanisme et qu'on a l'expérience et les techniques pour le faire.

- **Le circuit du GRAPsanté doit s'adapter en même temps que le presbycousique change**

Une fois l'équipe constituée, si l'évolution est correctement prise en compte, il est alors possible de faire évoluer tout le système de concert. Les formes que peut prendre l'évolution de la presbycousie sont souvent surprenantes et les stades se suivent de manière capricieuse, des événements extérieurs peuvent venir la contrecarrer. Le changement dans l'esprit des soignants qui va être le plus difficile à accepter nous semble consister dans le fait que le presbycousique peut avoir besoin à tout moment d'être aidé. Pour lui c'est un travail dont l'avenir est incertain. La compensation devient de plus en plus difficile à obtenir. Loin de lui donner une avance sur le travail à faire, le mieux à espérer consiste à perdre le moins possible. Heureusement les appareils auditifs sont de plus en plus perfectionnés et apportent toujours davantage et enfin un implant d'oreille peut permettre de sauver l'audition malgré des pertes irréparables.

- **Utiliser une stratégie tâtonnante, chemin faisant, plutôt qu'un protocole tout fait**

Tout ce qui précède doit nous inciter à la plus grande prudence dans le pronostic, à ne jamais baisser la garde et encore moins baisser les bras. Un sourd qui veut un aidant présent et actif et un quatuor soudé (gériatre ou généraliste, ORL, audioprothésiste et orthophoniste) qui cherche trouvent toujours une manière d'avancer.

Chacun évoluant à sa manière, chacun présentant des lésions différentes, chacun ayant une personnalité qui lui est propre, il est inutile de chercher une solution idéale pour tous. Le traitement palliatif du presbycousique se construit pas à pas, sur-mesure.

- **Modifier nos comportements sans réserve**

Tous les angles d'attaque doivent être proposés, tout peut se modifier au gré des constatations faites.

- Vis-à-vis du patient, le rendre acteur de sa rééducation sans s'adapter à lui mais l'aider à s'adapter au monde dans lequel il vit.
- Vis-à-vis de la maladie, mieux connaître le presbycousique est fondamental. Je ne remercierai jamais assez mes maîtres de m'avoir donné l'occasion de mieux l'appréhender. Je ne remercierai jamais assez David Aubel qui m'a initiée à l'audioprothèse avec cet objectif.
- Vis-à-vis de l'entourage, en commençant par l'Aidant mais en n'hésitant jamais à rencontrer les membres de la famille et à leur expliquer comment ils peuvent agir pour apporter leur aide et surtout ne pas aggraver la situation.
- Vis-à-vis des soignants, informer, former, comprendre et voir sont les principes sur lesquels ils doivent travailler pour sortir les malentendants de leur « prison de verre ».

- Vis-à-vis des organismes de remboursement qui doivent comprendre qu'il y a beaucoup de progrès à faire pour permettre à tous les sourds de vivre normalement sans frais, comme c'est le cas pour la plupart des maladies.

### 3. Les missions du Circuit du GRAP*santé*

#### a. Exister et perdurer

Un circuit de l'audition consiste à réunir une équipe « d'amis », c'est le mieux, puis de se former, ce qui ne demande pas beaucoup de temps, ni de travail. C'est la condition sine qua non pour que le système fonctionne. Si cette condition n'est pas remplie, le circuit ne pourra être réellement opérationnel.

Mettons-nous en situation. L'ORL, une fois son diagnostic et sa prescription pour l'audioprothésiste et pour l'orthophoniste faits, une fois quelques conseils particuliers donnés à ses collègues, va, dans la majorité des cas, ne plus attendre que des échanges épistolaires, l'informant que tout va bien. On peut s'en contenter, mais il peut aussi accepter de participer aux réunions que ce circuit de l'audition requiert pour le faire progresser, être de plus en plus efficient et donner aux participants la place qu'il serait bon qu'ils occupent.

Nous voudrions ouvrir une parenthèse pour insister sur le rôle que nous pensons devoir être celui de l'ORL dans la mesure où il se sentirait responsable du circuit. Nous pensons que ce doit être sur son initiative que la formation permanente du circuit doit s'initier. Les six personnes qui composent le circuit doivent être en quête constante de progrès et tant que le traitement curatif n'existera pas, les progrès ne peuvent venir que de la pratique et de l'imagination des membres de ces circuits.

Le système auditif aura alors repris la place qu'il avait perdue après la Deuxième Guerre Mondiale au milieu des autres sens. Ce sont également ces circuits qui, sous l'impulsion de l'ORL, amèneront l'Éducation Nationale à former tous les enfants qui leur sont confiés à mieux connaître comment ils sont construits, comment faire fructifier le capital qu'ils représentent, au même titre que les autres matières enseignées.

Par ailleurs, l'ORL peut avoir à faire face à d'autres problèmes médicaux comme une maladie de l'oreille intercurrente, des irritations ou des lésions, des démangeaisons, des douleurs... qui peuvent retentir, de près ou de loin, sur l'audition ou, simplement un conduit auditif fermé par un bouchon de cérumen qu'il faut retirer...

L'ORL lui-même, enfin, peut avoir besoin de son collègue généraliste ou gériatre. Toute l'équipe peut toujours avoir besoin de se mobiliser. Pour être francs et complets, l'expérience que nous avons nous montre que les réunions de l'équipe au complet ne sont pas souvent nécessaires mais, lorsqu'elles le sont, elles résoudre des problèmes qui dans le cas contraire auraient souvent conduit à l'abandon du patient.

Cette nécessité d'exister et de perdurer est un élément de sécurité indispensable pour ceux qui en ont le plus besoin. Ils sont et seront nombreux compte tenu de l'espérance moyenne de vie actuelle. Les antennes du GRAP*santé* donnent les moyens de former ses membres en permanence sur tout le territoire.

## b. Dépister précocement

Le dépistage est capital, c'est l'initiateur du réseau qui, faute de patients, n'aurait aucune raison d'être. C'est AcoumAudio I qui est chargé de cette mission. C'est l'acoumétrie à voix chuchotée qui permet au gériatre et au généraliste de faire ce travail ; cet examen est très facile à apprendre et à exécuter. Il est donc très important de montrer au gériatre et au généraliste comment faire cette acoumétrie vocale, ce qui leur permet ensuite d'éliminer tous les patients dont l'audition n'est pas atteinte et de n'envoyer consulter l'ORL qu'en ayant la certitude que leur patient n'a pas une audition « normale ». Avec une acoumétrie vocale à voix chuchotée Il ne faut que quelques minutes pour se faire une très bonne idée de la voie à suivre : consulter l'ORL.

Pourquoi dépister le plus tôt possible ? Pour prévenir les complications telles que les troubles de la communication, l'isolement, les troubles du caractère, la dépression (résistante aux antidépresseurs) et les troubles cognitifs. Comme l'a montré le GRAP*santé* en 2007 (Pouchain et al.) puis Lin en 2011, le fait de mal entendre, pourrait entraîner une désafférentation des centres, conduisant à des troubles cognitifs de type Alzheimer. Déjà Uhlmann *et al.* en 1989 posaient le problème, Lindengerger et Baltes en 1994 et bien d'autres d'ailleurs mais rien n'avait été entrepris jusqu'à ces dernières années.

De surcroît, l'aggravation inéluctable de l'hypoacousie accentue les difficultés liées à la surdité et rend la réhabilitation de plus en plus difficile. Prendre l'habitude de reconstruire des formes sonores est en effet beaucoup plus facile pour le patient lorsque les déformations sont minimales : plus il aura commencé tôt, plus les automatismes rendront le travail aisé plus tard (lorsque la perte sera plus importante ou encore lorsqu'il faudra changer les appareils) (Prével et al., 2003). Mais pour cela, encore faut-il avoir dépisté la presbyacousie.

En réalité, ce dépistage précoce n'est qu'une exception aujourd'hui.

À la décharge des médecins généralistes et des gériatres qui seraient tout à fait demandeurs, ils ont souvent l'impression que c'est impossible, parce qu'ils n'en ont pas les moyens. Ils ne peuvent pas envoyer tous leurs patients consulter l'ORL. Nous l'avons vu, l'acoumétrie vocale vient résoudre ces problèmes. En ce qui concerne l'acoumétrie vocale à voix chuchotée, elle ne demande qu'un très court entraînement pour permettre un dépistage sûr. L'étude AcoumAudio I (Leusie et al., 2013 ; Leusie et al., en cours de publication ; cf. annexes), a montré que comparé au Gold Standard qu'est l'audiométrie tonale, l'acoumétrie vocale à voix chuchotée permet sans risque d'erreur, d'adresser le patient n'entendant pas ce niveau de voix consulter l'ORL, puisqu'il présente très certainement une altération auditive.

En rendant cet examen acoumétrique « systématique » pour toute consultation, le gériatre et le généraliste pourront dépister précocement une altération auditive chez leurs patients et les faire ainsi entrer dans un circuit de l'audition en les adressant à l'ORL.

## **c. Diagnostiquer et proposer un traitement en équipe**

Diagnostiquer et proposer une prise en charge est le rôle de l'ORL. Certes le gériatre a fait le diagnostic d'hypoacousie, mais il reste à établir le diagnostic de presbyacousie. Ce dernier est rendu possible grâce à l'audiogramme de l'ORL révélant une courbe audiométrique en pente de ski, caractéristique de la maladie. Qu'elles soient signalées par le gériatre ou constatées par l'ORL, toutes complications liées à la presbyacousie doivent être recherchées, de même que les atteintes associées, liées au vieillissement, telles que les troubles vestibulaires, les troubles de la vision ou autres altérations organiques et fonctionnelles. Lors de la visite chez l'ORL, le plus difficile est souvent de convaincre le patient de compenser sa presbyacousie, et de ne pas céder aux sirènes du traitement médical souvent réclamé par le patient puisqu'il n'a aucune efficacité. Le patient étant souvent réfractaire à l'appareillage auditif, l'aide du conjoint ou de la famille est généralement très précieuse. L'ORL termine sa consultation par la prescription de deux aides auditives accompagnée d'une prescription de bilan et de rééducation orthophonique (Bouccara et al., 2011).

- Les étapes de la prise en charge durant les 6 premiers mois**

Les six premiers mois de la prise en charge du presbyacousique sont très importants puisque c'est la période pendant laquelle il est possible de mettre en place les automatismes. Elle va consister à rendre le patient lui-même responsable de sa réhabilitation au point d'être l'acteur de sa « récupération ». La seule chose à ne pas faire, c'est le rendre responsable du fonctionnement du circuit et le mettre en situation d'échec pour toute une série d'événements qui peuvent survenir et qu'il faut l'aider à éviter, à accepter, à contourner, à suppléer...

L'ORL ayant joué son rôle et restant disponible pour rencontrer les autres acteurs, le couple « Audio-Ortho », comme nous le surnomons, devient la clé de voûte du système.

Précisons que la plupart des patients, surtout au début, ne nécessitent qu'une ou deux rencontres au moment des réglages de ses aides auditives. Puis, si un incident le réclame, au cours des formations régulières, nous aimons nous réunir pour nous présenter des cas difficiles ou qui résistent à nos efforts et ce, une à deux fois par mois. Tous les patients de notre étude 2 « FRéCAOP » ont été traités dans ces conditions.

- L'audioprothésiste**

Le bilan pré-prothétique est essentiel pour orienter le choix des aides auditives. Il comprend principalement une anamnèse et des épreuves tonales et vocales. Le choix prothétique est effectué en fonction des antécédents du patient, de ses résultats aux différents tests auditifs, de ses besoins, de ses possibilités de manipulation, de ses conduits auditifs, etc.

L'audioprothésiste va ensuite mettre en place les aides auditives qui ont été choisies. Il faut beaucoup de psychologie, d'habileté, de professionnalisme pour effectuer cette opération. Elle est

essentiellement un compromis entre ce que le patient peut accepter sans être vraiment gêné et ce qu'il faudrait faire pour que l'appareillage donne le meilleur résultat possible compte tenu de la perte auditive. Donner trop d'informations (dont le patient aura besoin) ou pas assez peut s'avérer un choix difficile et c'est là affaire d'expérience. Les premiers obstacles doivent être franchis avec une très grande délicatesse, d'autant que la personne âgée est parfois dépassée par les événements... Il faut aussi se rappeler qu'elle n'était pas très partante au départ pour l'appareillage.

La patience, les encouragements et l'écoute de l'audioprothésiste suffisent en général à rassurer le patient, mais la présence d'une tierce personne -l'Aidant du presbyacousique- rend ce début d'adaptation bien plus aisé. Les explications sur l'entretien, la mise en place dans l'oreille, le rangement, le changement des piles etc., reprises par l'Aidant une fois le patient à son domicile, permettent en effet de surveiller que les bons automatismes s'établissent. Par la suite, la présence constante de l'Aidant permet aussi de mieux renseigner l'audioprothésiste sur les difficultés rencontrées, les progrès et les manques qui persistent.

L'amplification du gain prothétique est toujours progressive, pour éviter tout inconfort et permettre une adaptation en douceur. Les progrès techniques, en particulier le système de compression, permettent aujourd'hui d'obtenir assez rapidement, un bon compromis entre confort et performances (Sprinzl et al., 2010). Après 3 à 6 semaines de port journalier des aides auditives, le patient détient un réglage correctement adapté à ses besoins et aux possibilités de ses oreilles. Des réglages et contrôles réguliers restent néanmoins nécessaires même après une bonne adaptation.

Les contrôles de l'efficacité prothétique sont réalisés dès la mise en place des aides auditives, puis à chaque réglage. Ils sont effectués à l'aide de différents tests tels que l'audiométrie vocale en champ libre dans le calme et dans le bruit. Le patient répète entre autres les mots, phrases, chiffres ou logatomes émis par les haut-parleurs. Nous suggérons de compléter ces examens par des acouméties vocales à chaque visite également, en utilisant les voix chuchotée, basse, normale ou forte afin d'évaluer l'intelligibilité que le patient obtient en situation de communication habituelle, c'est-à-dire en dehors de la cabine d'audiométrie dans laquelle il se trouve (Leusie et al., en cours de publication, cf. annexes AcoumAudio III).

Devant une difficulté relatée par le patient, mais non constatée par les tests audioprothétiques, la présence de l'orthophoniste lors du réglage des aides auditives peut être nécessaire (Stark et al., 2004). Elle permet d'évaluer sur place le patient au fur et à mesure du réglage et de donner des indications précises sur ce qui semble « bloquer ». Mais, nous allons le voir, bien plus que cela, les échanges entre les deux professionnels, autour du patient et de son aidant, permettent des ajustements auxquels chacun de son côté n'aurait peut-être pas pensé.

Le réglage des aides auditives et les capacités considérablement améliorées du système auditif du presbyacousique vont donc évoluer de manière totalement conjointe. N'oublions pas cependant que le patient est au cœur du système, et qu'il guide toute la réhabilitation. Ainsi, un réglage imparfait mais très bien toléré vaut parfois mieux qu'un réglage très performant en termes de compréhension mais difficile à accepter par le patient, parce que la sonorité est trop « métallique » par exemple.

## • L'orthophoniste

L'intervention de l'orthophoniste est indispensable dans un circuit de l'audition. Autant le travail en équipe avec l'audioprothésiste est évident pour l'enfant et l'implanté, autant il paraît superflu à quelques exceptions près en ce qui concerne les presbycousiques. Pour le GRAP*santé*, ne pas profiter de l'apport de l'orthophonie empêche le patient d'exploiter pleinement les possibilités de réglages de ses appareils (par défaut d'adaptation) et rend le traitement palliatif très impopulaire du fait de ses échecs et de son prix (Denni-Krichel et al., 2011 ; Legargasson et al., 2011).

Comme énoncé précédemment, les résultats du traitement palliatif de la presbycousie sont actuellement relativement insuffisants et ne peuvent pas être considérés comme acceptables. L'orthophoniste va permettre d'améliorer grandement le rendement des aides auditives, mais ne peut résoudre à lui seul tous les problèmes. C'est pour cela que pendant toute sa rééducation, il demandera au presbycousique de se faire accompagner d'un aidant. L'adjonction d'un « aidant du presbycousique » (comme pour la maladie d'Alzheimer), afin d'accompagner le patient dans son travail de récupération auditive nous paraît être l'un des progrès majeurs du circuit de l'audition (Leusie et al., 2011).

Revenons sur ce travail en équipe dans le circuit du GRAP*santé*. Tout va servir à tous : un gain quelque part peut apporter beaucoup dans un autre domaine sans qu'*a priori* on puisse reconnaître immédiatement le lien. Un phonème mieux perçu par exemple peut déclencher une cascade d'autres améliorations. Un petit changement proposé par l'audioprothésiste peut permettre un progrès dans la rééducation, un entraînement particulier peut permettre l'acceptation d'une augmentation du gain audioprothétique... C'est ce que nous appelons « le décibel magique ».

Le travail de l'orthophoniste comprend une partie « bilan et diagnostic », une partie rééducative et une partie de suivi à court, moyen et long termes. Cette partie « suivi orthophonique » est conjointe au suivi de l'audioprothésiste (Chisolm et al., 2007). Le plus important nous semble être ce travail en commun dans le circuit en parfaite congruence.

Comme le décrit Emmanuèle Ambert-Dahan (2011), le bilan orthophonique est un bilan classique. Mais nous ne lui accordons pas l'importance que nous lui accordons dans d'autres domaines. En effet, chaque presbycousique va avoir sa rééducation et nous ne faisons pas vraiment de projet thérapeutique avec ses résultats. Il est légal et nous sert à connaître le patient.

À ce bilan « réduit » classique, nous ajoutons une acoumétrie vocale avec et sans aides auditives, et surtout un « Acoutest » (anciennement appelé « test d'entendement ») (Leusie et al., 2011 ; cf. Annexes). Ce dernier permet de savoir le plus précisément possible, la part que nous apportons à la récupération auditive obtenue grâce à l'appareillage. Ce test est composé de phrases aigües et de phrases graves. Administré avec appareils auditifs, il nous permet, si le sujet ne comprend pas toutes les phrases aigües ou seulement une partie, de proposer une rééducation orthophonique. Il permet aussi de vérifier l'efficacité de cette rééducation 6 mois plus tard.

Ensuite s'instaure, dans les meilleurs cas, une conversation à bâtons rompus qui nous permet de montrer à l'Aidant comment repérer les mots malentendus, les phrases mal comprises, à lui apprendre à gérer sa voix, à reproduire une phrase en imitant non seulement la voix mais l'intonation, la prosodie, les pleins et les déliés, l'intensité... de telle manière qu'il puisse faire exécuter toutes ces

prouesses auditives à son presbyacousique en partant d'une phrase correctement perçue et en baissant l'intensité à chaque fois pour atteindre le seuil.

En répétant plusieurs fois l'exercice on prend conscience que le seuil s'abaisse à un niveau très inférieur à celui qui était nécessaire lors de la première audition... Après plusieurs semaines, le seuil le plus bas devient un seuil d'audition courant de manière automatique sans exiger une attention particulière. Cet exemple, nous le transposons dans tous les domaines où le presbyacousique a des difficultés.

### • « Aider » l'Aidant du presbyacousique

Ici nous voulons expliquer comment nous concevons l'intérêt de la présence d'un aidant. Le sourd est isolé. Certains le supporte assez bien au début car leur nature ne les pousse pas aux échanges permanents mais même ces « solitaires » finissent par souffrir de l'isolement, au même titre que la majorité des presbyacousiques qui eux en souffrent en permanence.

La plupart des couples que nous traitons s'entendent très mal sans jeu de mots, tout est prétexte à la dispute. Au début on en sourit, puis très rapidement « l'autre » devient insupportable.

Que ce soit le sourd qui pense qu'on se ligue contre lui, que les gens parlent de plus en plus mal que les speakers de la télévision parlaient bien mieux de son temps... Il est persuadé que ce n'est pas lui qui entend mal puisque tous les bruits sont plus forts qu'avant ; une surdité ne peut pas entraîner une meilleure audition pense-t-il... Récriminer, demander qu'on parle mieux et que ce n'est pas la peine de hurler, sont des attitudes courantes puisque le presbyacousique entend très bien, mais ne comprend pas ce qu'on lui dit...

Que ce soit le conjoint ou la personne qui est en face du sourd qui ne supporte plus ses récriminations, ses demandes de répétition qui empêchent toute conversation de se dérouler normalement. Car non seulement il s'isole mais devient intolérant à tout, aux gens qui « baragouinent » aux bruits qui le dérangent beaucoup, au fait qu'il se sent rejeter et qu'on lui reproche d'être caractériel...

Bref la vie devient impossible. Or après quelques mois de réhabilitation, tous ces problèmes ont disparu et ceci nous semble la preuve la plus irréfutable que c'est bien l'audition qui entraîne ces complications.

Ne serait-ce que pour cette raison, l'Aidant est indispensable car sans lui nous n'obtenons qu'exceptionnellement un tel résultat.

Cette première remarque faite, venons-en à l'intérêt pour le presbyacousique d'avoir un aidant tout au long de sa fin de vie. Notre but étant de répondre aux besoins du presbyacousique nous allons voir que sans cet aidant nous n'y parvenons jamais ou alors pour une courte période.

Dans notre esprit, il est presque plus important, que n'importe lequel des autres membres du circuit. Nous l'avons raconté, c'est lorsque l'épouse d'un patient presbyacousique (elle-même orthophoniste mais sans expérience dans le domaine de la surdité) nous a demandé notre aide, que nous avons réalisé, après seulement quelques semaines de rééducation, que l'Aidant était la clé de toute la

réhabilitation du presbyacousique. Il constituait le type classique de l'échec du traitement habituel de la presbyacousie. À partir des principes et des conseils de rééducation donnés en séances, l'épouse orthophoniste a pu entraîner son mari quotidiennement. Cet entraînement réalisé dans les conditions qu'exige la presbyacousie a non seulement fait disparaître les demandes de répétitions, mais également entraîné une nette amélioration de l'état général du patient, de sa qualité de vie et de l'entente au sein du couple.

Depuis cette date, l'Aidant du presbyacousique est devenu incontournable dans le contrat de soin que le circuit du GRAP*santé* offre aux patients. En plus de ces résultats plus qu'encourageants, l'Aidant permet de réduire les séances d'orthophonie de 30 qui ne suffisaient pas à moins d'une quinzaine (8 en moyenne) pour les six premiers mois. L'Aidant offre au presbyacousique, une fois formé, la quasi-totalité du « training auditif » quotidien et l'orthophoniste n'intervient que pour pallier l'évolution vers l'aggravation par de nouveaux exercices ou pour faire gagner du temps dans un exercice mal exécuté.

L'un des outils qui nous semble le plus intéressant consiste dans le cahier de l'Aidant du presbyacousique. Ce cahier, qui lors de nos premiers patients nous a été proposé par l'un d'eux, est devenu une nécessité aujourd'hui. L'Aidant ou le presbyacousique note sur le cahier tout ce qu'il ressent, tous les problèmes qu'il se pose, tous les échecs qu'il vit, toutes les erreurs faites en précisant le type de fautes et en proposant une solution. Lors des rencontres, on est surpris de constater que souvent la solution est bonne et elle vient enrichir notre palette. Parfois, il nous faut chercher cette solution, parfois nous sommes capables de la contourner. Ce nous n'est pas un nous de politesse mais réellement un nous d'équipe, l'Aidant, le patient et notre expérience s'étant mêlés pour régler en commun le problème.

## • Le presbyacousique

Ainsi constitué, le circuit offre un parcours de soins adapté à la presbyacousie, mais il manque toujours l'essentiel : le presbyacousique. Il est clair que la presbyacousie est encore loin de faire partie des préoccupations des Français, des médecins, et de la recherche. Pourtant, les presbyacousiques sont nombreux même s'il est encore difficile d'avoir une idée précise du nombre qu'ils représentent puisque les chiffres peuvent aller de 4 à 10 millions de sourds en France selon les études (Lin et al., 2011 et 2012 ; Pouchain et al., 2007 ; Leusie et al., étude AcoumAudio I en cours de publication, cf. annexes). L'étude de Sander et al. (2007) dénombrent 5 182 000 personnes atteintes de handicap auditif en France, mais nous pensons que ce nombre est largement sous-estimé si l'on tient compte de la surdité très légère (cf. AcoumAudio II).

D'après les données que nous avons recueillies dans les EHPAD où nous sommes intervenus, bien que la population ne soit pas représentative de la population française âgée, les chiffres seraient selon nous plutôt proches des 12 millions de presbyacousiques... Mais à l'heure actuelle, dans le parcours de soins dédiés à l'audition, les patients manquent à l'appel. Si peu de personnes sont traitées, ce n'est pas parce que la pathologie est rare, nous venons de le voir, mais parce que les personnes susceptibles d'être traitées n'en ont pas l'idée. Si la presbyacousie était ce qu'il était coutume de dire il y a une dizaine d'années : « une petite infirmité sans gravité à laquelle il suffit de s'y faire... », ce ne serait pas grave. Mais lorsqu'on connaît les conséquences dramatiques qui émaillent rapidement l'évolution de la presbyacousie, c'est alarmant.

Rappelons que des troubles cognitifs sont constatés lors de l'évolution d'une surdité et que ces troubles n'apparaissent pas ou en moins grand nombre chez les patients ne présentant pas de surdité avec gêne sociale (Pouchain et al., 2007 ; Lin et al., 2011 ; Gurgel et al., 2014). Si grâce à une prise en charge adaptée de la surdité, le presbyacousique parvient à retrouver une situation auditive équivalente à un « non sourd », alors, il est plausible d'espérer une régression ou un évitement des troubles cognitifs constatés chez cette personne âgée malentendante. Et quand bien même notre hypothèse serait erronée, nous aurons au moins donné un confort de vie très amélioré à ce malentendant.

### • Peut-on se passer de l'Aidant ?

Oui, il est certainement possible de se passer d'un aidant pour un tout petit nombre de personnes qui vivent dans des conditions très particulières, mais pour la majorité, ce sera impossible si l'on recherche un bon résultat. On ne peut pas proposer une rééducation pratiquée par une orthophoniste pendant 30 ans et parfois plus, quotidiennement qui plus est ! Ce serait onéreux et stupide puisqu'un conjoint, un enfant, un ami peuvent faire aussi bien que l'orthophoniste et sans aucun frais pour la société.

En plus, l'Aidant bénéficie de l'appui de l'orthophoniste, toujours là pour l'aider à résoudre ses problèmes.

Nous avons fait l'expérience pendant la première année de mon Master et nous avons certes des résultats mais sans comparaison possible avec ceux que nous obtenons lorsqu'il y a un aidant qui s'occupe au quotidien du presbyacousique. Les six premiers mois sont cruciaux pour le patient car il est indispensable qu'il comprenne et accepte d'être le principal acteur de la préservation de son audition. Si l'on avait reçu l'éducation nécessaire à l'école, si toutes les mentalités étaient prêtes à considérer le sens de l'audition comme celui de la vue, si l'on comprenait qu'on ne naît pas avec une audition mais qu'on la construit pas à pas, toute sa vie et, qu'elle donnera à son propriétaire ce que le propriétaire lui aura donné par son travail... tout changerait sans doute plus facilement et le rôle de l'Aidant serait moins important mais même dans ce cas, il faudrait quand même aider le presbyacousique. Que ce soit pour la rééducation ou pour l'aide au quotidien avec les aides auditives, il faudra un aidant. Avec l'Aidant, on est assuré de ne plus avoir un appareil dans un tiroir, plus de rejet au début, plus d'abandon vers la fin de vie.

Nous sommes au tout début de ce type de rééducation et elle évoluera avec les habitudes de chacun. Mais pour l'instant, nous ne croyons pas que nous obtiendrions les résultats présentés si l'Aidant n'était pas à nos côtés.

Pour terminer sur ce point, il faut insister sur le choix de l'Aidant, sa formation et la place qu'il va tenir. Nous attachons une grande importance à ce choix et nous lui demandons d'avoir les connaissances et les performances nécessaires. Choisir un aidant de « mauvaise » volonté, qui ne voudraient pas se former et qui n'aurait pas compris ce que nous attendons de lui serait aussi néfaste que de ne pas en avoir.

## d. Prendre en charge à vie en assurant le suivi

C'est encore le fait de refuser de découper, de prendre morceau après morceau sans tout lier qui nous fait proposer ce traitement à vie. Nous nous réjouissons de voir nos parents et nos grands-parents vivre de plus en plus vieux, encore faut-il leur permettre une vie confortable et leur éviter des infirmités que nous sommes capables de compenser actuellement. Au début de la presbycousie, avec une bonne correction à l'aide de deux aides auditives, il est possible de retrouver 99% de l'audition qu'on avait lorsqu'on était jeune.

C'est avec le temps qu'il va devenir de plus en plus difficile de récupérer toutes les finesses et effectivement il faut accepter de perdre un petit peu tous les jours d'audition en vieillissant. Mais avec une réhabilitation fonctionnelle correcte ces pertes en particulier pour le langage, sont compensées en temps réel. Pour la musique c'est une autre affaire et nous lui consacrerons un chapitre particulier. Mais en ce qui concerne la communication, les troubles du comportement et de l'humeur, les troubles cognitifs, on devrait pouvoir les éviter. C'est sur ce point que le circuit de l'audition rend des services irremplaçables.

Cette prise en charge ne doit donc jamais se limiter aux 6 premiers mois et ensuite il suffirait de changer ses appareils lorsqu'ils sont usés et attendre tranquillement sans plus se préoccuper de son audition. Il est vrai qu'il faut régulièrement changer ses aides auditives et également les faire régler de loin en loin mais c'est tout à fait insuffisant (Gianoploulos et al., 2002). La presbycousie est une maladie évolutive et le traitement palliatif qui doit être proposé aussi (Sweetow et al., 2005).

La récupération et la conservation d'une audition pratiquement normale demande beaucoup au presbycousique et le résultat n'est pas donné. Il ne s'agit pas comme pour la presbytie de l'altération dans l'œil du cristallin que l'on peut remplacer pièce pour pièce mais d'une maladie neurosensorielle dégénérative comme la DMLA par exemple ou la maladie d'Alzheimer qui est également neurodégénérative. Si le système nerveux dégénère, l'évolution ne peut conduire qu'à un désastre. Désastre qui peut être retardé pour la DMLA, dont le traitement a fait de gros progrès, et également pour la presbycousie qu'il semble possible de réduire de manière tout à fait substantielle par un traitement adapté (Ting et al., 2002). Ce traitement n'est pas lié à un médicament miracle ni à une intervention jusque-là inimaginable mais à une simple réorganisation de ce qui existe avec quelques astuces pour les faire vivre ensemble en complexité. Nous allons reprendre les étapes de la prise en charge du début à la mort étape après étape.

### • Le suivi immédiat

Le suivi n'est jamais abordé dans le cas de la presbycousie et pourtant, il est essentiel dans cette maladie qui ne dispose que d'un traitement palliatif. En effet tous les travaux portent sur l'amélioration des aides auditives, l'amélioration de leur réglage, leur éventuelle valorisation par l'orthophoniste et ne décrivent le suivi que pour expliquer qu'il faut régulièrement ajuster le réglage des aides auditives (une à deux fois par an) et changer les appareils lorsqu'ils ont atteint leur limite d'âge (habituellement cinq ans). Ce sera donc le rôle du circuit du GRAP*santé* d'expliquer que la maladie est évolutive et que nous ne pouvons pas prédire si son évolution sera rapide ou lente et s'il entendra correctement malgré tous nos efforts jusqu'à la fin de sa vie.

Ce que nous savons en revanche, c'est que les trois stades de la maladie se succèdent dans le temps et que cette succession, rapide ou lente se fera inexorablement. Aujourd'hui, si certaines agressions sonores ont disparu, comme celles de certaines professions (tôlier), d'autres nuisances sonores sont apparues (boîte de nuit, fêtes...) et la presbycousie commence de plus en plus tôt dans la vie. Elle pose des problèmes graves après une trentaine d'années d'évolution.

Notre expérience personnelle remonte à un peu plus de cinq ans, ce qui nous permet de dire que plus on commence tôt le traitement complet de la presbycousie, plus le résultat compense bien le déficit. À l'inverse, plus on s'approche de la période des complications, plus il est difficile d'atteindre ces bons résultats.

En ce qui concerne le gain auditif, AcoumAudio III (Leusie et al., en cours de publication, cf. annexes), permet en utilisant des voix de différentes intensités, de voir ce qui a été apporté avec les appareils et la rééducation. Il suffit de comparer la voix perçue avec et sans aides auditives.

Les patients que nous avons rééduqués de cette manière présentent incontestablement (étude 2 « FRéCAOP ») un abaissement du seuil d'écoute significatif et mesurable en dB HL ou en acoumétrie et surtout avec l'Acoutest. Les écarts après plusieurs mois de travail peuvent aller jusqu'à 15 dB d'amélioration par rapport à ceux obtenus avec les aides auditives seules. Nous ne pouvons pas savoir exactement si les progrès sont dus à l'amélioration des réglages ou l'amélioration des performances de l'oreille ou les deux, mais peu importe pour le patient, le fait est là.

Ces progrès changent progressivement le malentendant mais il est facile de prévoir que le temps va d'abord stabiliser les progrès et n'évitera pas une dégradation progressive de l'écoute. Il faut que le patient et l'Aidant soient informés de ce qui va leur arriver et qu'ils se préparent à poursuivre le travail sans jamais se lasser.

Tout ceci s'obtient dans les débuts et le suivi immédiat. C'est donc une période décisive. Nous sommes présents dans toute cette période alors que par la suite nous ne ferons que faire des bilans de loin en loin ou à la demande de l'Aidant, bilans qui permettront de moduler la rééducation ou de faire bénéficier le patient de progrès techniques liés aux appareils auditifs ou au progrès de la rééducation.

Le suivi nous donne le temps d'apprendre au malade et à l'Aidant à s'auto-évaluer et à corriger en temps réel. Les six premiers mois nous donnent vraiment, grâce à l'Aidant, le temps de bien se former dans le circuit du GRAP*santé*.

### • **Le suivi à moyen terme**

Aujourd'hui nous ne sommes pas capables de donner les suites de ce traitement qui donne satisfaction. Il reste du domaine du souhait. Nous imaginons que grâce à l'amélioration obtenue il sera possible de retarder et pourquoi pas de stopper l'évolution de la presbycousie et donc d'éviter les complications ou de retarder la survenue des complications qui grèvent le pronostic fonctionnel de la presbycousie.

Notre recul est de cinq ans ce qui est tout à fait suffisant pour dire que les résultats sont inespérés quand on voit ce qui existait avant cet engagement thérapeutique que le GRAP*santé* propose.

Mais ce recul ne nous permet pas de conclure que nos espoirs se réaliseront. Quoiqu'il en soit les premiers résultats nous suffisent amplement pour espérer dans un post-doctorat qui s'annonce passionnant. On peut espérer stopper les conséquences de la presbyacousie mais nous savons bien que ce ne sera sans doute pas le cas. Il est quand même licite de penser qu'un résultat plus modeste est plausible comme le recul de 10, 20 ou 30 ans de l'apparition des complications. C'est ce qui nous motive pour traiter le plus tôt possible et mettre en place tous les mécanismes compensateurs pour que le patient s'adapte avec encore les moyens de le faire.

- **Le suivi à long terme**

Nous n'avons pas l'expérience d'un suivi à long terme et nous pensons que l'évolution sur 30 ans est trop longue pour pouvoir en juger aujourd'hui après quelques années. Il faudra donc concevoir une sorte de suivi informatique pour que si le patient ne donne pas signe de vie il soit informé du risque qu'il prend de stopper son travail régulier. On pourra proposer au patient un « contrat d'entretien » de sa bonne volonté et de celle de son aidant. Il faudra aussi pallier les accidents de la vie comme le fait de devoir changer d'aidant ou d'une maladie intercurrente qui poserait des problèmes... Il nous semble trop tôt pour aller plus avant. Mais nous y pensons.

- **Le suivi des aidants du presbyacousique–  
Groupe : Aider à Mieux Entendre (GAME) du  
GRAPsanté**

Pour terminer ce suivi au sein du circuit du GRAPsanté et ne surtout pas négliger ce qui nous semble le plus important dans l'obtention de résultats efficaces pour le presbyacousique, c'est-à-dire l'Aidant, nous avons imaginé au GRAPsanté de créer une association de bénévoles qui accepterait d'aider des malentendants dans leur voisinage. Nous savons que les conditions d'une bonne aide pour un presbyacousique ne sont pas très exigeantes et que la France est réputée pour être de bonne volonté quand il s'agit d'aider ceux qui souffrent. Cette association a sa place dans un circuit de l'audition qui ne voudrait pas oublier sur le côté du chemin ceux qui leur font confiance.

Pour comprendre la place que cette association va occuper, il faut partir des conditions que nous pensons indispensables pour qu'une réhabilitation donne les résultats que nous avons obtenus lors de notre 2<sup>e</sup> étude. Ces très bons résultats ne sont pas suffisants pour crier victoire car l'évolution de la presbyacousie se fait sur une longue période mais si nous pensons « résultats immédiats », le but semble atteint.

Voilà plus de 5 ans que nous travaillons sur la réhabilitation de la surdité de la presbyacousie et s'il y a bien eu un déclencheur c'est la présence de l'Aidant qui règle à lui seul un nombre important d'échecs. Tout ce qui achoppe lorsque le patient se trouve devant l'ORL est pratiquement résolu par l'Aidant au point que nous proposons de trouver l'Aidant avant même d'avoir commencé à traiter le patient. Le plus souvent nous avons fait appel à la famille (conjoint, enfants, voisins proches, amis...), mais pour notre étude nous avons dû refuser certains patients qui n'avaient pas d'aide et ce que nous avons fait pour eux sans aide a été assez souvent une amélioration éphémère et lente à apparaître et parfois même interrompue par le patient qui se lassait. Il faut avoir vu de nombreux presbyacousiques pour

comprendre que ce ne sont pas les soins qui sont prodigués qui posent les plus gros problèmes mais le patient lui-même.

### e. Former

Toutes les séances d'orthophonie mais aussi tous les rendez-vous au sein du circuit étant faits avec l'Aidant, celui-ci sait très vite effectuer le travail de base qui dès les premières séances porte ses fruits. Il faut cependant aller plus loin afin que l'Aidant devienne capable de nous remplacer dans les exercices quotidiens certes, mais aussi dans le suivi à court, moyen et long termes, c'est-à-dire bien après les 6 premiers mois. Nous proposons de concevoir « l'Aidant du presbycousique » comme nous concevons « l'Aidant de l'Alzheimer ». Un sourd, compte tenu de la connaissance que nous avons de la presbycousie, a besoin à vie d'un aidant qui sait ce qui est nécessaire au malentendant et ne reste pas passif.

Si un patient dispose d'un aidant qui l'aide dans les manipulations techniques s'il en a besoin et qui 4 ou 5 fois par jour vient lui faire faire des exercices, nous aurons, quoi qu'il arrive, un résultat correct sans multiplier les séances d'orthophonie qui sont toujours trop espacées pour être réellement efficaces par elles-mêmes. Sans aidant, la rééducation perd la moitié des qualités de ses résultats.

Il sera sans doute plus facile avec l'épouse ou la fille d'obtenir ce lien soignant-soigné qui vient s'ajouter à l'affection naturelle mais il peut se produire le même lien entre la personne qui se dévoue et celui qui est l'objet de sollicitude. Nous comptons beaucoup sur ce lien pour remettre le sourd qui s'isole dans une relation plus normale avec autrui.

Il est possible qu'avec le temps et une plus longue expérience nous puissions réduire son rôle mais actuellement nous ne saurions nous en passer et d'ailleurs, nous croyons que tant que ce sera possible, ce sera toujours mieux pour le presbycousique. La raison en est simple : pour lui l'isolement est le début des complications.

L'Aidant doit assister à toutes les séances de rééducation et noter lui aussi sur le cahier de suivi ses impressions, ses échecs, ses difficultés afin de pouvoir adapter à trois voire quatre la rééducation aux besoins du patient. Nous l'avions expliqué au début de ce chapitre et nous voyons ici que ce n'est pas un luxe mais le minimum nécessaire à la qualité des résultats.

Nous avons joué parfois ce rôle dans certains EHPAD et nous nous rendons compte que nombreux sont les presbycousiques qui ne peuvent plus s'en passer après quelques rencontres.

Nous n'oublions pas, en plus de la formation des aidants, l'information du grand public et la formation des professionnels (Développement Professionnel Continu).

## 4. L'obligation d'une réhabilitation fonctionnelle

Lorsqu'on pense à la rééducation d'un état séquellaire, on souhaiterait souvent avoir sous la main le protocole précis des techniques, des outils et des exercices à proposer au patient, dans une certaine chronologie. Malheureusement et fort heureusement à la fois, le protocole idéal de rééducation de la presbyacousie n'existe pas et n'existera probablement jamais tant il dépend du patient, de l'Aidant, de sa surdité et de l'état évolutif de la maladie qui ne sera jamais séquellaire.

Les grandes lignes seront en revanche les mêmes, mais chaque patient aura sa propre r ducation au sein de ce que nous appelons le circuit de l'audition (Leusie et al., 2014). Cette image de circuit nous convient tout à fait car elle illustre ce qui va se passer pour chaque patient. Il va vivre au sein d'une « boucle ouverte », progressant à chaque tour, usant des expériences vécues, tentant des expériences, consolidant des réussites... Si la r ducation orthophonique du presbyacousique devait se résumer en quelques mots, nous dirions qu'il s'agit d'un travail d'équipe et d'ajustements permanents guidés par le patient et son aidant.

Cette r ducation s'impose à tout le monde que ce soit le patient qui ne peut pas s'en priver ou l'Aidant qui doit la favoriser, la rappeler, la faciliter tous les jours, c'est son rôle. Elle s'impose également à l'ORL qui doit la prescrire sous forme d'une quinzaine de séances en six mois, qui suffisent largement si l'Aidant joue son rôle. Elle s'impose également à l'audioprothésiste qui doit dès le début être conscient que la bonne marche des aides auditives tient surtout à l'adaptation du patient à ce nouveau mode d'audition. Elle est la raison d'être de l'orthophoniste qui doit la mettre en place avec l'audioprothésiste et qu'ils doivent enseigner à l'Aidant. C'est leur mission principale que de permettre à l'Aidant d'être le « vrai r educateur » du presbyacousique, toute l'équipe n'étant là que pour l'aider dans sa mission. Quant au presbyacousique il peut seul être l'acteur de sa r ducation. Il faut donc trouver tous les moyens pour qu'il reconstruise son audition comme il se l'était construite en étant enfant, c'est-à-dire sans vraiment s'en rendre compte mais plein de bonne volonté.

Dès la fin du bilan initial, il est important d'une part de convaincre le presbyacousique qu'il peut « agir » sur son système auditif en le lui faisant exp rimer par un exemple et d'autre part de donner toute de suite sa place à « l'Aidant » qui va l'accompagner maintenant toute sa vie.

Souvent, le patient a déjà conscience qu'il entend mais que des manques persistent dans la compréhension malgré les appareils auditifs. En revanche, il ne sait pas qu'il peut les compenser. Le meilleur moyen pour le convaincre, c'est de lui faire ressentir, à partir d'une phrase mal perçue, qu'il peut par lui-même mieux percevoir et donc comprendre grâce à quelques répétitions.

### a. La répétition : base des automatismes

Qu'il s'agisse de la reconnaissance auditive ou visuelle (pour la lecture labiale), la clé pour reconnaître (sans comprendre) est la « répétition ». C'est un impératif si l'on veut reconstruire ou conserver tous les automatismes du STNIP A qui souffrent de la déprivation auditive li e à l'atteinte des cellules ciliées cochléaires externes. Plus le patient entendra la forme sonore mal comprise, plus il pourra en saisir les composantes et donc la reconnaître. Le secret est donc de faire entendre plus fort avec les

aides (ce qui est très difficile lorsque la cochlée doit accepter des sons distordus) et avec ces sons distordus retrouver des automatismes perdus (Damasio, 1989).

Il est évident qu'un son entendu pour la première fois ne peut être reconnu mais que la répétition de ce même son le permettra sans effort. On sait d'ailleurs chez l'enfant combien cette répétition de perceptions-actions permet les automatismes. Nous verrons un peu plus loin le deuxième versant essentiel de la répétition qui consiste non seulement à entendre plusieurs fois la forme sonore énoncée mais aussi à prononcer ce qui est entendu (Stecker et al., 2006). Il est vrai que faire accepter la répétition par un adulte est parfois bien plus difficile que pour un enfant, pourtant, elle est indispensable. Montrer au patient presbyacousique tout ce que cette répétition peut lui apporter est donc le départ essentiel de la rééducation. L'Aidant aura pour objectif de trouver tous les moyens possibles pour présenter les mots ou phrases mal perçues sans rebuter le patient. Pour cela, il faut pouvoir repérer les difficultés de compréhension que rencontre le presbyacousique.

Mais il ne faut pas se limiter à la répétition. D'autres stratagèmes doivent être imaginés à mesure des besoins. Plutôt que de proposer une méthode, nous décrirons plusieurs stratégies en indiquant leur point d'impact sur le système auditif et en laissant le choix au rééducateur ou à l'Aidant.

## **b. L'élargissement du champ des actions cohérentes**

Comme il fallait s'y attendre, la volonté de mettre en place cette pensée complexe a ouvert le champ des possibles de manière inattendue, nous permettant de faire travailler le malentendant en partant comme d'habitude, de l'Aidant qui dirige les exercices vers le patient qui les exécute mais aussi de multiplier d'autres combinaisons. Par exemple, les rôles peuvent être inversés : le sujet devant faire les exercices à l'Aidant et les corriger. L'Aidant joue alors le rôle du malentendant et commet des fautes volontaires là où il veut faire travailler l'oreille du sourd. Lorsque nous avons débuté, toutes les situations servaient de terrain d'étude et chaque séance permettait toutes les audaces. L'ambiance devenait, pour le trio patient-aidant-orthophoniste, celle d'une réunion d'étudiants blaguant, riant de toutes les erreurs et prenant des fous rires mémorables lorsque c'était l'ex-sourd qui en était à l'origine.

On comprendra aisément que nos plus grands progrès datent de cette période et que notre chance a été de ne pas baisser les bras devant ce cas « désespéré ». Durant les six premiers mois nous travaillions chez l'audioprothésiste qui modifiait ses réglages initiaux, cherchant avec son patient et nos avis à trouver le « décibel utile », le « décibel miracle », c'était son expression. Là encore nous avons eu une grande chance de pouvoir entretenir ce dialogue avec notre collègue et nous lui en sommes très reconnaissante.

Aujourd'hui, nous exigeons d'avoir un aidant pour chaque nouveau patient car les essais que nous avons faits en nous en passant se sont soldés par des progrès beaucoup plus lents et ne dépassant pas la moitié de la qualité qu'ils auraient pu avoir avec un aidant.

Le temps ne fera qu'aggraver les choses et il lui faudra toujours l'aide de son aidant. Ainsi mais ainsi seulement, il pourra atteindre cent ans avec une audition satisfaisante.

L'Aidant doit assister aux séances de rééducation (en règle générale entre 7 et 15 séances suffisent) et noter lui aussi sur le cahier de suivi ses impressions, ses échecs, ses difficultés afin de pouvoir adapter la rééducation aux nécessités du patient. Nous l'avons expliqué en début de ce chapitre et nous voyons ici que ce n'est pas un luxe mais le minimum nécessaire à la qualité des résultats.

En ce qui concerne les outils, il semble que tout reste à créer et si nous avons travaillé avec des mots ou des logatomes au début nous avons vite abandonné pour aller dans l'enregistrement de conversations ou la lecture enregistrée d'un livre. Autant créer de nouveaux automatismes dans les conditions les plus normales et naturelles possibles. Cette technique permet de repasser les phrases non comprises autant de fois qu'il le faut et surtout de les faire réentendre identiques à elles-mêmes à des intensités décroissantes, avec des voix différentes et sans passer par un enregistrement grâce à l'Aidant. Ainsi le presbyacousique reconstitue lentement mais sûrement une nouvelle audition en créant des repères dans les fréquences média et graves qui se substituent par l'entraînement aux repères aigus perdus.

Il faut pouvoir prêter aux patients un appareillage techniquement suffisant pour que celui-ci travaille chez lui dans de bonnes conditions. Ce n'est pas souvent une réelle difficulté car bon nombre de presbyacousiques ont chez eux une chaîne haute-fidélité qui est parfaite pour ce que nous proposons. Là encore « aucune règle » si ce n'est de ne pas rebuter le malentendant et de lui permettre de faire travailler son oreille comme bon lui semble sans jamais provoquer le rejet. Les décisions se prennent avec l'Aidant mais c'est le malentendant qui a toujours le dernier mot.

Tout ce qui sera fait sur la cognition ou sur les émotions sera dans la mesure du possible présenté à une intensité très légèrement supérieure au seuil d'audition afin de profiter de toutes les occasions de faire travailler en mémoire procédurale, le STNIP A en même temps que la cognition.

Nous parlerons plus loin de la musique qui elle aussi peut être améliorée dans son écoute mais avec une moindre possibilité d'amélioration.

La stratégie que l'on propose peut se décrire de la manière suivante : d'abord expliquer au presbyacousique et à son aidant l'intérêt de la répétition. C'est l'élément essentiel pour acquérir des automatismes.

Montrer où se trouve le manque et lui faire découvrir qu'en l'écoutant plusieurs fois avec des intensités de plus en plus faibles, on finit par l'entendre à un seuil bien inférieur à celui auquel on ne l'entendait pas au début. Il faut ensuite montrer que sur des exemples précis et dans l'état où on se trouve au moment de la mise en œuvre de la rééducation, on est devant des choix inconscients mais indispensables pour ne pas interrompre la chaîne de la communication. Comment « choisir » entre deux formes sonores qui semblent identiques ? En persévérant, on trouve de soi-même des différences minimes mais constantes, permettant de distinguer à coup sûr entre ces deux formes qui paraissent semblables. Il faut faire comprendre que seul le sourd peut rechercher ces différences. On peut aider mais on ne peut pas faire entendre. Le vrai problème est donc d'intéresser la personne âgée à produire l'effort nécessaire, à s'intéresser suffisamment pour que l'écoute soit « riche ». Ce que fait naturellement un enfant n'est plus d'actualité, il faudra ruser, utiliser des jeux, des astuces pour faire travailler le patient sans même qu'il ne s'en rende compte... On y arrive souvent mais parfois cela demande du temps. Il s'agit bien sûr du temps que pourra consacrer l'Aidant à cette recherche mais que l'orthophoniste pourra guider.

Le mot « entendre » prête à confusion car il sous-entend souvent que l'on a compris ce que l'on a perçu. Dans l'expression : « j'entends bien » qui répond à une consigne ou un conseil, c'est tout à fait évident. Dans d'autres cas nous disons : « j'ai entendu mais je n'ai pas compris » et là entendre exclu d'avoir compris. Cette ambiguïté permet tous les abus de langage et doit être précisée ici. Il y a plusieurs étapes dans le processus auditif. Parmi ces étapes, certaines sont inconscientes, d'autres sont conscientes mais indicibles et enfin certaines peuvent être décrites de manière plus ou moins riche et celles-ci sont le plus souvent des perceptions mélangées venues de tous les sens (il s'agit de perceptions à connotation auditive). Chaque perception renvoie des retours, des réentrées qui viennent corriger, modifier, ajuster les perceptions auditives. Plus les retours sont élaborés, plus ils retournent des influx venus d'autres sens avec également des proprioceptions produites par les actions qui ont suivi. Enfin, des émotions de tous ordres viennent apporter leur « valeur ajoutée » pour, comme toujours, mettre tous ces processus en conjonction dans la complexité qui les entourent et dont ils font partie.

Il faudra donc être prudent dans l'utilisation de ces termes lorsqu'on voudra travailler à réhabiliter l'audition par une compensation adéquate.

Avec la *répétition*, revenons sur les deux autres procédés qui ont un rôle actif dans la remise en route d'un système auditif qui ne pose plus de problème à son propriétaire : l'imitation et la simulation.

L'*imitation* et la *simulation* sont, pour être exact, des dérivés de la répétition mais ils présentent des avantages qui sont indéniables et nous allons introduire ici une notion qui nous tient à cœur. De l'étude du système nerveux faite en première partie, il ressort que sa complexité ne vient pas d'un imbroglio invraisemblable de neurones, de réseaux, de circuits, de cartes et d'images compliquées mais plutôt de l'abondance des combinaisons possibles. Nous disposons de capacité de fabrication d'automatismes dans les fameuses zones ou régions de convergence/divergence que Damasio (1988) décrit s'animant sous l'influence de perceptions ou de marqueurs somatiques sommant des souvenirs mémorisés et déclenchant les zones associatives et où l'amygdale joue un grand rôle (Bechara, 1999).

Nous pouvons animer ces régions par toutes les voies imaginables et leur faire reconstruire ou construire des automatismes qui vont exploiter les nouveaux sons que nous avons captés en portant notre attention sur des différences qui nous échappaient. Cela signifie que les possibilités d'associations entre tous les systèmes sont infinies et que la rééducation peut prendre autant de chemins qu'il y a de possibilités de mettre le système en fonction.

Nous savons que l'audition dès qu'elle atteint le cortex auditif secondaire perd son individualité et devient multisensorielle dans les zones associatives. Il vaudrait mieux les appeler comme nous l'avons déjà dit, plutôt que des perceptions auditives, des « perceptions sensorielles à connotations auditives ». Là encore l'utilisation des autres sens nous ouvre d'autres portes pour restructurer le système... et finir par trouver dans les reliquats auditifs la particularité qui nous fera percevoir le mot avec une nouvelle image sonore mise en mémoire procédurale par les répétitions.

L'*imitation* est extrêmement et très rapidement efficace mais doit être répétée de nombreuses fois pour devenir un élément irremplaçable. Les acquisitions que cette imitation permet sont physiologiquement très intéressantes car elles illustrent bien comment nous pouvons reconstruire ce qui manque. Ouvrons encore une fois la parenthèse de la réadaptation *précoce*. Ce qui est possible à un

« presque normoentendant » ne l'est plus chez le sourd sévère ou profond. Les possibilités se restreignent comme peau de chagrin avec le temps et cette technique très utile devient beaucoup moins intéressante à la fin. Cette imitation est extrêmement intéressante car elle fait prendre conscience au sujet qu'il a un outil dont il ne se servait pas et qui double beaucoup de mécanisme nerveux leur donnant souplesse et adaptabilité.

*La simulation* est une toute autre aventure mais elle est tout aussi intéressante. Cette fois-ci, elle implique l'arrivée patente des émotions dans l'univers de la rééducation. Le fait de construire l'environnement aussi bien matériel que représentant un univers personnel (qui ne serait pas le sien au moment du travail) donne au presbyacousique une nouvelle palette d'utilisation des voies et des circuits, des cartes et des images que A. Damasio décrit comme très riches et qui lui permettent de nouveaux automatismes complets venant renforcer ceux qui existaient encore et ceux qui étaient déjà reconstruits.

*Répétition, Simulation, Imitation* nous ont beaucoup retenu mais ils sont la base de la mémoire procédurale et nous aimons les utiliser. Une notion qui apparaît également et correspond aux émotions et à leurs rôles dans la rééducation, c'est celle de redonner de la force, de rassurer, de raviver de donner la confiance qu'il est indispensable d'obtenir surtout si le patient n'a pas débuté sa rééducation au début de sa presbyacousie. Le fait de rassurer facilite grandement tous les apprentissages que réclame la remise en fonction du système auditif qui s'étiolait lentement mais sûrement, faute de travail.

Nous proposons un exemple représentatif de système, de processus de rééducation que nous offrons aux presbyacousiques.

Nous proposons souvent une écoute attentive d'un livre enregistré à un seuil légèrement supérieur au seuil réel et nous repérons les fautes, erreurs de mots ou abandon. Dès que le patient a compris la méthode, nous lui confions (s'il n'en a pas) un petit lecteur avec deux haut-parleurs (tout est fait en champ libre, jamais au casque). Il doit chez lui essayer de comprendre lors d'une deuxième lecture, d'une troisième lecture... à un niveau sonore inférieur à celui du début du travail. Le type d'exercices en ligne proposés par Emmanuelle Ambert-Dahan pour les implantés cochléaires sont une mine d'or pour les patients qui souhaitent s'entraîner chez eux. Mais pour nos presbyacousiques, la rééducation que nous proposons est en fait une fusée à deux étages : d'abord une « formation » de l'Aidant, puis l'Aidant reprend le flambeau et apporte son expérience et sa proximité.

Nous fournissons au patient un cahier de suivi dont nous reparlerons et nous avons mis au point pour nous une feuille de suivi qui nous permet de guider séance après séance les progrès obtenus. Le cahier prend place dans cette fiche pour valider nos notes. Il permet également à l'Aidant d'exprimer son avis sur l'efficacité de la rééducation et de nous orienter éventuellement vers une demande au circuit et une action différente.

On peut dire qu'il y a deux sortes de rééducation : la nôtre, et celle qui est habituellement pratiquée dans tout type de prise en charge orthophonique. Dans le premier cas, ce sont trois personnes qui ensemble vont prendre en charge le presbyacousique avec sa complicité. L'orthophoniste montre à l'aidant la manière de recueillir les informations, de les traiter et de s'en servir pour créer des exercices personnalisés. Cette prise en charge permanente, plusieurs fois par jour permise par la présence de l'Aidant permet au presbyacousique de réaliser des prouesses. C'est ce dont le presbyacousique nous semble avoir besoin. La seconde manière de prendre en charge le presbyacousique consiste à croire de

nombreuses séances orthophoniques faites d'entraînements réguliers vont permettre au presbyacousique de reconstruire une audition. Notre expérience nous prouve que cette méthode ne suffit pas.

À la lecture de ces lignes on voit bien que le protocole va s'écrire chemin faisant et qu'il sera sans cesse en évolution comme d'ailleurs l'audition du patient, et comme les progrès de l'orthophoniste et de l'Aidant qui progressent toujours avec le patient.

**Regardons-le sur un exemple pratique.** Imaginons que durant la lecture d'un livre le presbyacousique ne comprenne pas la phrase suivante : « Il s'était entiché de cette demoiselle dès le premier regard » :

Le patient ne comprend pas à l'intensité voisine de son seuil le mot « entiché ». Nous lui demandons ce qu'il a perçu. S'il répond par une intrusion qui n'a aucun sens ou s'il dit être incapable de répéter le mot, nous augmentons l'intensité sonore :

- si malgré une hausse importante de l'intensité sonore sans résultat et nous atteignons le seuil d'intolérance, nous reprenons nous-mêmes à la voix « le terme manquant » que souvent il comprend plus facilement.
- si c'est un problème de culture nous lui expliquons le mot.
- si le nom compris est très voisin, nous répétons la phrase jusqu'à ce qu'il comprenne avec parfois si nécessaire une augmentation de l'intensité jusqu'à ce que les traits pertinents du mot soit clairs dans l'oreille.

Mais ce peut toujours être un échec et il faut alors utiliser les ressources de l'imitation et de la simulation. Continuons avec notre phrase. Par exemple, nous l'écrivons et nous lui demandons de la lire en écoutant sa voix, si ce stratagème ne fonctionne pas nous lui proposons de simuler des circonstances qui accompagnent cette phrase et de la dire dans l'état d'esprit dans laquelle la situation qu'il propose l'a mis. Quelle que soit l'approche nous constatons qu'avec des actions, des émotions, des comportements très variés : « *il entend mieux* ».

Nous utilisons la lecture labiale avec l'imitation des formes sonores et visuelles qu'il observe conjointement quand nous lui présentons la phrase. Il faut qu'il voie et aussi qu'il *entende* sa voix même très faiblement. Tout peut suffire à accrocher une nouvelle voie neurologique qui va venir s'ajouter au reste. Et alors : « *il entend mieux* ». Car ces ressources, quelles qu'elles soient, mobilisent l'audition et l'audition mobilise également toutes les ressources de l'organisme. La moindre amélioration doit être exploitée et ce qui paraît sans grand intérêt chez un patient peut se révéler très intéressant chez un autre.

Puis à supposer que la forme sonore soit reconnue et signifiante, quelle que soit la situation dans laquelle nous nous sommes trouvés, nous nous engageons toujours dans une **répétition de la phrase** qui doit être perçu alors que nous baissons très lentement l'intensité. Le mot doit être entendu à des intensités bien inférieures au seuil initial.

C'est sur le principe de l'apprentissage d'écoute des oreilles d'or qui cherchent dans les sous-marins à reconnaître « au son » les bateaux qui côtoient le sous-marin, tandis qu'il ne doit pas être lui-même détecté. L'entraînement de ces sous-marinières consiste à chercher la différence entre deux sons qui paraissent à première audition identiques mais qu'une écoute plus attentive révèle différents par des repères qui avaient échappé lors des premières auditions.

Nous manquons d'expérience et surtout de la certitude que ce que nous venons de mettre en place correspond bien aux capacités restantes de la personne âgée. Nous devons comme les sous-marinières chercher des différences infimes et voir si nous pouvons les percevoir et les faire percevoir. Les premiers résultats sont, comme on l'a vu, plus qu'encourageants.

Parallèlement nous travaillons la lecture labiale mais pas « pure », toujours avec un peu de voix. Ce procédé rend l'apprentissage beaucoup plus facile et est très profitable aux malentendants. La voix ne doit pas être suffisante pour comprendre mais elle doit être perçue. Elle aide ainsi à rendre la lecture labiale fonctionnelle sans beaucoup de travail. Quand on sait comme l'explique Jacqueline Guibert que l'apprentissage de la lecture labiale « pure, sans son » est pratiquement inutilisable dans la rééducation des malentendants âgés, il est très intéressant d'utiliser ce stratagème qui redonne sa place à cette lecture labiale d'autant que dans la vie courante, elle n'est jamais isolée des sons produits par le locuteur.

Insistons sur la manière de procéder qui est pour nous plus importante que les principes de rééducation eux-mêmes. Il faut conserver coûte que coûte la confiance du patient, sa volonté de travailler avec nous, de se distraire avec nous, de s'amuser avec sa rééducation d'en faire un moment recherché de convivialité et de plaisir.

Il y a une idée directrice que nous aimons : ne jamais faire du patient un assisté mais un *acteur de sa rééducation* et réduire le plus vite possible nos interventions à une simple surveillance. C'est certainement la part de cette rééducation qui nous pose le plus de problème. Mais nous devons éviter à tout prix de transformer cette rééducation en combat perdu.

Il faut enfin apprécier à leur juste valeur les qualités du sujet que nous rééduquons. Les progrès doivent être rapides et patents. Il y a des patients où toute intervention de notre part est inutile et même contre-productive. Il faut savoir baisser les bras plutôt que faire plus de mal que de bien, mais ne jamais perdre l'espoir de pouvoir un jour les aider.

### c. Repérer les difficultés

Qu'elles soient observées par l'orthophoniste, l'audioprothésiste, l'Aidant ou le patient lui-même, toutes difficultés rencontrées ou toutes confusions faites doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les erreurs de compréhension entachent souvent la vie sociale et affective, le but de la rééducation n'est pas d'apprendre à les contourner mais de les exploiter afin qu'elles ne soient plus gênantes. L'Aidant veille donc au cours des journées ou des séances d'entraînement spécifiques, à noter pour quelles phrases ou quels mots le patient a fait répéter, ou a commis un contresens. Le *cahier* dans lequel l'Aidant relève toutes les difficultés rencontrées est fourni dès la première rencontre. Il est l'outil essentiel de la rééducation car il permet à chaque séance de mettre le duo « aidant-aidé » en situation afin de proposer les ajustements adaptés aux productions. Ces ajustements peuvent porter sur le choix des exercices, la manière de les appliquer, les circonstances dans lesquels ils sont réalisés, les ouvertures qu'ils offrent, l'attitude qu'ils requièrent etc. ; mais aussi sur le réglage des aides auditives avec l'audioprothésiste.

## **d. Chercher des différences et abaisser le seuil de reconnaissance**

Nous avons vu l'importance de la répétition mais aussi de l'imitation et de la simulation. Dans ces trois situations, d'abord répéter puis imiter dans la répétition (voix différentes) et enfin simuler l'expression d'une situation incongrue contenant ces mots non perçus. Elle consiste d'une part à faire entendre plusieurs fois une phrase mal perçue au patient, mais aussi à faire prononcer cette même phrase par le patient en changeant un paramètre ou plusieurs et ainsi à habituer l'oreille à chercher par automatisme toutes ces nuances qui n'étaient jusque-là pas entendues.

Le principe de la rééducation audio-verbale présentée ici consiste d'une part à abaisser le seuil de reconnaissance des phrases mal perçues, d'autre part, à faire des différences. Il s'agit du même principe d'apprentissage d'écoute que les « oreilles d'or » exercent dans les sous-marins (Guillaume, 2009).

Tout le fonctionnement de notre système nerveux s'est construit en étant capable de repérer une différence, si infime soit-elle, entre « deux processus » et de classer ensuite ces processus en « pareil » ou « différent » selon les circonstances. Nous pensons qu'il faut reconstruire le système auditif selon ce stratagème et l'adapter en permanence aux restes auditifs utiles et encore fonctionnels. Dans « quille » et « fille » par exemple, la différence peut parfois ne plus se situer dans le /f/ ou le /q/ que le presbycousique discerne difficilement, mais dans la longueur du /i/ qui reste correctement perçue par le presbycousique. Et les exemples sont légions et varient d'un sujet à l'autre. C'est d'abord l'orthophoniste qui va l'expliquer à l'Aidant mais c'est l'Aidant qui par la suite repère le déficit et le fait travailler...

Pour mieux comprendre ce que le patient et l'Aidant peuvent s'apporter mutuellement, il est nécessaire de proposer régulièrement d'inverser les rôles, le patient devenant aidant, l'Aidant devenant patient. Cette technique permet au patient presbycousique d'affiner son système auditif sans s'en rendre compte puisqu'il corrige les erreurs faites volontairement ou non par l'Aidant. Les perceptions (entendre plusieurs fois une même phrase) et leurs actions (répéter cette phrase) permettent des récursivités qui améliorent l'ensemble du système, à condition de ne pas persister dans l'erreur. Pour ne pas persister dans l'erreur, il est essentiel de faire émerger le plus rapidement possible des différences au patient, qu'elles soient auditives, visuelles, ou de tout autre ordre à partir du moment où l'ensemble est « recomplexifié ».

En entraînement « purement auditif » (sans lecture labiale), l'Aidant doit donc pouvoir augmenter légèrement l'intensité de sa voix à chaque énonciation de la phrase non comprise afin que des traits pertinents apparaissent au presbycousique. En lecture labiale, l'adaptation se fera plutôt dans un léger ralentissement de la phrase émise, mais aussi en ajoutant un peu de son à la voix chuchotée, par exemple voix basse, même voix normale au moins au début.

La variation de l'intensité de la voix est souvent le point sur lequel l'Aidant doit en général le plus focaliser son approche, il peut aussi s'agir de la façon d'articuler les phrases, ou encore des conditions d'entraînement. Ainsi, l'Aidant, après avoir appris à varier les intensités de sa voix, cherche le seuil d'audition du patient. Prenons l'exemple d'une phrase pouvant poser problème au presbycousique « Cette fille cherche ses sous ». L'Aidant présente la phrase au seuil d'audition du patient, puis la

répète en augmentant légèrement l'intensité à chaque répétition, jusqu'à ce que les traits pertinents du mot non compris ou de la phrase entière soient « clairs à l'oreille » et donc jusqu'à ce que le patient comprenne la phrase et l'*entende* réellement. Il se peut que le patient presbycousique puisse dans cette phrase comprendre « choux » au lieu de « sous ». Un travail de différenciation est alors nécessaire dans ce cas, auquel la lecture labiale peut aussi aider. Une fois les formes sonores reconnues et signifiantes, l'Aidant peut abaisser progressivement l'intensité de sa voix, pour arriver à un seuil de perception de la phrase plus bas qu'à la première présentation. Le patient s'étonne souvent de la qualité brouillée du message qu'il avait reçu lors de la première énonciation de la phrase, comparée à la qualité bien plus claire après le travail accompli.

Pour la lecture labiale d'ailleurs le travail se fait par petites touches. Il semble intéressant de faire ici une digression pour rappeler que travailler l'audition c'est travailler « tout » ensemble comme dans la vie courante et donc de remettre en complexité tout ce qui en a été sorti pour les besoins d'une explication ou pour focaliser sur un point particulier mal compris. Rappelons que nous nous exerçons en permanence à penser en complexité.

Bien sûr, les mots ou la phrase entière devront être présentés au patient dans un autre contexte par exemple avec des voix différentes en intensité, en rythme... afin d'automatiser cette reconnaissance en toute circonstance.

On explique au patient que plus il entendra à un niveau faible, plus il sera à l'aise au niveau sonore habituel. Mais en fait ce qui est attendu c'est la construction de nouveaux automatismes où vont se mélanger toutes les conduites automatisées et inconscientes qui se construisent ainsi tout au long du travail de rééducation. Il est aussi nécessaire de construire avec l'ensemble des activités du système nerveux : conduites automatisées avec leur cortège d'émotions, d'actions accompagnatrices et aussi de cognition consciente comme la « devinette » qui lorsqu'elle est intégrée dans des automatismes « naturels » facilite la rapidité d'exploitation des messages et en même temps mémorise mieux ce qui est appris.

La complexité des phénomènes impose de ne pas les isoler en les travaillant les uns après les autres, mais de mettre le presbycousique en situation, et de répéter à des niveaux d'audition progressivement décroissants, l'ensemble complexe que l'on veut faire entendre. Plus on attendra pour appareiller, plus il sera difficile de combler le déficit tant l'écart entre ce que peut le patient et ce qu'on lui demande est grand.

Parallèlement nous travaillons par petites touches la lecture labiale en procédant de la même manière. Il nous semble intéressant de faire ici une petite digression pour rappeler que travailler l'audition c'est travailler « TOUT ». Rappelons que nous nous exerçons en permanence à penser en complexité.

Une surdité de transmission ne demande qu'une augmentation du volume comme on le fait avec le volume de la télévision ou de la radio. Le port de deux aides auditives adaptées aux oreilles et sans autre accessoire qu'un bouton de volume redonne une audition parfaite comme les lunettes que nous portons pour lutter contre la presbytie. Reconstruire une audition qui se détruit en permanence en créant des distorsions de plus en plus sévères détruisant la forme des mots et affaiblissant en plus l'intensité sur la partie aiguë du champ auditif de manière non harmonieuse est une tout autre affaire.

Et comme toujours il faut si l'on veut lutter efficacement, comprendre, accepter et travailler. Rien n'est fait à l'école pour apprendre nos sens et surtout l'oreille, et par la suite on se contente de donner deux appareils au patient en le laissant à lui-même dès que nous estimons qu'on a fait le maximum sur l'appareil pour l'adapter. Oui c'est nécessaire mais il reste à adapter le patient à ses aides auditives et là rien n'est fait ni proposé.

Comme dit déjà, au début ce n'est pas grave si le patient dispose d'un aidant et qu'ils ne sont pas tous les deux abandonnés. Mais tout reste à faire. Dans le cas où la presbyacousie a fait déjà beaucoup de dégâts, il est illusoire d'espérer un bon résultat malgré un énorme travail dont on aurait pu se dispenser.

Pour avoir de bons résultats, il est logique, au vu de ce qui vient d'être exposé, de commencer le plus vite possible d'où l'importance d'un dépistage précoce bien avant qu'un audiogramme demandé parce que le sujet est sourd ne montre la gravité de l'atteinte.

### **e. Au plus proche de l'« écologie » du presbyacousique**

Au début, les séances d'entraînement à la maison se font souvent face à face, dans un contexte propice à la concentration. Il est bon de travailler ainsi pour instaurer les automatismes de rééducation aussi bien pour l'Aidant que pour le patient, mais cela ne doit pas durer. La clé d'une bonne rééducation, d'une rééducation « fonctionnelle » est de tout remettre en complexité et d'être au plus proche des situations de vie courante qui peuvent poser problème (Rousseau, 2007). De plus, l'entraînement auditif ainsi que l'entraînement à la lecture labiale pouvant paraître fastidieux et rébarbatifs, l'Aidant doit faire preuve d'imagination et de créativité pour parvenir à rééduquer le patient, sans même qu'il ne s'en rende compte, tout simplement en glissant certains mots déjà attentivement travaillés, dans des phrases non prévues au cours de la journée par exemple.

Lorsqu'on parle de rééducation fonctionnelle, et « écologique », nous pensons aussi au type de phrases présentées au patient et à la manière de les prononcer. Le but n'est pas de rééduquer la parole de l'Aidant, mais que le patient s'adapte à la parole de l'Aidant, et celle des autres. En séance d'orthophonie, nous veillerons donc à ce que l'Aidant évite de trop contrôler son débit ou sa prononciation pour proposer uniquement des phrases dites naturellement, sans exagérer l'articulation, sans forcer l'intensité, sans détacher spécifiquement chaque mot.

Des notions de phonétiques combinatoires peuvent être utiles à donner à l'Aidant afin de comprendre que la langue parlée ne ressemble en rien à l'écrit. Le presbyacousique comprendra très bien la phrase « Je suis parti chez le boucher », mais aura du mal à décrypter « chui parti ché'l'boucher ». Or, c'est exactement ces types de phrases qui font obstacles à la communication et qui sont à l'origine de quelques conflits, agacements ou frustrations. Le presbyacousique ne pouvant adapter le monde à lui, nous lui suggérons de tout faire pour s'adapter au monde qui l'entoure.

Nous veillerons cependant à ce que la rééducation corresponde aux possibilités du patient, en privilégiant la meilleure qualité de vie possible, et en amenant l'Aidant à faire preuve d'indulgence et d'adaptation s'il ne le fait pas déjà.

## **f. La suppléance mentale : pratique mais à titre complémentaire et ponctuel**

Lorsque le patient ne saisit pas tout ou une partie d'un mot dans une phrase, il a tendance, comme nous le faisons tous ponctuellement, à suppléer mentalement ce qui n'a pas été perçu. Il tente donc de reconstituer dans sa tête ce mot mal perçu pour qu'il prenne sens dans la phrase. Au début, cette suppléance est très efficace lorsqu'elle n'intervient qu'occasionnellement, et d'ailleurs, l'entourage ne s'aperçoit de rien, persuadé que le presbycousique entend parfaitement.

Mais plus l'audition va se dégrader, plus cette suppléance sera nécessaire pour compenser les manques, et moins elle sera efficace tant l'énergie qu'elle demande fatigue et fait décrocher le patient. En persistant dans cette technique de « d'éducation auditive » à partir d'un reste auditif convenable puis qui s'appauvrit, le presbycousique se rend encore plus sourd à long terme car il n'exploite pas son système auditif, mais uniquement sa cognition, qui pour être nourrie a pourtant besoin d'un système sensoriel le plus efficace possible.

Sur le même principe, un patient presbycousique qui a systématiquement besoin de regarder la personne qui parle pour comprendre, crée des automatismes uniquement visuels, ce qui ne peut fonctionner en complexité. Dès la mise en place des appareils, l'orthophoniste, l'Aidant et le patient s'il peut en avoir conscience, doivent s'assurer que le patient « entend » réellement, au moyen de phrases absurdes ou de logatomes glissés dans une phrase significative par exemple afin de rester dans ce cas sur du matériel suffisamment « significatif », pouvant amuser le patient, mais qu'il ne peut prévoir et suppléer mentalement.

## **g. Les récursivités pour le patient**

Lors de la formation de l'Aidant, nous lui indiquons l'importance de la récursivité. Elle peut être regardée comme une donnée qui nous échappe ou au contraire être utilisée comme nous aimons à le faire pour apporter un plus au patient.

Nous en avons beaucoup discuté et il est inutile ici d'aller plus loin mais il faut que l'Aidant en ait conscience et s'en serve car les récursivités sont un élément majeur de la rééducation. Ces feedbacks permettent d'orienter le patient et de ne pas le faire persister dans une erreur qui pourrait créer une reconnaissance automatique erronée. Ces feedbacks peuvent bien sûr être verbaux, mais également, visuels, tactiles, etc. Un élément intéressant consiste à ajouter des émotions qui marqueront davantage l'instant et feront entrer le bon automatisme en mémoire plus vigoureusement. Les encouragements et la gratification des progrès sont indispensables, aussi bien pour le patient que pour l'Aidant.

## **h. Le travail conjoint audioprothésiste-orthophoniste**

On ne le répètera jamais assez, c'est l'une des plus intéressantes avancées dans le domaine de la presbycousie qu'il soit possible de réaliser aujourd'hui. Deux membres du circuit qui se connaissent,

s'apprécient, travaillent dans l'union, peuvent faire des miracles. Nous en avons des exemples quotidiens. Quand on mesure la situation que l'on vit aujourd'hui et ce qui pourrait être fait par ce simple changement, on ne peut pas comprendre pourquoi il pourrait y avoir encore des résistances ou des refus. Il n'y a plus aucune prothèse dans un tiroir même après 5 ans (c'est notre recul), leur réglage est toujours optimum, tout ce qui peut être obtenu avec les appareils est au rendez-vous, des progrès dans tous les domaines de la vie se réalisent car l'audition est un sens capital dont la perte fait prendre insidieusement la joie de vivre.

Si nous devons préciser les deux éléments les plus importants en ce qui concerne la qualité des résultats nous proposerions nous dirions en premier l'Aidant et en second le travail conjoint du quatuor du circuit du GRAP*santé* et tout particulièrement de l'orthophoniste et de l'audioprothésiste.

### **i. Le décibel « magique »**

Le décibel « magique » est le nom que nous donnons à chaque fois que nous réalisons un bon réglage à quatre (patient-aidant-audioprothésiste-orthophoniste). Nous voulons développer ce chapitre qui nous semble être le moment où nous prenons conscience de ce que nous perdons quand nous n'avons pas la sagesse de nous unir pour aider le presbycousique.

L'audioprothésiste de mon circuit, du circuit qui nous a permis de réaliser l'étude préliminaire « FRéCAOP » est un homme expérimenté et très compétent. Il m'a enseigné en cinq ans de stage chez lui une manière de procéder d'une grande rigueur. Le tandem que nous formons nous complétant l'un l'autre permet d'offrir une rééducation bien supérieure à celle que nous aurions pu faire séparément.

Lors de notre étude 2 « FRéCAOP » chaque patient a fait l'objet d'une attention toute particulière afin de pouvoir avoir une idée non pas des échecs de l'appareillage, mais simplement de ses limites. Ainsi, les patients Uni et Bimodaux ont été traités avec le même soin, la même rigueur.

En règle générale et malgré tous nos efforts dès que le patient est entré dans la période clinique, nous avons constaté qu'il avait besoin de l'aide de l'orthophoniste pour lui offrir un traitement substitutif correct. Nous avons mis quelques mois pour que notre collaboration soit efficiente et depuis il est certain que nous avons fait des progrès mais il nous semble que ce sont des progrès qui ne sont pas exclusivement de notre fait. Les résultats font du patient presbycousique un entendant adapté mais toujours aidant-dépendant.

Par ailleurs, nous pouvons dire qu'en 6 ans, nous n'avons jamais vu deux cas semblables. Tous les malentendants se ressemblent mais aucun n'est vraiment comparable à un autre. Il y a là une remarque dont il faut tenir compte lors de nos réhabilitations car aucune règle ne remplacera les demandes du patient, ses réactions, celles de l'Aidant et les nôtres.

Nous en tirons une règle que nous vérifions tous les jours, aucune rééducation ne ressemblera à une autre, elle devra s'adapter à chaque fois, nous le répétons encore, chemin faisant avec une stratégie tâtonnante.

Le décibel magique vient d'un de nos premiers patients vu ensemble qui pour un dB placé au bon endroit, nous a brusquement dit : « là j'entends très bien ».

Il est fréquent en effet qu'après des recherches plus ou moins compliquées nous discussions et que ce soit une petite modification qui soit la bonne. Il se peut également qu'on ne trouve le succès que par l'addition de modifications et il faut parfois plusieurs séances pour avoir un résultat satisfaisant.

Ce qu'il faut retenir enfin, c'est l'instabilité des réglages. Certains ajustement peuvent donner satisfaction pendant plusieurs années, d'autres ne seront opérant qu'une fois ou deux. Ce n'est jamais nous qui décidons mais l'évolution lente et capricieuse de la neuro-dégénérescence qui se manifestera souvent brusquement beaucoup plus rarement insidieusement.

## **j. La rééducation de l'oreille musicale**

Nous nous sommes également intéressés à l'oreille musicale. Nous venons d'en voir l'intérêt dans la répétition mais c'est une toute autre oreille qui est en cause ici : une oreille travaillée depuis l'enfance qui a beaucoup plus de possibilités que les « oreilles ordinaires » que notre scolarité nous permet de construire. Ces oreilles ont bénéficié d'une éducation que ne reçoit habituellement pas l'oreille qui n'est en fait enseigné ni à l'école ni au lycée, ni même en faculté de médecine. Il est dommage que l'enseignement de notre corps ne soit pas l'objet d'un plus grand intérêt par rapport à d'autres éléments de culture générale dont l'usage par la suite paraît nettement moins évident.

Bref les musiciens même âgés sont des privilégiés et leur oreille même très atteinte est beaucoup plus facile à rééduquer que celle des personnes âgées qui n'ont aucune culture musicale et cherchent seulement à abaisser les seuils avec l'appareillage.

Nous avons plusieurs exemples de patients musiciens (chef d'orchestre, instrumentistes et chanteurs) qui font des prodiges avec leurs appareils et de plus ne se plaignent pas car ils font florès du moindre progrès, du moindre rajustement qui leur permet d'améliorer les performances de leur oreille.

Avec un musicien souvent tout peut être tenté sous réserve qu'il soit d'accord avec l'essai. Il ne reproche rien, il travaille et questionne pour savoir s'il est possible d'améliorer ses aides mais ne revendique jamais et ne se plaint pas d'une réponse négative.

Ces patients sont d'autant plus intéressants qu'ils nous font découvrir des éléments d'audition auxquels on ne pense pas ou qui nous paraissent sans importance.

Le travail sur les fréquences non perçues, la vitesse de réponse des appareils, les transitoires, le timbre des instruments, la pâte d'un son, sont très productifs lorsqu'on peut les aborder avec une oreille compétente. Ces oreilles sont les reines de la reconnaissance phonétique avec une forme sonore qu'ils accrochent dans les médiums ou les graves avec plus de facilité que les autres. En revanche, ils ne semblent pas très intéressés par l'apprentissage de la lecture labiale qu'ils veulent bien travailler pour ne pas nous contredire... et dont finalement ils bénéficient malgré tout comme les autres s'ils sont au stade 3 des complications.

## k. La lecture labio-faciale

La lecture labio-faciale nous semble indispensable et doit être proposée à tous les presbyacousiques. Il ne faut pas s'attendre à des résultats parfaits mais même un petit progrès est utile et on ne doit pas s'en priver (Dumont, 2008).

Elle aide considérablement les sourds sévères ou profonds mais aussi tous les sourds qui sont dans des milieux bruyants ou qui vivent en communauté bruyante. Il faut également, et nous profitons de ce chapitre pour l'exprimer, que le sourd annonce qu'il n'entend pas bien, qu'il doit voir le visage de son interlocuteur, que la vitesse d'élocution est un handicap pour lui, que la personne qui parle tienne compte de ses difficultés et accepte de répéter certaines phrases...

Le motif de récrimination le plus important des malentendants est qu'ils entendent mais ne comprennent pas surtout dans le bruit ou quand plusieurs personnes parlent en même temps. Rappelons que personne n'entend dans le bruit ou lorsque plusieurs personnes parlent en même temps. Il faut avoir assisté à des réunions de contradicteurs qui veulent parler bien que ce ne soit pas leur tour, pour le ressentir vivement. Mais le normoentendant n'éprouve pas ce qu'éprouve le sourd qui, une fois qu'il a accepté d'être malentendant et fait l'effort de s'adapter aux aides auditives qu'il a achetées, pense que le traitement qu'on lui a proposé va régler tous les problèmes. Il pense logiquement être mal appareillé ou mal rééduqué lorsqu'il ne discrimine pas dans le bruit. Notre rôle est de lui rappeler que personne ne peut entendre dans le bruit si le signal informant est à un niveau sonore très inférieur au bruit de fond. Personne ne décrypte (sauf entraînement très spécial) ce que plusieurs personnes disent si elles parlent en même temps.

Cependant pour les presbyacousiques, le travail est effectivement plus difficile à réaliser et nous nous devons de les aider du mieux possible.

Cela nous a incités d'abord à rassurer le sourd sur ce point, mais aussi à travailler pour améliorer le seuil où on ne comprend plus. Dans cette situation, nous utilisons un entraînement à la lecture labiale non pas sans voix mais en chuchotant très faiblement (inaudible pour le sourd). Nous constatons que l'audition est très nettement améliorée par ce stratagème. Ceci pour une surdité au stade clinique car cet avantage s'estompe avec les surdités sévères. À ce stade, on ne travaille plus la lecture labiale mais au cours d'exercices, on parle normalement et on demande au patient simplement de regarder le plus souvent possible les lèvres de ses interlocuteurs.

Certes, la lecture labiale est très difficile à apprendre et à pratiquer pour une personne âgée, mais le simple fait d'orienter la rééducation sur ce projet peut malgré tout être très utile. Le peu qui est appris est souvent très suffisant pour régler bon nombres de situations, d'autant qu'avec des restes auditifs, si minimes soient-ils, les résultats sont infiniment meilleurs.

Une autre raison d'aborder la lecture labiale, pour nous *essentielle* est l'apport de cette compétence dans l'amélioration du système auditif. Ajouter l'œil au travail de rééducation audio-verbale est loin d'être une complication supplémentaire, mais au contraire une aide pour reconstituer dans leur totalité les circuits et réseaux impliqués dans la reconnaissance automatique de la parole. La lecture labiale renforce tout simplement le système auditif.

Pour prolonger ce chapitre, le seuil de reconnaissance d'un phonème, d'un mot, d'une phrase, s'abaissera par le simple fait d'ajouter le circuit neuromusculaire qu'exige la prononciation des mots et phrases mal entendus. Séparer l'audition du reste, c'est vouloir retrouver le café ou le lait dans du café au lait. Pour mieux entendre, il faut non seulement améliorer le système auditif mais également les systèmes phonatoire, visuel, émotionnel, culturel, intellectuel... Tout travail utilisant des processus dissociatifs est contre nature et se paye d'une non-compréhension des échecs. Le fait de relier et de conjoindre remet le système en ordre naturel de marche. On redevient l'enfant qui joue en répétant, en ajustant, en regardant, en questionnant. Il progresse presque sans effort. La personne âgée progressera sans s'en rendre compte même à un âge très avancé avec ces remarques de bon sens.

Une dernière réflexion qui n'est pas à négliger, nous semble-t-il, c'est le fait qu'on ne peut pas prévoir une brusque aggravation de la surdité au point que la lecture labiale si elle existe, serait la seule chance de communiquer avec la personne sourde. Tout ce qui aura été fait pour améliorer cette lecture labiale ne peut qu'être bénéfique à la personne à qui arrive cette catastrophe. Nous avons coutume de dire que la lecture labiale est « l'assurance tous risques » du malentendant. Mais il ne faudrait surtout pas s'obnubiler dessus car, rappelons-le, elle est très difficile à apprendre pour une personne âgée.

## 1. Les 5 grandes directions à suivre pour réhabiliter

Quelques directions peuvent être proposées :

1. Il faut conserver **coûte que coûte la confiance du patient**, sa volonté de travailler avec nous, de se distraire avec nous, de s'amuser avec sa rééducation, d'en faire un moment recherché de convivialité et de plaisir. Nous demandons à l'Aidant de nous montrer comment ils travaillent à la maison pour ne jamais perdre la motivation du patient si l'entraînement devient trop pesant.
2. Nous devons amener le patient à devenir **acteur de sa rééducation** et réduire le plus vite possible nos interventions à une simple surveillance.
3. Il est nécessaire **d'apprécier à leur juste valeur les qualités du patient** que nous rééduquons et de l'Aidant que nous formons. Les progrès doivent être rapides et patents.
4. Dans certains cas, toute intervention de notre part est inutile et même contre-productive, du moins à un moment donné. Il est important de savoir **construire pas à pas** avec le patient et l'Aidant.
5. Enfin, il est nécessaire de **tenir compte de l'écologie** dans laquelle vit le patient en profitant de chaque occasion pour se rééduquer : dans sa cuisine, en discutant avec sa femme qui vaque naturellement à ses occupations, d'une pièce à l'autre, dans des conditions de bruit habituelles, etc.

À la lecture de ces lignes on voit bien que le protocole va s'écrire « chemin faisant » et qu'il sera sans cesse en évolution comme d'ailleurs l'audition du patient et comme les progrès de l'orthophoniste, de l'Aidant et du patient qui progressent toujours les uns grâce aux autres

## Chapitre III : Les impacts du circuit de l'audition

« L'oreille est le sens préféré de l'attention.  
Elle garde, en quelque sorte, la frontière du côté où la vue ne voit pas. »  
Paul Valéry Extrait de Tel quel.

Jusqu'ici nous avons surtout fondé notre rééducation du presbyacousique sur ce qui se fait pour les enfants et les personnes sourdes profondes ayant subi ou non une implantation cochléaire. Dans ce dernier cas, il ne serait pas envisageable d'espérer le moindre résultat sans ce trio que constitue le chirurgien ORL, l'audioprothésiste qui installe l'implant, le règle et en assure l'entretien et l'orthophoniste qui va prendre en charge le patient. Chaque progrès de l'implanté est assuré de se voir conforté par une adaptation des techniques de réglages et de rééducation orthophonique. Le plus curieux est que ces rééducations sont propres à chaque équipe et difficiles à étudier, à confronter, à comparer faute d'études des pratiques cliniques.

Ce chapitre sera consacré à cette réhabilitation fonctionnelle de l'audition chez les presbyacousiques. La population concernée représente plus de 90 % des malentendants. La préparation de cette thèse a nécessité d'avoir un protocole de rééducation suffisamment travaillé pour que l'étude n°2 puisse se réaliser avec un protocole éprouvé. Il est temps maintenant de faire progresser tout ce que le précédent travail a permis de construire et d'envisager les directions qu'il faudrait prendre pour permettre de progresser encore.

### 1. Impacts sur l'exercice des professionnels impliqués

Pour les soignants, y compris l'Aidant, l'essentiel sera de s'adapter après s'être formé à l'audition. En ce qui concerne le patient, ce sera plutôt un problème de patience et de confiance. Pour ce qui est du système de santé, de vrais et d'importants changements vont s'imposer comme de permettre en dehors de l'hôpital de travailler en équipe, de s'écouter entre professionnels, de ne plus penser qu'au patient avant tout. En ce qui concerne la recherche clinique, de sortir des sentiers battus et de commencer à travailler dans la complexité et enfin pour l'Éducation Nationale de ne plus considérer l'Être qu'on leur confie comme un Être déjà construit mais encore en devenir et qui doit de ce fait, connaître ce qu'on sait sur les différents processus qui président à sa construction ou reconstruction.

Le système auditif est trop important pour être désormais négligé.

## 2. La prévention est-elle possible ?

Les deux facteurs aggravants les plus importants dans le développement d'une presbycousie sont les traumatismes sonores et l'usage inapproprié des médicaments ototoxiques. Nous mettons de côté le facteur génétique dont on sait encore peu de chose. Ces deux facteurs sont à l'origine d'une précocité d'apparition de la presbycousie et d'une évolution vers l'aggravation beaucoup plus rapide.

D'un autre côté, l'espérance moyenne de vie reculant toujours au-delà de 80 ans a pour conséquence un vieillissement de l'oreille qui va pouvoir évoluer sur plus de trente ans parfois.

Si nous additionnons ces deux facteurs, on comprend pourquoi une maladie de cette gravité jusqu'au milieu du siècle dernier pouvait passer inaperçue, puisqu'à cette date l'âge moyen de la mort se situait autour de 55-60 ans. C'est à cet âge en effet qu'apparaît la presbycousie, elle n'avait donc pas le temps de faire les destructions que nous voyons actuellement. Il est évident que les patients ne s'en plaignaient pas. Seuls une poignée de travailleurs dont l'environnement était très bruyant comme les chaudronniers (profession qui a disparu aujourd'hui), les militaires... voyaient leurs oreilles se dégrader tôt et rapidement.

Les surdités professionnelles sont beaucoup moins rencontrées car la médecine du travail a depuis quelques dizaines d'années été assez efficace pour obliger tous ces professionnels à protéger leurs oreilles (ouvriers du bâtiment ou militaires...). Le port du casque antibruit aujourd'hui est assez bien accepté mais nous continuons dans la rue à voir des travailleurs proches du marteau-piqueur et sans protection.

En revanche les protections, souvent négligées, sont insuffisantes pour les traumatismes sonores de toutes sortes que nous produisons avec le bricolage à la maison, les soirées en boîte de nuit et d'une manière générale la musique émise à des intensités beaucoup trop fortes malgré les lois qui obligent à réduire ces émissions sonores très toxiques pour les oreilles.

## 3. Comment créer et faire fonctionner un circuit du GRAPsanté ?

Nous sommes parfaitement conscients qu'il s'agit ici d'une difficulté qu'il ne faut pas sous-estimer et sur laquelle on peut buter pendant encore quelques années. Notre proposition bouleverse en effet des années d'une fausse tranquillité où les idées reçues et les intérêts particuliers pouvaient régner sans contradiction. C'est là un des impacts les plus problématiques qu'il faut étudier.

Créer nos circuits expérimentaux qui fonctionnent en toute amitié ne nous a pas posé de problème mais continuer avec l'ensemble de la France est infiniment plus délicat. Trouver trois professionnels de bonne volonté qui acceptent de travailler ensemble et qui vont contacter autour d'eux les gériatres et

les généralistes en leur proposant de s'occuper des patients qu'ils auront détectés grâce à l'acoumétrie à voix chuchotée (AcoumAudio I) peut paraître facile mais c'est compter sans les résistances, les habitudes, les arrangements qui jusqu'ici unissaient les professionnels dans une situation bancale mais que tout le monde acceptait.

Ce que nous proposons est un changement important que personne ne se sent d'accepter sans y réfléchir à deux fois. Même si quelques circuits modèles sont créés et fonctionnent, encore faudra-t-il les faire durer.

Pour le GRAP*santé* il n'y a pas de gros problèmes et nous pourrions continuer à fonctionner car nous sommes des bénévoles... Qu'en est-il des autres ?

Nous allons tenter d'exposer le problème que pose la société française pour que les circuits de l'audition sortent de la phase expérimentale et répondent aux besoins des presbycousiques sans trébucher sur des problèmes de méconnaissance ou des réglementations obsolètes et inadaptées aux malentendants. A priori cela ressemble à une utopie.

Il y a cependant un certain nombre d'arguments qui devrait faire bouger les lignes : malgré les croyances et les habitudes ce n'est de l'intérêt de personne de continuer comme aujourd'hui : « abandonner » les patients aux audioprothésistes.

Malgré les progrès incontestables des aides auditives, les audioprothésistes ne soignent qu'une très petite quantité des patients qui en auraient besoin. Même s'ils ont quelques bons résultats, le nombre des patients qui ne sont pas contents de leurs aides auditives est important et difficile à accepter compte tenu du prix auquel elles sont vendues et mal prises en charge par la Sécurité Sociale et les mutuelles. De plus, il y a là un paradoxe : l'audioprothésiste compte sur une perte déjà ressentie pour vendre ses appareils puisque le patient trouvera très rapidement un confort et un mieux... mais quelques mois après, l'effet positif de « la nouveauté et du changement » s'estompe, les désillusions apparaissent... Les presbycousiques se rendent compte qu'ils ne comprennent pas tout.

En fait, il suffirait d'appareiller plus tôt pour obtenir une audition normale avec les aides auditives, le patient ne perçoit pas en intensité une très grande différence avec et sans appareils, mais qualitativement la richesse du son et la compréhension sont retrouvées. Nous avons l'expérience avec une dizaine de patients suivis depuis 3 ans en audioprothèse qui se sont appareillés lors de la phase « subclinique » et qui témoignent d'un confort et d'une audition considérée comme « normale » avec les aides auditives, et « anormale » sans les aides auditives... Si tous les patients pouvaient obtenir ce résultat, les prothèses-tiroirs disparaîtraient, du moins au début.

Ensuite les aides auditives deviennent indispensables mais ne donnent pas des résultats aussi brillants. Ceux qui les portent depuis 10 ans en sont très heureux mais ceux qui n'en disposent que depuis quelques mois se rendent compte qu'ils entendent mais ne comprennent pas. Si nous les comparons à ceux qui ont été appareillé précocement et éduqués, ces derniers entendent parce qu'ils ont reconstitué en temps réel des cartes, des circuits, des automatismes dont maintenant ils se servent sans même s'en rendre compte. Habitué à travailler avec leur aidant, ils font disparaître les petites difficultés lorsqu'elles sont minimales et faciles à compenser et cette dynamique va encore fonctionner très longtemps. Pour les autres le travail est héroïque et long, il leur faut beaucoup plus de courage et d'acharnement. S'éduquer est plus facile et plus rapide que se rééduquer.

Nos premiers résultats confirment nos hypothèses : alerter est alors indispensable puisque nous disposons d'une thérapeutique substitutive qui est plus que prometteuse, même si nous devons encore nous assurer de sa validité dans le temps.

Par ailleurs, nous pensons très sincèrement que s'il n'y a ni intérêt professionnel, ni amitié, les circuits de l'audition se feront et se déferont avec beaucoup moins d'intérêt pour le patient.

Ce qui ferait sans doute bouger les esprits serait de nous interroger sur ce que pensent les acteurs face à leur situation propre :

En ce qui concerne les patients :

- De savoir qu'il existe un traitement efficace de la presbycusie qui est une maladie grave avec des conséquences redoutables ;
- De connaître la relation entre audition et troubles cognitifs et de se rendre compte qu'elle n'est pas prise en compte. Si l'hypothèse actuellement validée d'une corrélation entre audition et cognition est certaine, comment ne pas se dire qu'à soigner l'audition on n'a rien à perdre. S'il n'y a pas d'action sur la cognition, le presbycusique traité ne souffrira pas de troubles auditifs et s'il y a une relation causale, les troubles cognitifs pourront être prévenus ou retardés dans leur évolution ;
- De savoir que son traitement sera remboursé intégralement et qu'il évitera des frais importants liés aux complications ;
- De savoir qu'on ne l'abandonnera plus pour le reste de ses jours...

En ce qui concerne les ORL, ils devraient savoir :

- Que la presbycusie est une maladie passionnante et qu'il faut s'en occuper d'urgence ;
- Que leur action serait très importante pour leur profession ;
- Que le généraliste et le gériatre sont très demandeurs...

En ce qui concerne les audioprothésistes :

- Qu'il vaut mieux multiplier par 10 son chiffre d'affaires que d'augmenter ses prix ;
- Que ses réglages sont merveilleusement valorisés par la réhabilitation orthophonique ;
- Qu'il offre à la population un service inégalable...

En ce qui concerne les orthophonistes :

- Qu'ils pensent avoir appris la surdité en cours et dans les livres mais que rien ne remplace l'expérience en complexité auprès des patients ;
- Qu'enrichir sa profession avec un traitement irremplaçable pour traiter l'une des infirmités les plus terribles serait une réelle avancée ;
- Que de s'ouvrir sur du nouveau est toujours productif...

En ce qui concerne les aidants :

- Que leur vocation, leur bénévolat, est immédiatement reçu comme un magnifique cadeau ;
- Que leur générosité est capable de rendre le bonheur à leurs concitoyens ;
- Qu'ils nous sont précieux...

## 4. Un système différent pour les oreilles que pour les yeux ?

Nous voudrions faire remarquer que notre comportement est totalement différent face aux malvoyants et aux aveugles de celui que nous avons face aux malentendants. L'étude de Judith Aubel réalisée en EHPAD le montre (Aubel et al., 2015) : seulement 25% des demandes de consultations demandées au cours d'une année étaient spécialisées pour l'ophtalmologie, et 4% pour l'ORL...

Cela semble tout à fait naturel que nous ayons des services hospitaliers exclusivement dédiés aux malvoyants, cette infirmité nous semble si dramatique, si handicapante, si pourvoyeuse d'empathie que tout cela paraît tout à fait adapté. Lorsqu'une personne âgée se plaint de moins bien voir ou si nous nous rendons compte qu'elle voit moins bien, elle sera très rapidement adressée à un ophtalmologiste pour que tout soit entrepris pour sauver sa vision.

Il en va tout autrement en ce qui concerne les sourds et nous avons vu tout au long de cette thèse à quel point les raisons de ne pas s'occuper des sourds sont nombreuses et variées.

## 5. Impacts sur la société française

Aujourd'hui, la médecine est en crise. Tout le monde s'accorde, des organismes de Sécurité Sociale, aux professionnels de santé, du gouvernement aux malentendants et à leurs enfants, pour reconnaître que la médecine a besoin d'un profond changement. Tout semble être dépassé par les progrès faits en médecine, les exigences des patients, les avancées des savants, et sans doute dans une moindre mesure, la passivité des médecins et des paramédicaux et la peur du changement. Les corporatismes, les intérêts financiers, les laboratoires pharmaceutiques en particulier, les nouvelles techniques, l'obligation de se former, les responsabilités face à la justice, rebutent et paralysent toutes les velléités de changement.

En ce qui concerne l'audition, il est nécessaire d'ajouter la méconnaissance totale de ce qu'elle est dans tous les domaines, la méconnaissance totale de l'importance qu'elle a et de ce qu'elle offre à celui qui sait s'en servir. Nous avons peur d'être aveugle, nous ne voulons pas perdre ni le tact, ni l'olfaction, ni le goût mais l'audition n'a guère d'importance dans la vie, elle est si naturelle qu'on ne peut pas imaginer la perdre. Il y a pourtant le tiers de la population française qui en souffre sans vraiment s'en douter et seulement à la fin de l'évolution accepte de faire quelque chose pour améliorer la situation.

Voilà, à notre avis, la situation dans laquelle se trouve la population française en ce qui concerne la presbyacousie. Avec le GRAP*santé*, et avec l'Université de Lyon 1, j'ai eu la chance de pouvoir travailler dans ce domaine et je voudrais une fois encore les remercier de m'avoir accueillie et offert cette magnifique opportunité.

Le fait de travailler dans et avec la complexité me conduit à éviter de prédire quoi que ce soit puisque je sais que c'est impossible surtout à moyen et long terme. C'est donc chemin faisant, avec une stratégie tâtonnante que nous essayons d'avancer au cas par cas. Étudiant, comme le propose Prigogine, chacune des bifurcations qui vont se présenter, en tentant de bien choisir celles qu'il faut éviter ou au contraire ne pas laisser passer, celles qu'il faut essayer. À ce stade c'est le malentendant qui nous guide. Et nous de nous adapter, adapter, adapter sans cesse.

Il y a une contradiction à accepter dans une dialogique qui porte souvent ses fruits. Sachant que l'audition n'est ni enseignée à la faculté, ni à l'école, ni chez les spécialistes, il nous semble inutile de nous heurter de front et il faut au début suivre les demandes. Petit à petit, lorsque la relation avec le patient et son aidant le permet, nous commençons très doucement à redresser la barre et à prendre ce que nous appelons le « bon cap ».

Ce que nous avons pu proposer dans cette thèse, on s'en est rendu compte, comporte beaucoup de contraintes, exigent beaucoup de dévouement, nécessitent un accompagnateur, et demande un travail quotidien, certes plus simple qu'il n'y paraît, mais tout de même assez contraignant. Ce qui me choque, c'est que cela paraît tout à fait naturel de faire ce travail attentif de suivi pour les aveugles, tout à fait naturel pour des diabétiques, tout à fait naturel pour les greffés du rein ou du cœur, mais inimaginable pour un sourd ! Comme pour ces grands malades, il faut que celui qui est atteint de surdité, sa famille et la société tout entière acceptent d'avoir le même comportement et la même empathie.

Pour un sourd, assumer sa maladie est déjà une grande victoire. Tout le monde l'accepte pour les enfants et pour les implantés cochléaires, il est étonnant de voir un déni, un rejet, quand il s'agit des personnes âgées.

Il y a des phrases que disent les professionnels de santé qui s'occupent de sourds qu'il faudrait absolument proscrire. Exemple : « La presbyacousie n'est pas une maladie ». Dans ce cas, comment demander à la Sécurité Sociale de la rembourser ? « Les aides auditives ne fonctionnent pas bien ». Il est vrai que ce n'est pas l'idéal mais c'est déjà fantastique, et encore une fois, le travail conjoint entre audioprothésiste et orthophoniste leur donne des capacités insoup onn es.

Le chemin à parcourir va être long, périlleux, hasardeux, et la situation n'encourage guère ceux qui voudraient faire quelques changements. C'est pourtant ce qu'avec le GRAPsanté et l'Université de Lyon 1, nous avons décidé de faire. Le peu que j'ai apporté m'a convaincue que c'était ce qu'il fallait faire, que j'étais sur le bon chemin, et que le drame de la surdité, qui retire à toutes les personnes qui en sont atteintes la possibilité d'être heureux, pouvait être contourné avec ce que nous proposons.

Si « lorsque la surdité entre dans une famille, le bonheur en sort », je sais qu'aujourd'hui nous pouvons ajouter que lorsque la surdité sort d'une famille, le bonheur reprend sa place. Tout notre travail est basé sur cette conviction. Bien sûr, nous sommes parfaitement conscients qu'il s'agit d'un premier pas, sur une première marche, mais il est tellement riche que notre conviction l'emporte sur tout le reste. Le travail fait est tellement valorisant que ce serait absurde de ne pas le poursuivre. Il faut tout faire pour changer les mentalités et faire savoir au français ce qui est nécessaire pour ne plus ignorer l'audition et la presbyacousie.

## 6. Impacts sur l'Éducation Nationale

L'enseignement primaire est le moment idéal pour commencer les formations. Nous pensons que c'est dès l'école primaire qu'il faut apprendre à l'enfant comment il est construit, comment fonctionne ses organes, comment gérer son « capital corps ».

Par la suite, il faudra poursuivre cet enseignement qui nous semble aussi important que les mathématiques ou la philosophie, en s'adaptant bien sûr au développement de l'enfant et à ses capacités. C'est fait par exemple pour les maladies sexuellement transmissibles et il n'y a aucune incidence sur la vie des enfants et celle de leurs parents, mais on évite bien des accidents grâce à cette précaution.

Il faudra bien sûr faire de même pour les sens et la cognition, l'intéroception et les émotions, les actions musculaires, endocriniennes et la pensée.

## 7. Impacts sur les personnes âgées

Nous l'avons déjà dit dans d'autres chapitres de cette thèse, le spectacle de ces maisons de retraite, de ces EHPAD où l'on croise des veilles personnes qui errent dans l'établissement, se promenant sans but, ou bien celles qui confinées dans leur chambre attendent que la mort veuille bien d'elles, est si douloureux, qu'on préfère ne pas le voir. Nous nous disons que nous n'y pouvons rien et que c'est la fin naturelle d'une vie, et nous n'imaginons pas une seconde que tout pourrait changer si l'audition leur était rendue.

Nous n'avons pas fait d'étude dans ces maisons pour voir si en faisant une récupération de l'audition avec le peu qu'il en reste, il est encore possible de permettre au bonheur d'entrer dans ces maisons. Nous avons eu quelques expériences qui nous prouvent que ce sujet ne doit pas être abandonné et qu'il faut que nous sensibilisons toutes les équipes qui ignorent l'audition et sa pathologie la plus fréquente, la presbycusie, et les former à sa prise en charge car beaucoup d'espoirs peuvent naître de ce travail.

Le travail à faire pour les personnes âgées qui ne sont pas institutionnalisées est encore plus difficile à imaginer, à organiser. Ce n'est pas une raison pour ne pas y réfléchir et ne pas profiter de toutes les occasions pour promouvoir ce travail d'équipe à leur service. C'est ce que les antennes du GRAP*santé*, les circuits du GRAP*santé* et les associations des aidants des presbycusiques tentent de faire.

Lors du congrès HEAL 2014, je me suis rendu compte que dans les pays voisins ou aux Etats-Unis, nous rencontrons le même type de difficultés. Peut-être qu'en comparant nos pratiques, nous aiderons encore davantage les presbycusiques. Cette démarche comparative et même collaborative me paraît incontournable.

## 8. Un mot sur les patients Alzheimer

Avant de terminer ce travail, nous aimerions ajouter un mot concernant les personnes qui présentent des troubles cognitifs. Il est plus que probable que le travail que nous avons fait et que nous allons continuer aura un impact sur ces personnes âgées qui aujourd'hui n'ont aucune possibilité de guérison. C'est la raison pour laquelle nous voulons proposer une réflexion sur ces personnes qui, si elles sont malentendantes -même s'il s'avère que l'audition n'est pour rien dans les troubles cognitifs qu'elles présentent- ont droit au traitement de leur surdité.

Il y a quatre ans, le Docteur Christian Batchy (gériatre), à partir du travail de Karim Boucceredj (audioprothésiste) a écrit un article montrant que les patients étiquetée « Mild Cognitive Impairment » (ou MCI) sont demandeurs d'aides auditives mais leur mise en place est particulièrement délicate et les échecs sont possibles (Batchy et al., 2011).

Il est bien évident que c'est à titre préventif qu'il faut procéder mais devant ces démences il ne faut pas renoncer. Il ne faut surtout pas abandonner ces patients atteints de troubles cognitifs qui sont de plus en plus nombreux dès que les sujets avancent en âge. Quelle que soit la corrélation qui existe entre la surdité et la démence, il n'y a rien à perdre à s'en occuper et à les faire entendre si c'est possible. Or, il est très difficile de prédire quoi que ce soit sur le comportement de ces patients à court, moyen et long termes. Le GRAPsanté a montré, avec AcouDem (Pouchain et al.) en 2007 et Lin *et al.* l'ont confirmé en 2011 : la surdité est une circonstance aggravante à ne jamais négliger.

Chez ces patients, cultiver les automatismes nous semble à partir d'un certain degré d'évolution de la démence, l'essentiel de ce qu'il est possible de faire. Les automatismes persistent longtemps après l'apparition de la démence. Si le patient Alzheimer a appris à mettre ses appareils tous les matins, il le fera sans problème pendant très longtemps. Leur apprendre les bons automatismes aidera toujours jusqu'au jour où la maladie viendra à rompre ces derniers automatismes. C'est à partir de ces constatations que nous avons réfléchi à l'interprétation à donner à ces observations.

En fait, c'est le niveau de dégradation de la cognition qui permettra d'envisager ou non le port de deux aides auditives pour ces patients et c'est possible s'il reste des automatismes qui fonctionnent. On peut même surprendre l'entourage en n'expliquant rien au patient mais en répétant avec lui jusqu'à ce que l'automatisme soit en mémoire procédurale.

Nous avons eu quelques patients dont l'état s'est amélioré légèrement mais surtout qui semblent avoir cessé d'évoluer et pour l'un d'eux depuis 4 ans. Nous n'en tirons bien sûr aucune conclusion mais nous imaginons que la prise en charge proposée a peut-être permis, en maintenant une communication efficiente, de ralentir l'évolution des troubles cognitifs liés à la privation sensorielle auditive.

Appareiller tous les patients presbyacousiques le plus tôt possible pourrait ainsi peut-être éviter l'apparition de troubles cognitifs. Il nous faudra, bien entendu, faire des études dans ce domaine et pour l'instant nous n'en sommes pas là mais il faudrait mettre ces recherches en route le plus vite possible, c'est l'un des objectifs de mon post-doctorat.

Le fait que notre objectif ou plutôt notre espoir de ralentir voire de stopper les troubles cognitifs que l'on rencontre plus souvent chez les personnes âgées malentendantes (avec gêne sociale) nous met en situation de nous interroger sur ce qui relève de la cause et ce qui relève de l'effet. Nos deux études AcouDem et maintenant notre étude 1 « ACADem » montre bien qu'il y a corrélation mais ne nous donne aucune indication sur la cause première des phénomènes que nous observons. Pouvons-nous dire que c'est la perte d'audition qui provoque les troubles cognitifs car c'est ce qui vient immédiatement à l'esprit ou bien que ce sont les troubles cognitifs qui provoquent l'incompréhension puisque le malade dit entendre bien mais ne pas comprendre même avec les appareils ou bien la cause est-elle simplement commune, agissant à la fois sur la cognition et sur l'audition ?

En fait nous ne nous posons peut-être pas la bonne question. Peu importe la cause puisque nous n'avons pas de traitement curatif ni pour l'une ni pour l'autre maladie. Occupons-nous de travailler sur *tout* le système auditif, donc tout l'Être. Grâce à notre réhabilitation instrumentale et fonctionnelle faite dans et avec la complexité qui s'impose, nous obtenons un bon résultat pour le système auditif et la qualité de vie. Si le résultat se maintient jusqu'à la mort, nous aurons gagné sur le plan auditif. Imaginons maintenant que la démence de certains patients suive la même évolution que les troubles auditifs. Nous aurons alors pour certains patients, également gagné sur le deuxième plan.

À ce jour, nous semblons avoir gagné la partie après les 6 premiers mois. La réhabilitation comparative des 3 groupes retenus (G1 : sans traitement ; G2 : uniquement avec le traitement habituelle c'est-à-dire deux aides auditives bien réglées et bien suivies ; et G3 qui a reçu la totalité du traitement que nous proposons : aides auditives et rééducation fonctionnelle) démontre que nous sommes capable d'agir favorablement sur la presbycusie en y mettant les efforts et les techniques nécessaires.

Nous n'avons plus de raison de baisser les bras ni d'en rester là. De plus le travail fait pour cette thèse est à l'évidence une excellente préparation à l'étude longitudinale multicentrique sur une dizaine d'années qu'induit notre étude préliminaire. Mais attention n'oublions pas l'Aidant du presbycusique, même s'il pose un problème sur le terrain. Il y a des moyens de contourner tous les obstacles, nous le savons aujourd'hui.

Pour conclure ce codicille, c'est le niveau de dégradation de la cognition qui permettra d'envisager ou non le port de deux aides auditives. L'Aidant de l'Alzheimer pourrait aussi avoir la casquette d'Aidant du presbycusique. Appareiller tous les patients presbycusiques le plus tôt possible permettrait peut-être d'éviter l'apparition des troubles cognitifs observés chez les personnes malentendantes. Nous serons, nous le pensons, très surpris des effets de cette prise en charge précoce et globale sur les statistiques des troubles cognitifs dans une population vieillissante non sourde.

## 9. Impacts sur mon évolution professionnelle

Je passerai rapidement sur le fait que j'ai compris qu'étudier un sujet sans avoir la formation nécessaire faisait perdre un temps fou et retardait les possibilités d'apporter sa pierre à l'édifice. Je me suis donc décidée à faire dès demain les études de médecine qui me semblent indispensables si je veux être capable de comprendre en complexité quoi que ce soit sur l'être humain.

J'ai la chance de travailler dans une équipe au GRAP*santé* qui m'a considérablement aidée dans cette thèse et accepte ma proposition de poursuivre cette recherche en son sein.

C'est le post-doctorat surtout qui va nous retenir dès demain. Je voudrais, car c'est une évidence pour moi, poursuivre ce que j'ai commencé et pouvoir vérifier que non seulement on retardera les graves complications de la presbyacousie mais peut-être sera-t-on capable de les retarder assez pour qu'elles ne perturbent que l'extrême fin de vie, voire -car il faut rêver- d'empêcher leur apparition.

## 10. La diffusion

Il va nous falloir partager avec le plus possible de personnes passionnées pour avancer dans la prise en charge des presbyacousiques. Cela comprend différentes actions menées par le GRAP*santé* :

- Le travail de recherche et la communication avec tous ceux qui peuvent aider à la qualité de ce travail et de bien d'autres ;
- Le travail d'information de tous ceux qui sont intéressés par ce que nous faisons, et qui voudront bien sur le plan pratique nous aider et vivre avec nous les études dont nous allons avoir besoin. Sans eux, aucune opération n'aboutira.
- Une formation dans le cadre du Développement Professionnel Continu.
- Une information du grand public.
- La distribution du DVD La presbyacousie.

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Trois années de préparation et trois années de recherches à l'école Doctorale « Neurosciences et Cognition » de l'Université de Lyon 1 aidée par la GRAP*santé*, l'INSERM et Neurodis, nous ont permis d'ouvrir une brèche dans l'obscurantisme dans lequel on tient la presbycousie depuis la fin de la Deuxième Guerre Mondiale. Et pourtant, elle représente l'immense majorité des surdités dans le monde puisque plus on augmente l'espérance de vie, plus elle frappera d'individus.

Heureusement, depuis une ou deux années, les mentalités sont en train de changer et d'évoluer vers plus de « réalisme ». Mais nous sommes tout à fait conscients que l'essentiel du travail reste à faire.

Au cours de notre travail préparatoire de thèse, nous avons réalisé six études :

Quatre études pour créer des tests utilisant l'acoumétrie vocale:

- AcoumAudio I utilisant la voix chuchotée pour dépister ;
- AcoumAudio II pour évaluer et classer les types de surdité ;
- AcoumAudio III : pour reconnaître le gain auditif apporté par le traitement ;
- L'Acoutest : pour repérer les failles dans la compréhension lorsque le patient est bien appareillé, et ensuite, pour évaluer la qualité de la réhabilitation.

Deux autres études qui avaient besoin des quatre tests précédents et qui constituent le socle du travail de recherche de notre thèse :

- une étude n°1 transversale confirmant que l'audition et la cognition sont bien en corrélation et que la perte auditive liée à la presbycousie est ipso facto partie prenante dans les troubles cognitifs et autres complications apparaissant au cours de l'évolution de la maladie ; au fur et à mesure que les études sur ce sujet se multiplient dans le monde, nos hypothèses se vérifient ;
- une étude préliminaire n° 2, prospective sur un an et dont nous apportons ici les premiers résultats à six mois. Cette étude nous permet de penser que nous sommes capables aujourd'hui, avec les moyens existants, d'offrir au presbycousique une vie presque normale, en changeant simplement notre comportement et en utilisant une nouvelle approche du patient.

Ainsi, il est maintenant possible, grâce à l'acoumétrie, non seulement de classer les surdités avec une correspondance plus physiopathologique, mais aussi de répertorier les niveaux de surdité en fonction de leurs exigences vis-à-vis du traitement palliatif que nous pouvons lui opposer ou en fonction des complications qui pourraient survenir. Et surtout, cerise sur le gâteau, nous sommes capables avec une simple acoumétrie de dépister la presbycousie au tout début ; c'est-à-dire au moment où le traitement serait facile à mettre place et où l'évolution pourrait être influencée plus favorablement par une nouvelle approche de la compensation...

Rappelons que le dépistage est le problème principal qui empêchait jusqu'à aujourd'hui la prise en charge précoce de la surdité de la personne âgée. Les gériatres et les médecins généralistes ne pensant à cette maladie que lorsqu'elle entraînait une gêne sociale et donc tardivement au stade de la phase clinique de la presbycousie, ils n'adressaient pas leurs malades à l'ORL.

Nous n'avons pas de traitement curatif et nous sommes sans doute assez loin d'en disposer mais en attendant, nous nous sentons capables de minimiser les effets délétères de la surdité, au moins dans l'immédiat et très probablement dans le temps. Nous pouvons conclure dès aujourd'hui que la prise en charge peut et doit donc facilement être mise en place le plus tôt possible. Il n'y a que des avantages à le faire.

Pour nous résumer, il est possible dès à présent, sans aucun frais, sans aucun matériel et en quelques minutes, de dépister la presbyacousie au lit du patient ou dans n'importe quel cabinet médical. La visite chez le spécialiste devient une visite de confirmation et de mise en route de la prise en charge dès la phase subclinique de la maladie. Nous sommes également capables d'aider l'audioprothésiste à affiner ses réglages et de magnifier le potentiel des aides auditives très manifestement sous-employ es aujourd'hui. On obtient avec notre réhabilitation orthophonique des résultats bien meilleurs et beaucoup plus près des besoins réels des personnes âgées malentendantes. Grâce à l'Aidant du presbyacousique, non seulement nous obtenons de bons résultats immédiats, mais nous sommes en droit d'espérer assurer aux presbyacousiques la pérennité de ce succès. Il nous faut aller plus loin encore et nous assurer que ce que nous avons dans l'immédiat ne décline pas de manière préjudiciable dans les années qui suivent, du fait de l'évolution de la presbyacousie. C'est l'objet d'une prochaine étude que nous ferons au GRAP*santé* et je l'espère, au cours d'un post-doctorat.

En effet si, comme nous le souhaitons, nous pouvons mettre en place cette étude longitudinale sur une dizaine d'années, multicentrique grâce aux antennes du GRAP*santé* et à leurs Centres Entendre et Comprendre (regroupant les circuits de l'audition locaux et fleurissant dans toute la France), il est plausible d'espérer que la prise en charge précoce et complète du patient presbyacousique permette d'envisager une prévalence plus faible des troubles cognitifs constatés chez les personnes âgées malentendantes dont l'audition aura été r habilit e. Compte tenu de l'absence de tout traitement curatif en ce qui concerne les troubles cognitifs et de notre hypothèse, c'est tout de suite qu'il faut s'y atteler.

Lorsqu'on mesure tous les obstacles à franchir, on se rend compte que l'essentiel reste à venir. Loin de nous rebuter, ce challenge au contraire nous anime et nous incite à poursuivre avec toutes les bonnes volontés dont nous disposons. C'est une réelle chance comme on en rencontre rarement dans la vie, je vais y consacrer la mienne.

# RÉFÉRENCES

## RÉFÉRENCES

- Abdellaoui A, Tran Ba Huy P. Success and failure factors for hearing-aid prescription: results of a French national survey. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* déc 2013;130(6):313-319.
- Abyad A. Screening for hearing loss in the elderly. *Geriatrics Today* 2004;7:43-5.
- Acar B, Yurekli MF, Babademez MA, Karabulut H, Karasen RM. Effects of hearing aids on cognitive functions and depressive signs in elderly people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011 ; 52(3):250-252.
- Albin RL, Young AB, Penney JB. The functional anatomy of basal ganglia disorders. *Tins* 1989, 12: 366-375.
- Alexander GE, DeLong MR, Strick PL. Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. *Ann Rev Neurosci* 1986, 9: 357-381.
- Allen NH, Burns A, Newton V, Hickson F, Ramsden R, Rogers J. The effect of improving hearing in dementia. *Age and Ageing* 2003;32:189-93.
- Ambert-Dahan E. Prise en charge orthophonique des troubles centraux chez les patients presbycousiques. *Les cahiers de l'audition* 2011 vol. 24 N°3;15-17.
- Amouyel P. Alzheimer, dossier d'information. Inserm, 2014 : <http://www.inserm.fr/content/view/full/1156>.
- Anstey KJ, Luszcz MA, Sanchez L. A reevaluation of the common factor of shared variance among agesensory function and cognitive function in older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2001;56(1):P3-P11.
- Anstey KJ, Luszcz MA, Sanchez L. Two-year decline in vision but not hearing is associated with memory decline in very old adults in a population-based sample. *Gerontology.* 2001;47(5):289-293.
- Arlinger S. Negative consequences of uncorrected hearing loss - a review. *Int J Audiol* 2003;42:2S17-20.
- Auriol B. La clef des sons, Éléments de psychotonique. Ères 1996: p. 287.
- Avenier MJ. La stratégie "chemin faisant". *Economica*, 1997 : 393.
- Bagai A, Thavendiranathan P, Detsky AS. Does this patient have hearing impairment? *JAMA* 2006;295(4):416-428.
- Bainbridge KE, Wallhagen MI. Hearing Loss in an Aging American Population: Extent, Impact, and Management. *Annu Rev Public Health* 2014;35:139-52.
- Baltes PB, Lindenberger U. Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: a new window to the study of cognitive aging? *Psychol Aging* 1997;12:12-21.
- Batchy C., Loustau M. Boucceredj K. Taurand S. Taurand Ph. San Jullian M. Bouziani J. Vergnon L. Étude de l'adhésion de sujets déments à un projet d'appareillage auditif. *La revue de Gériatrie*, 2011 37;541-8.
- Bear, M. Connors, B., Paradiso, M. Neurosciences, à la découverte du cerveau. Ed Pradel. 2007 : 881.
- Bechara A, Damasio H, Damasio AR, Lee GP. Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *J Neurosci.* 1999;19:5473-5481.
- Bechara A, Damasio H, Damasio AR. Role of the amygdala in decision-making. *Ann N Y Acad Sci.*

- 2003 ;985:356-69.
- Bechara A., Tranel D., Damasio H., Damasio A. Failure to respond automatically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. *Cerebral Cortex* 6 1996. 215-25.
  - Benveniste E. Problèmes de linguistique générale, t.I. Gallimard, 1966 :26.
  - Bergson H. L'évolution créatrice. 1ère éd. Presses universitaires de France 1907 ;214 :35. Accessible à l'adresse suivante :  
[http://classiques.uqac.ca/classiques/bergson\\_henri/evolution\\_creatrice/evolution\\_creatrice.pdf](http://classiques.uqac.ca/classiques/bergson_henri/evolution_creatrice/evolution_creatrice.pdf)
  - Bernard C. Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, 1865.
  - BIAP Recommendation n° 02/1bis. Audiometric classification of hearing impairments. October 26th, 1996.
  - Bizaguet E, Faggiano R, Monier J. Précis d'audioprothèse Tome III, L'éducation prothétique. Collège National d'Audioprothèse, 2007 :299-340.
  - Bogardus ST, Yueh B, Shekelle PG. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Clinical applications. *JAMA* 2003;289(15):1986–1990.
  - Bouccara D, Dhouib S, Vergnon L, pour le GRAPSanté. Les surdités de l'adulte : le vieillissement de l'oreille : la presbycousie. *La revue de Gériatrie*.2011 ; 7:435-450.
  - Bouccara D, Ferrary E, Mosnier I, et al. Presbycousie. *EMC-Oto-rhino-laryngologie* 2005;2(4):329-342.
  - Bourre B, Aupy J, Saleh M, Gaucher D, Thomas L, Tranchant C, De Seze J, Collongues N. Atteinte audiovisuelle inaugurale de pathologies neurologiques spécifiques. *Rev Neurol(Paris)*, 2010 :1017-23.
  - Brin F, Courrier C, Lederlé E, Masy V. Dictionnaire d'orthophonie. Orthoédition, 2004 :190.
  - Bureau International d'Audiophonologie (1997). Recommandation biap 02/1 bis: Classification audiométrique des déficiences auditives. Commission Technique 2 - Classification des surdités (Lisbonne, 1er mai 1997).
  - Bureau International d'Audiophonologie (1997). Recommandation biap 23/1 : Investigations en audiophonologie & Annexe: Inventaire des épreuves d'audiologie. Commissions Technique 23 - Investigations (Lisbonne, 5 mai 1997).
  - Burk MH, Humes LE. Effects of long-term training on aided speech-recognition performance in noise in older adults. *J. Speech Lang. Hear. Res.* 2008;51(3):759-771.
  - Campos PD, Bozza A, Ferrari DV. Hearing aid handling skills: relationship with satisfaction and benefit. *Codas* 2014; 26(1): 10–16.
  - Cannon W.B. *The Wisdom of the Body*. 1932.
  - Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales. Pensée. Site consulté le 10 octobre 2014 : <http://www.cnrtl.fr/lexicographie/pens%C3%A9e>
  - Chatatan FB. Depression in old age. *N Y State J Med*. 1975; 75:2505-9.
  - Chia EM, Wang JJ, Rochtchina E, Cumming RR, Newall P, Mitchell P. Hearing impairment and health-related quality of life: the Blue Mountains Hearing Study. *Ear Hear*. 2007;28(2):187-95.
  - Chien W, Lin FR. Prevalence of hearing aid use among older adults in the United States. *Arch Intern Med* 2012;172(3):292–293.
  - Ching, TY, Dillon, H. A brief overview of factors affecting speech intelligibility of people with hearing loss: implications for amplification. *Am J Audiol* 2013; 22: 306–309.
  - Chisolm TH, Abrams HB, McArdle R. Short- and long-term outcomes of adult audiological rehabilitation. *Ear Hear* 2004;25(5):464-477.
  - Chisolm TH, Johnson CE, Danhauer JL, et al. A systematic review of health-related quality of life and hearing aids: final report of the American Academy of Audiology Task Force On the Health-Related Quality of Life Benefits of Amplification in Adults. *J Am Acad Andiol* 2007;18(2): 151-183.

- Chisolm TH, Willott JF, Lister JJ. The aging auditory system: anatomy and physiology changes and implications for rehabilitation. *Int J AudioI*2003;42 Suppl 2:283-10.
- Chladni E. *Trait d'Acoustique*. General Books 2010; 412.
- Ciurlia-Guy E, Cashman M, Lewsen B. Identifying hearing loss and hearing handicap among chronic care elderly people. *Gerontologist* 1993; 33: 644-649.
- Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA* 1981 jul;23(7):493-500.
- Clément JP, Nassif RF, Léger JM, Marchan F. Mise au point et contribution à la validation d'une version française brève de la Geriatric Depression Scale de Yesavage [Development and contribution to the validation of a brief French version of the Yesavage Geriatric Depression Scale]. *Encephale* 1997;23(2):91-99.
- Cohen-Mansfield J., Taylor J.W. Hearing aid use in nursing homes, Part 2: Barriers to effective utilization of hearing aids. *J Am Med Direct Assoc*. 2004;5:289-296.
- Collège des Ophtalmologistes Universitaires de France (2004). Enseignement d'ophtalmologie - Deuxième cycle: Polycopié national du collège des ophtalmologistes. Université Pierre et Marie Curie (mise à jour : 21 avril 2004), 211 pages.
- Collège Français d'ORL et de Chirurgie cervico-faciale (2009a). Item 53 : Principales techniques de rééducation et de réadaptation. Savoir prescrire (la massokinésithérapie et) l'orthophonie, Accessible en ligne : <http://www.orlfrance.org/college/DCEMitems/DCEMECNitems53.html>
- Collège Français d'ORL et de Chirurgie cervico-faciale (2009b). Item 60. Déficit neurosensoriel chez le sujet âgé surdité et vertige, Accessible en ligne: <http://www .orlfrance.orgl/college/DCEMitems/DCEMECN items60.html>
- Collège National d'Audioprothèse. L'appareillage de l'adulte, Le Bilan d'Orientation Prothétique. Précis d'audioprothèse : 1, 2007: 256-61.
- Collège National d'Audioprothèse. L'appareillage de l'adulte, Tome II. Le Choix Prothétique, Précis d'Audioprothèse. Les  ditions du Collège National d'Audioprothèse, 1999, Carvin.
- Collège National des Enseignants en Gériatrie. Item 60. Déficit neurosensoriel chez le sujet âgé. Chapitre 7, extrait de l'ouvrage : Abrégés modules transversaux, Module 5 - Vieillesse (2 me édition), Paris: Masson, 2010 ; pp. 109-124. Disponible en ligne à l'adresse suivante: [http://seformeralageriatrie.org/Documents/CNEG\\_Vieillesse\\_item\\_60.pdf](http://seformeralageriatrie.org/Documents/CNEG_Vieillesse_item_60.pdf)
- Cordier F., Gaonac'h D. Apprentissage et mémoire, Nathan ; 2004:127.
- Cowppli-Bony P, Fabrigoule C, Letenneur L, et al. Le test des 5 mots : validité dans la détection de la maladie d'Alzheimer dans la population générale. *Revue Neurologique* 2005;161(12, Part 1):1205-1212.
- Cox RM, Alexander Ge. The abbreviated profile of hearing aid benefit. *Ear Hear* 1995;16(2):176--186.
- Cox RM. Questionnaire condensé d'évaluation du bénéfice prothétique: Mode d'utilisation et applications. [The abbreviated profile of hearing aid benefit (APHAB): administration and application]. *Phonak Focus* 1996;21 :1-16.
- Dalton DS, Cruickshanks KJ, Klein BE, Klein R, Wiley TL, Nondahl DM. The impact of hearing loss on quality of life in older adults. *Gerontologist*. 2003;43:661-8.
- Damasio AR, Damasio H. Cortical systems for retrieval of concrete knowledge: the convergence zone framework. In: Large scale neuronal theories of the brain (Koch C, ed.), Cambridge, MA: MIT Press. 1994:61-74.
- Damasio AR, Tranel D, Damasio H. Somatic markers and the guidance of behavior: theory and preliminary testing. In: Frontal lobe function and dysfunction (Levin HS, Eisenberg HM, Benton AL, eds), New York: Oxford University Press. 1991;217-229.
- Damasio AR. L'autre moi-même. Les nouvelles cartes du cerveau, de la conscience et des

- émotions. *Odile Jacob* ; 2010:429.
- Damasio AR. L'erreur de Descartes. La raison des émotions *Odile Jacob* 1995:368
  - Damasio AR. Le sentiment même de soi - corps, émotions, conscience. *Odile Jacob* 1999 ; 51-109:479.
  - Damasio AR. Spinoza avait raison. Joie et tristesse, le cerveau des émotions. *Odile Jacob* ; 2003 pp 364.
  - Damasio AR. Time-locked multiregional retroactivation : a system level proposal for the neuronal substrates of recall and recognition. *Cognition* 1989 33:25-62.
  - Dantzer R. Les Émotions, *PUF, Coll. Que sais-je ?*, Paris, 2002:128.
  - de Cheveigné A. Espace et son. Colloque espaces de l'Homme, Collège de France 14-15 octobre 2003 : [http://recherche.ircam.fr/equipes/pcm/cheveign/pss/2004\\_Espace\\_Son.pdf](http://recherche.ircam.fr/equipes/pcm/cheveign/pss/2004_Espace_Son.pdf)
  - de Cheveigné A. Separation of concurrent harmonic sounds: Fundamental frequency estimation and a time-domain cancellation model of auditory processing. *J. Acoust. Soc. Am.* 1993 - 93, 3271-3290.
  - De Silva ML, McLaughlin MT, Rodrigues EJ, Broadbent JC, Gray AR, Hammond-Tooke GD. A Mini-Mental Status Examination for the hearing impaired. *Age Ageing*; 2008 37, 593-595.
  - Dejean F, Thibaut P. L'éducation prothétique. *Les Cahiers de l'Audition* 2012;25(6):40-42.
  - Delmas A. Voies et centres nerveux, 10<sup>e</sup> édition. Masson, 1991.
  - Dennet D. La conscience expliquée. *Odile Jacob* 1993, p 628.
  - Denni-Krichel N, Dumont A, Leusie S, Lambert E, Batchy C, Loustau M, Vergnon L, pour le GRAPsanté. La place et le travail de l'orthophoniste dans le traitement de la presbycusie. *La Revue de Gériatrie*, 36(9), Octobre 2011.
  - Derouesné C, Poitreneau J, Hugonot L, et al. Le Mini-Mental State Examination (MMSE): un outil pratique pour l'évaluation de l'état cognitif des patients par le clinicien Version française consensuelle. *La Presse Médicale* 1999 ;28( 21): 1141-1148.
  - Dhoubi S, Prével M, Bouccara D, Loustau M, Batchy C, Fatah F, Langumier J-F, Leusie S, San Jullian M, Vergnon L, pour le GRAPsanté. Réflexion sur l'audition et les autres systèmes sensoriels. L'importance des STNIP (Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues). *La Revue de Gériatrie*, 2011 ; 36:469-478.
  - Direction Générale de la Santé, Direction générale de l'Action Sociale & Société Française de Gériatrie et Gérontologie. Les bonnes pratiques de soins en établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes. 2007, p.18-21.
  - Dubois B, Touchon J, Portet F. et al. "Les 5 mots", épreuve simple et sensible pour le diagnostic de la maladie d'Alzheimer. *Presse Med* 2002;31(36): 1696-9.
  - Dumont A. Orthophonie et surdité. Masson , 2008 ; 191-199.
  - Edelman G. Plus vaste que le ciel. Une nouvelle théorie générale du cerveau. *Odile Jacob* 2004. 81-109.
  - Edelman GM *Biologie de la conscience*. *Odile Jacob* 2008, p361.
  - Eekhof JA, de Bock GH, de Laat JA, Dap R, Schaapveld K, Springer MP. The whispered voice: the best test for screening for hearing impairment in general practice? *Br J GenPract.* 1996 Aug;46(409):473-4.
  - Ekman P. Facial expressions of émotions : new findings, new questions. *Psychological Science* 3 1992 : 34-8.
  - Erber NP. Use of hearing aids by older people: influence of non-auditory factors (vision, manual dexterity). *Iut J Audio*, 2003;42 Suppl 2:2S21-25.
  - EuroTrak France. Focus sur la France des malentendants. *Audio infos n 177*. Novembre 2012;32-

- 35.
- Fausti S, Wilmington D, Helt P, Helt W, Konrad-Martin D. Hearing Health and Care: The Need for Improved Hearing. Loss Prevention and Hearing Conservation Practices. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 2005 42(4), 45-62.
  - Fellin T. Communication between neurons and astrocytes : relevance to the modulation of synaptic and network activity. *J. Neurochem.* 2009, 108;533-544..
  - Flamme GA, Stephenson MR, Deiters KK, et al. Short-term variability of pure-tone thresholds obtained with TDH-39P earphones. *Int J Audiol* 2014;53:S5–S15.
  - Fleming KC1, Evans JM, Weber DC, Chutkan DS. Practical functional assessment of elderly persons: a primary-care approach. *Mayo Clin Proc.* 1995 Sep;70(9):890-910.
  - Fletcher N.H., Rossing T.D The Physics of Musical Instruments. Springer-Verlag New York Inc., 2010; 780.
  - Fligny-Granier I. Presbycusis. *La Revue du praticien. Médecine générale* 2008;(797):241-246.
  - Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975;12(3): 189-198.
  - Foucher M, Gallego S, Truy E. Appareillage du sujet âgé - Les progrès permettent une prise en charge efficace. *Repères en Gériatrie* 2011; 13(108): 105-112.
  - Frachet B. Poncet- Wallet C, Ernst E, et al. Prise en charge du handicap auditif de l'adulte. *Rev Prat* 2009;59(8): 1097-1101.
  - Gagey PM., Weber B. Posturologie ; Régulation et dérèglements de la station debout. Troisième édition, *Elsevier Masson*, 2005 ; 224
  - Gates GA, Beiser A, Rees TS, D'Agostino RB, Wolf PA. Central auditory dysfunction may precede the onset of clinical dementia in people with probable Alzheimer's disease. *J Am Geriatr Soc.* 2002 Mar;50(3):482-8.
  - Gates, G.A., Mills, J.H. Presbycusis. *Lancet* 2005;366,1111–1120.
  - Gianopoulos I , Stephens D. & Davis A. Follow up of people fitted with hearing aids after adults hearing screening: The need for support after fitting . *BMJ*, 2002;325, 471.
  - Gleick J. La théorie du chaos, vers une nouvelle science. Traduit de l'anglais par Jeanmougin C. Flammarion 1987 p.431.
  - Gonsalves C1, Pichora-Fuller MK. The effect of hearing loss and hearing aids on the use of information and communication technologies by community-living older adults. *Can J Aging*; 2008 Summer;27(2):145-57.
  - Gopinath B. , Wang J.J. , Schneider J. , Burlutsky G. , Snowdon J. et al. Depressive symptoms among older hearing-impaired adults: the Blue Mountains Study . *J Am Geriatr Soc*, 2009; 57 , 1306 – 1308.
  - Guillaume A. Dans le secret des oreilles d'or. *Le Télégramme (Éditions)*, 204. Les oreilles d'or des sous-marins » Publié le 30 novembre 2009 par Audiomaniac dans *Métiers du son, Vidéos*.
  - Gurgel RK, Ward PD, Schwartz S, Norton MC, Forter NL, Tschanz HT. Relationship of Hearing Loss and Dementia: A Prospective, Population-Based Study. *Otology & Neurotology*. 2014. Vol.00, No 00.
  - Gussekloo J, de Bont LE, vonFaber M, Eekhof JA, de Laat JA, Hulshof JH, et al. Auditory rehabilitation of older people from the general population--the Leiden 85-plus study. *Br J Gen Pract.* juill 2003;53(492):536-540].
  - Hallberg LR, Hallberg U, Kramer SE. Self-reported hearing difficulties, communication strategies and psychological general well-being (quality of life) in patients with acquired hearing impairment. *Disability and Rehabilitation*. 2008;30:203-212.
  - Haute Autorité de Santé. Évaluation des appareils électroniques correcteurs de surdité - Révision

- des descriptions génériques de la Liste des Produits et Prestations Remboursables. (Rapport du service évaluation des dispositifs, avec l'avis de la CEPP). Paris: HAS, (2008), 124 pages. *Version PDF disponible en ligne à l'adresse suivante* : [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2008-10/rapport\\_devaluation\\_audioprotheses.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2008-10/rapport_devaluation_audioprotheses.pdf)
- Haute Autorité de Santé. Vastarel et ses génériques (trimétazidine), vasodilatateur ; Avis défavorable au maintien du remboursement, compte tenu d'une quantité d'effet mal établie et d'effets indésirables graves. 2011 [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2011-11/vastarel\\_05-10-2011\\_synthese\\_ct-10934.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2011-11/vastarel_05-10-2011_synthese_ct-10934.pdf)
  - Hegel GWF., Bourgeois B. Encyclopédie des sciences philosophiques, tome III : Philosophie de l'esprit. Vrin éd. 3e éd, 1992 :604.
  - Helke C.J., Thor K.B., Sasek C.A. Chemical neuroanatomy of the parapyramidal region of the ventral medulla in the rat. *Progress in brain reserch* 1989, vol. 81, pp 17-28.
  - Henri Poincaré, « Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique », *Acta Mathematica*, vol. 13, 1890, p. 1-270.
  - Holmes AE. Bilateral amplification for the elderly: are two aids better than one? *Int J Audiol* 2003;42 Suppl 2:2S63-67.
  - Hougaard S, Ruf S, Egger C. EuroTrak + JapanTrak 2012: Societal and Personal Benefits of Hearing Rehabilitation with Hearing Aids. *Hearing Review.com* 2013.
  - Humes LE, Dubno JR, Gordon-Salant S, et al. Central presbycusis: a review and evaluation of the evidence. *J Am Acad Audiol* 2012;23(8):635-666.
  - Humes LE, Humes LE. Factors Affecting Long-Term Hearing Aid Success. *Seminars in Hearing*. févr 2004;25(1):63-72.
  - Humes LE, Kidd GR, Lentz JJ. Auditory and cognitive factors underlying individual differences in aided speech-understanding among older adults. *Front Syst Neurosci* 2013; 7:55.
  - Humes LE, Wilson DL, Barlow NN, et al. Longitudinal changes in hearing aid satisfaction and usage in the elderly over a period of one or two years after hearing aid delivery. *Ear Hear* 2002;23(5):428-438.
  - International Organization for Standardization (2000). ISO 7029, 2000. Acoustique - Distribution statistique des seuils d'audition en fonction de l'âge. Organisation Internationale de Normalisation, Genève.
  - Isaacs B, Kennie AT. The Set test as an aid to the detection of dementia in old people. *Br J Psychiatry* 1973; 123(575):467-470.
  - James W. *The Principles of Psychology*. *Dover Publications*, 1950:696.
  - Jeannerod M. La fabrique des idées. *Odile Jacob* 2011:300.
  - Kasai H., Fukuda M., Watanabe S., Hayashi-Takagi A., Noguchi J. Structural dynamics of dendritic spines in memory and cognition. *Trends Neurosci* 2010, Elsevier Ltd 33(3):121-9.
  - Kiely KM, Gopinath B, Mitchell P, Luszcz M, Anstey KJ. Cognitive, health, and sociodemographic predictors of longitudinal decline in hearing acuity among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2012; 67(9):997-1003.
  - Knudsen LV, Ob erg M, Nielsen C, et al. Factors influencing help seeking, hearing aid uptake, hearing aid use and satisfaction with hearing aids: a review of the literature. *Trends Amplif* 2010; 14(3): 127-154.
  - Kochkin S, Beck DI, Christensen LA, Compton-Conley C, Fligor BJ, Kricos PB, Mcspaden JB, Mueller HG, Nilsson MJ, Northern JL, Powers TA, Sweetow RW, Taylor B, Turner RG. MarkeTrak VIII: The Impact of the Hearing Healthcare Professional on Hearing Aid User Success. *Hearing*

- Review.com. 2010 April.
- Kochkin S, Beck DI, Christensen LA, et al. MarkeTrak VIII: The Impact of the Hearing Healthcare Professional on Hearing Aid User Success. *Hearing Review.com*. 2010.
  - Kochkin S. MarkeTrak V: « Why my hearing aids are in the drawer »: The consumers' perspective. *The Hearing Journal*. 2000 Feb;53(2).
  - Kochkin S. MarkeTrak VIII: Consumer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *The Hearing Journal*. 2010;63(1):19-20.
  - Korn A. Les vibrations universelles de la matière. Théorie mécanique de la gravitation, du frottement dans les masses continues et phénomènes électriques. *Annales scientifiques de l'E.N.S. 3e série*, tome 20, 1903, p 133-154.
  - Kricos PB. Audiologic management of older adults with hearing loss and compromised cognitive/psychoacoustic auditory processing capabilities. *Trends Amplif* 2006; 10(1): 1-28.
  - Kryter KD. Evaluation of hearing handicap. *The American Academy of Otolaryngology and American Council of Otolaryngology (AAO-ACO)*. *J Am Acad Audiol* 1998;9(2):141-6.
  - Kuypers HGJM. A new look at the organization of the motor system. In: anatomy of descending pathways to the spinal cord; Eds: HGJM Kuypers, GF Martin. *Progr Brain Res* 1982, 57: 381-403.
  - Kvam M.H., Loeb M., Tambs K. Mental health in deaf adults: symptoms of anxiety and depression among hearing and deaf individuals. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 2007, vol.12, n°1:p.1-7.
  - Lasak JM, Allen P, McVay T, et al. Hearing loss: diagnosis and management. *Prim Care* 2014;41(1):19-31.
  - Laurent S, Aubel D, Leusie S, et al. L'audioprothésiste: son rôle majeur dans la compensation de la surdité y compris et surtout dans la presbycusie. *Rev Geriatr* 2011;36(8): 523-528.
  - Laurey S., Tononi G. *The Neurology of consciousness : Cognitive Neuroscience and Neuropathology*. Academic press, Elsevier 2008 :440.
  - Le Moigne JL. Entretien avec M Bolle de Bal, in « Voyages au cœur des Sciences Humaines. Tome I De la Reliance» Ed. L'Harmattan, 1996, p. 321.
  - Le Moigne JL. Exercices citoyens de veille épistémologique en bonne intelligence de la complexité. L'Harmattan (collection Ingenium) 2014 p71 pp209
  - Le Moigne JL. *La Modélisation des systèmes complexes*. Dunod, Paris 1999:178.
  - Lechevallier-Michel N, Fabrigoule C, Lafont S, et al. Normes pour le MMSE, le test de rétention visuelle de Benton, le set test d'Isaacs, le sous-test des codes de la WAIS et le test de barrage de Zazzo chez des sujets âgés de 70 ans et plus : données de la cohorte PAQUID. *Revue Neurologique* 2004; 160(11): 1059-1070.
  - Lecrubier Y. Échelle de gravité de l'anxiété de Covi. In: *L'évaluation clinique standardisée en psychiatrie*. Paris: Pierre Favre; 1992 p. 303-307.
  - Lee F-S, Matthews LJ, Dubno JR, et al. Longitudinal study of pure-tone thresholds in older persons. *Ear Hear* 2005;26:1-11.
  - Legargasson A, Piriou C. Intérêt d'une prise en charge orthophonique chez l'adulte de plus de 60 ans devenu sourd [Internet]. Lille: Université Lille 2; 2011. Available from: [http://www.scd.univ-lille2.fr/fileadmin/user\\_upload/memoires\\_ortho/2011/LIL2\\_SMOR\\_2011\\_061.pdf](http://www.scd.univ-lille2.fr/fileadmin/user_upload/memoires_ortho/2011/LIL2_SMOR_2011_061.pdf)
  - Legent F, Bordure P, Calais C & Ferri-Launay ML. *Manuel pratique des tests de l'audition*. Paris : Masson Éditeur, 1998 ;167 pages.
  - Legent F, Bordure P, Calais C, Malard O, Chays A, Debrulle X, et al. *Audiologie pratique - Audiométrie*. Elsevier Masson; 2012. 345
  - Lerch M, Decker-Maruska M. The importance of hearing for older adults: a geriatrician's

- perspective. *Journal of Hearing Science* 2012;2(4):40-42.
- Leusie S, Collet L, Perrot X, Pouchain D, Prével M, Aubel D, Puisieux F, Taurand P, Broquet E, San Jullian M, Renard C, Batchy C, Loustau M, Lahoussine J, Vergnon L, pour le GRAPsanté. L'acoumétrie vocale : un outil pratique et fiable pour dépister la presbyacousie [Poster]. Rencontres Scientifiques 2013 de l'École Doctorale Neurosciences et Cognition, Université Claude Bernard Lyon 1, 2013.
  - Leusie S, Denni-Krichel N, Vergnon L. La réhabilitation instrumentale et fonctionnelle du presbyacousique dans le circuit du GRAPsanté. *Les cahiers de l'audition* 2014;27(3):22-31.
  - Leusie S, Perrot X, Aubel D, Vergnon L. Disability compensation related to presbycusis: how to optimize the management of elderly patients with hearing loss? AMSE, à paraître, 2015.
  - Leusie S, Perrot X, Pouchain D et al. New grading scale for early detection of hearing impairment in the institutionalised elderly (AcoumAudio II study). Submitted to BMJ Open.
  - Leusie S, Perrot X, Pouchain D, Vétel JM, Puisieux F, Blin P, Dhouib S, Vergnon L, for the GRAPsanté. Vocal acoumetry validation for hearing impairment screening in the institutionalised elderly (AcoumAudio I study). Submitted to BMJ Open.
  - Leusie S, Prével M, Aubel D, Dhouib S, Ferry M, Taurand Ph, pour le GRAPsanté. L'appareillage auditif est-il la réponse unique à la presbyacousie ? *La revue de Gériatrie*. 2011, T 36, N°1/2, 39-44.
  - Leusie S, Rousseau T, Denni-Krichel N, et al. Le réseau de l'audition La place de l'orthophonie dans le traitement de la presbyacousie. *Orthophoniste* 2011 ;N°314: 19-26.
  - Lichtenstein MJ, Bess FH, Logan SA. Validation of screening tools for identifying hearing-impaired elderly in primary care. *JAMA* 1988;259(19):2875-2878.
  - Li-Korotky HS. Age-related hearing loss: quality of care for quality of life. *Gerontologist*. 2012 Apr;52(2):265-71.
  - Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011;68(2):214-220.
  - Lin FR, Yaffe K, Xia J, et al. Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA Intern Med* 2013;173(4):293-299.
  - Lin FR. Hearing loss in older adults: who's listening? *JAMA*. 2012;307(11):1147-1148.
  - Lina-Granade G, Gallego S, Thai- Van H, Truy E. Appareillage auditif conventionnel par voie aérienne, EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Oto-rhino-laryngologie 2010;20-185-C-15:1-15.
  - Lindenberger U, Baltes PB. Sensory functioning and intelligence in old age: a strong connection. *Psychol Aging*. 1994;9(3):339-355.
  - Lipman RS, Covi L. Outpatient treatment of neurotic depression: medication and group psychotherapy [Internet]. In: Spitzer R, Klein D, editors. Evaluation of the psychological therapies. Baltimore: John Hopkins University Press; 1976. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/772673>
  - Loonis L. Notre cerveau est un drogué : Vers une théorie générale des addictions. *Presses Universitaires du Mirail*. Toulouse 1997 pp. 274.
  - Macdonald AA, Joyson A, Lee R, Seymour DG, Soiza RL. The effect of hearing augmentation on cognitive assessment scales at admission to hospital. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2012 Apr;20(4):355-61.
  - Macdonald AJD, Carpenter GI, Box O, Roberts A, Sahu S. Dementia and use of psychotropic medication in non-'Elderly Mentally Infirm' nursing homes in South East England. *Age Ageing*. 1 janv 2002;31(1):58-64.
  - Macphee GJ, Crowther JA, McAlpine CH. A simple screening test for hearing impairment in elderly patients. *Age Ageing* 1988;17:347-51.

- Malcut G., Pomerleau A., Maurice P. Psychologie de l'apprentissage : termes et concepts. Edisem, maloine ; 1995 :243.
- Martin M. Software-based auditory training program found to reduce hearing aid return rate. *The Hearing Journal* 2007;60(8):32-34.
- Matthews FE, Denning T. Prevalence of dementia in institutional care. *The Lancet*. 2002;360(9328):225-6.
- McCormack A, Fortnum H. Why do people fitted with hearing aids not wear them ? *Int J. Audiol*. 2013 May; 52(5): 360-8.
- Merleau-Ponty M. Phénoménologie de la perception. Ed Gallimard, 1976 : 531p.
- Meyer-Bischoff C. Les chiffres du bruit. *Med Sei (Paris)* 2005;21(5):546-550.
- Mialet, J-P. L'attention, PUF collection : Que sais-je ? 1989 :127.
- Mira SS, Gearring M, Nash F. Neuropathologic assessment of Alzheimer's Disease. *Neurology* 1997 ; 49 :S14-16.
- Montani C, Bouati N, Pelissier C, et al. Cotation et validation du test du cadran de l'horloge en psychométrie chez le sujet âgé [Internet]. In: *L'Encéphale*. Elsevier Masson; 1997 p. 194-199. Available from: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=2736351>
- Moore AM, Voytas J, Kowalski D, Maddens M. Cerumen, hearing, and cognition in the elderly. *J Am Med Dir Assoc* 2002;3(3): 136-139.
- Morin E. Introduction à la pensée complexe. 1999.
- Morin E. La méthode. 1980 Tome II.
- Morin E. La stratégie de reliance pour l'intelligence de la complexité, in *Revue Internationale de Systémique*, vol 9, N° 2, 1995.
- Mulrow CD, Aguilar C, Endicott JE, Tuley MR, Velez R, Charlip WS, et al. Quality-of-Life Changes and Hearing Impairment A Randomized Trial. *Ann Intern Med*. 1990;113(3):188-194.
- Mulrow CD, Lichtenstein MJ. Screening for hearing impairment in the elderly: rationale and strategy. *J Gen Intern Med*. juin 1991;6(3):249-258.
- Mulrow CD, Tuley MR, Aguilar C. Sustained benefits of hearing aids, *J Speech Hear Res* 1992;35(6):1402-1405.
- Nadeau E. *Neurosciences médicales Elsevier* ; 2006 ; 569.
- Neville H. Comment la pratique de la musique améliore-t-elle les aptitudes cognitives. In : *Parole et Musique. Aux origines du dialogue humain*. Dehaene S., Petit C. (dir.) Collège de France Odile Jacob 2009, p 177-290.
- Ojéda N, Dissard P, Vesson J-F, Koenig H. Presbyacousie, prothèse auditive et processus mnésiques. *Cahiers de l'Audition* 2004;17(3):22-31.
- Okamoto M, Nakanishi N, Tatara K. Self-reported hearing difficulty and hearing impairment in Japanese people living in a community. *Int J Audiol* 2004;43(1):54-9.
- Oudeyer P-Y. L'auto-organisation dans l'évolution de la parole. In Dehaene S, Petit C. (Dir.) *Parole et Musique aux origines du dialogue humain* Odile Jacob, 2009 ; 368.
- Pacala JT, Yueh B. Hearing deficits in the older patient: "I didn't notice anything." *JAMA*. 2012 Mar 21;307(11):1185-94.
- Parving A1, Philip B. Use and benefit of hearing aids in the tenth decade--and beyond. *Audiology*. 1991;30(2):61-9.
- Perrot X, Collet L. Function and plasticity of the medial olivocochlear system in musicians: a review. *Hear Res*. 2014 ;308:27-40.
- Perrot, X., 2012. Déficit neuro-sensoriel chez le sujet âgé - Troubles auditifs. *Rev. Prat*. 62, 1311-1319.

- Petit C, Avan P. Comment l'organe sensoriel auditif distord-il les ondes acoustiques, propriété nécessaire à l'intelligibilité de la parole et à l'écoute dans le bruit ? La lettre du Collège de France [En ligne], 26 | juin 2009, URL : <http://lettre-cdf.revues.org/174>
- Petit Larousse illustré. Dictionnaire encyclopédique. 1997:762.
- Petitot C, Perrot X, Collet L, Bonnefoy M [Alzheimer's disease, hearing impairment and hearing-aids: a review] *Maladie d'Alzheimer, troubles de l'audition et appareillage auditif: une revue des données actuelles. Psycho!. Neuropsychiatr, Vieil.* 2007;5(2): 121-125.
- Philibert B, Collet L, Vesson JF, Veuillet E. Auditory rehabilitation effects on speech lateralization in hearing-impaired Listeners, *Acta Otolaryngol.* 2003;123(2):172-175.
- Philibert B, Collet L, Vesson J-F, Veuillet E. Intensity-related performances are modified by long-term hearing aid use: a functional plasticity? *Hear. Res.* 2002;165(1-2):142-151.
- Piaget J. Les Mécanismes perceptifs : modèles probabilistes, analyse génétique, relations avec l'intelligence. *Paris PUF.* 1961:458.
- Piaget J. *Psychologie et pédagogie.* Gallimard (Folio essais) 1988, 251.
- Pichora-Fuller MK, Levitt H. Speech comprehension training and auditory and cognitive processing in older adults. *Am J Audiol.* 2012 Dec;21(2):351-7.
- Plomp R. Auditory handicap and benefit of hearing aids. *J Acoust Soc Am* 1978; 63: 533-49.
- Posner M. Orienting of Attention, *Q J Exp Psychol*, 1980 ;32:3-25.
- Posner M., Petersen S., The attention system of the human brain, *Ann Rev Neurosci*, 1990;13: 25-42.
- Pouchain D, Dupuy C, San Jullian M, et al. La presbyacousie est-elle un facteur de risque de démence ? Étude AcouDem. *La Revue de gériatrie* 2007;32(6):439-445.
- Pouchain D. Sensibiliser les médecins généralistes à la presbyacousie et à ses conséquences. *Rev Geriatr* 2011;36(7):437-438.
- Preminger JE, Meeks S. Evaluation of an audiological rehabilitation program for spouses of people with hearing loss. *J Am Acad Audiol* 2010;21(5):315-328.
- Prevel M, Dhoub S, Aubel D, Vergnon L. Évolution de l'audition au cours de la vie. *La Revue de Gériatrie.* 2003 ; 9:735-740.
- Prével M, Dhoub S, Aubel D, Vergnon L. La presbyacousie : signes, diagnostic, conduite à tenir. *La revue de gériatrie* 2003, 28(10) : 735-40.
- Prével M, Leusie S, D. Aubel D., Dhoub S., Ferry M., Langumier JF. et al. La presbyacousie : n'oublions pas le STNIP A. "Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues, Auditives". *La revue de Gériatrie* 2011;451-468.
- Rabbitt P. Mild hearing loss can cause apparent memory failures which increase with age and reduce with IQ. *Acta Otolaryngol Suppl* 1990;476:167-75.
- Reuben DB, Walsh K, Moore AA, Damesyn M, Greendale GA. Hearing loss in community-dwelling older persons: national prevalence data and identification using simple questions. *J Am Geriatr Soc.* 1998; 46:1008-1011.
- Rey G, Knoblauch K, Jouvent R, et al. The experience of pleasure before and after hearing rehabilitation. *Int J Rehabil Res* 2010;33(2): 158-164.
- Rintelmann WF, *Hearing assessment Austin, Tex. :PRO-ED ; 1991.*
- Robert PH, Schuck S, Dubois B, et al. Screening for Alzheimer's disease with the short cognitive evaluation battery. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2003;15(2):92-98.
- Robert P-H, Schuck S, Dubois B, et al. Validation de la batterie cognitive courte (B2C). Intérêt pour le dépistage précoce de la maladie d'Alzheimer et des troubles dépressifs en pratique psychiatrique [Validation of the Short Cognitive Battery (B2C). Value in screening for Alzheimer's disease and depressive disorders in psychiatric practice]. *Encephale* 2003;29(3 Pt 1):266-272.

- Roth TN, Hanebuth D, Probst R. Prevalence of age-related hearing loss in Europe: a review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2011;268(8):1101-7.
- Rouiller EM. Rôle des différents relais des voies auditives centrales dans le traitement de l'information acoustique. In Rencontre IPSEN en ORL, tome 2, Christen Y., Collet L., Droy-Lefaix MT (eds), Irwinn, Paris, 1998, 53-70.
- Roulin J. Psychologie cognitive, *Bréal, Rosny-sous-Bois*, 2006 :440.
- Rousseau T. Démences : orthophonie et autres interventions. Ortho Edition, 2007 : 173-187.
- Saglier N, Bideux C, Perrez-Diaz F, et al. Psychologie, psychopathologie des malentendants et aide auditive. *Cahiers de l'Audition* 2004;17(3):34-42.
- Salonen J, Johansson R, Karjalainen S, Vahlberg T, Jero JP, Isoaho R. Hearing aid compliance in the elderly. *B-ENT*. 2013;9(1):23-8.
- Sander MS, Lelievre F, Tallec A. Le handicap auditif en France: apports de l'enquête Handicaps, incapacités, dépendance, 1998-1999. *Études et Résultats (Drees)* 2007 ;589: 1-8.
- Sauvaget E, Tran Ba Huy P. Presbycusie. Diagnostic et prise en charge. *Concours médical (Paris)* 2002;124(21): 1449-1452.
- Singh G, Pichora-Fuller MK, Hayes D, et al. The aging hand and the ergonomics of hearing aid controls. *Ear Hear* 2013;34(1):e1-e13.
- Šišková Z1, Tremblay MÈ2. Microglia and synapse: interactions in health and neurodegeneration. *Neural Plast*, 2013;10.
- Snik AFM, Leijendeckers JM, Marres HAM. Treating age-related hearing loss: hearing aids are not very popular. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2013;157(17):A5007.
- Sommers MS, Hale S, Myerson J, Rose N, Tye-Murray N, Spehar B. Listening comprehension across the adult lifespan. *Ear Hear* 2011; 32(6): 775-781.
- Sprinzl G.M, Riechelmann H. Current trends in treating hearing loss in elderly people: a review of the technology and treatment options - a mini-review. *Gerontology* 2010;56:351-358.
- Stark P, Hiekson L. Outcomes of hearing aid fitting for older people with hearing impairment and their significant others. *Int J AudioI*2004;43(7):390-398.
- Stecker GC, Bowman GA, Yund EW, et al. Perceptual training improves syllable identification in new and experienced hearing aid users. *J Rehabil Res Dev* 2006;43(4):537-552.
- Stenklev NC, Laukli E. Presbycusis-hearing thresholds and the ISO 7029. *Int J Audiol* 2004;43(5):295-306.
- Sunderland T, Hill JL, Mellow AM, et al. Clock drawing in Alzheimer 's disease. A novel measure of dementia severity. *J Am Geriatr Soc* 1989;37(8):725-729.
- Swan IR, Browning GG. The whispered voice as a screening test for hearing impairment. *J R Coll Gen Pract* 1985;35(273):197.
- Sweetow R, Palmer CV. Efficacy of individual auditory training in adults: a systematic review of the evidence. *J Am AcadAudiol*. 2005; 16(7):494-504.
- Tannahil JC. The Hearing Handicap Scale as a measure of hearing aid benefit. *J Speech Hear Disord* 1979; 44: 91-9.
- Tay T, Wang JJ, Kifley A, Lindley R, Newall P, Mitchell P. Sensory and cognitive association in older persons: findings from an older Australian population. *Gerontology*. 2006;52(6):386-94.
- Ting TD, Oh M, Cox TA, Meyer CH, Toth CA. Decreased visual acuity associated with cystoid macular edema in neovascular age-related macular degeneration. *Arch Ophthalmol*. 2002 Jun;120(6):731-7.
- Tuley MR, Mulrow CD, Aguilar C, Endicott JE. Predictors of hearing aid success. *Clin Res*. 1990;38:79A.

- Uhlmann RF, Larson EB, Rees TS, Koepsell TD, Duckert LG. Relationship of hearing impairment to dementia and cognitive dysfunction in older adults. *JAMA*. 1989;261(13):1916-1919.
- Uhlmann RF, Rees TS, Psaty BM, et al. Validity and reliability of auditory screening tests in demented and non-demented older adults. *J Gen Intern Med* 1989;4(2):90-6.
- Valéry P. Cahiers, tome II. 1902 :583.
- Ventry IM, Weinstein BE. Identification of elderly people with hearing problems. *ASHA*. 1983 Jul;25(7):37-42.
- Vergnon L. L'audition dans le chaos. *Elsevier Masson*. 2008:460.
- Verneaux R. Les sources cartésiennes et kantienne de l'Idéalisme français. Beauchesne Editions, Paris, 1936 :123
- Vétel J-M, Prevel M, Taurand P, et al. Le réseau audition. *Rev Geriatr* 2011;36(8):549-554.
- Veuillet E, Gabriel D, Philibert B, et al. Fonctions de la prothèse auditive: Les principaux résultats du groupement de recherche CNRS "Prothèses auditives." *Cahiers de l'Audition* 2004;17(3): 13-19.
- Vico G. De l'antique sagesse de l'Italie. Flammarion 1993, p.136.
- Walling A.D, Dickson G.M. Hearing Loss in Older Adults. *American Family Physician*. 2012, 85(12):1150-1156.
- Weinstein BE. Validity of a screening protocol for identifying elderly people with hearing problems. *ASHA*. 1986 May;28(5):41-5.
- Wikipédia. Pensée. Site consulté le 10 octobre 2014 : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pens%C3%A9e>
- Williams W, Carter L, Seeto M. Hearing threshold levels for a population of 11 to 35 year old Australian females and males. *International Journal of Audiology*. 24 févr 2014;1 5.
- World Health Organization. [page consulted 2014 Jul 20]. Prevention of blindness and deafness, Grades of hearing impairment, [online].  
[http://www.who.int/pbd/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en](http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en)
- Xue G., Lu Z., Levin IP., Weller JA., Li X., Bechara A. Functional Dissociations of Risk and Reward Processing in the Medial Prefrontal Cortex. *Cereb. Cortex* 2009;19(5):1019-1027.
- Yesavage JA. Geriatric Depression Seale. *Psychopharmacol Bull* 1988;24(4):709-711.
- Yueh B, Collins MP, Souza PE, Heagerty PJ, Liu C-F, Boyko EJ, et al. Screening for Auditory Impairment - Which Hearing Assessment Test (SAI-WHAT): RCT design and baseline characteristics. *Contemporary Clinical Trials*. mai 2007;28(3):303-315.
- Yueh B, Shapiro N, MacLean CH, et al. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Scientific review. *JAMA* 2003;289:1976-1985.
- Zecker SG, Hoffman HJ, Frisina R, et al. Audition assessment using the NIH Toolbox. *Neurology* 2013;80:S45-48.

# ANNEXES

# Table des annexes

I.	ACOUMAUDIO I (ARTICLE)	284
II.	ACOUMAUDIO I (POSTER VERSION FRANÇAISE)	304
III.	ACOUMAUDIO I (POSTER VERSION ANGLAISE)	306
IV.	ACOUMAUDIO II (ARTICLE)	308
V.	ACOUMAUDIO III (ARTICLE)	323
VI.	ACOUMAUDIO I, II, III (CONGRÈS HEAL 2014)	341
VII.	L'APPAREILLAGE AUDITIF EST-IL LA RÉPONSE UNIQUE À LA PRESBYACOUSIE ?	343
VIII.	ÉTUDE 1 «ACADEM» (POSTER)	350
IX.	ÉTUDE 1 « ACADEM » (ARTICLE)	352
X.	ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (POSTER CONGRÈS HANDICAP 2014)	370
XI.	ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (ACTE DU CONGRES HANDICAP 2014)	372
XII.	ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (ARTICLE SÉLECTIONNÉ POUR REVUE AMSE)	379
XIII.	ÉTUDE 2 « FRÉCAOP » (CAHIER D'OBSERVATION)	390

**AcoumAudio I**

**(article)**

# BMJ Open

## Vocal acoumetry validation for hearing impairment screening in the institutionalised elderly (AcoumAudio I study)

Journal:	<i>BMJ Open</i>
Manuscript ID:	Draft
Article Type:	Research
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Leusie, Séverine; Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team INSERM U1028 CNRS UMR5292; GRAPsanté, Perrot, Xavier; Lyon Teaching Hospital, Audiology and Orofacial Explorations; GRAPsanté, Pouchain, Denis; GRAPsanté, Vétel, Jean-Marie; GRAPsanté, Puisieux, François; Lille Teaching Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Dhoub, Samir; Simone Veil Hospital, ENT; GRAPsanté, Taurand, Philippe; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Aubel, Judith; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Batchy, Christian; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Blin, Patrick; INSERM CIC Bordeaux CICI401, ; Adera, Aubel, David; GRAPsanté, Renard, Christian; GRAPsanté, Cohen, Hervé; GRAPsanté, Brocquet, Elisabeth; Lyon Teaching Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Froger, Bruno; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, San Jullian, Mireille; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Kieffer, Brigitte; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Vergnon, Laurent; GRAPsanté,
<b>Primary Subject Heading</b>:	Ear, nose and throat/otolaryngology
Secondary Subject Heading:	Geriatric medicine
Keywords:	GERIATRIC MEDICINE, Audiology < OTOLARYNGOLOGY, PRIMARY CARE

SCHOLARONE™  
Manuscripts

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

*Original Research*

**Vocal acoumetry validation for hearing impairment screening in the institutionalised elderly (AcoumAudio I study)**

Leusie S (PhD Student, SLP)<sup>1,2,3,4,5</sup>, Perrot X (M.D, Ph.D)<sup>1,2,3,5</sup>, Pouchain D (M.D, Ph.D)<sup>3</sup>, Vétel JM (M.D.)<sup>3</sup>, Puisieux F (M.D, Ph.D)<sup>3,6</sup>, Dhouib S (M.D.)<sup>3,7</sup>, Taurand P (M.D)<sup>3,8</sup>, Aubel J (M.D)<sup>3,8</sup>, Batchesy C (M.D)<sup>3</sup>, Blin P (M.D, MSc)<sup>9,10</sup>, Aubel D (Hearing Aid specialist)<sup>3</sup>, Renard C (Hearing Aid specialist)<sup>3</sup>, Cohen H (M.D)<sup>3</sup>, Brocquet E (M.D)<sup>3,6</sup>, Froger B (M.D)<sup>3,8</sup>, San Jullian M (Health senior manager, pole frame)<sup>3,8</sup>, Kieffer B (Health framework)<sup>3,8</sup>, Vergnon L (M.D)<sup>3</sup>, for the GRAPsanté

<sup>1</sup>Inserm U1028, CNRS UMR5292, Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, 69500, Bron, France

<sup>2</sup>Lyon 1 University Claude Bernard, 69100, Villeurbanne, France

<sup>3</sup>Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAPsanté), 95160, Eaubonne-Montmorency, France

<sup>4</sup>Neurodis Fondation, 69675, Bron, France

<sup>5</sup>Lyon Teaching Hospital, Department of Audiology and Orofacial Explorations, 69310, Pierre-Bénite

<sup>6</sup>Lille Teaching Hospital, Department of Gerontology, 59037 Lille Cedex, France

<sup>7</sup>Simone Veil Hospital, department of ENT, 95160, Eaubonne-Montmorency, France

<sup>8</sup>Simone Veil Hospital, department of Gerontology 95160 Eaubonne-Montmorency, France

<sup>9</sup>INSERM CIC Bordeaux CICI401, Bordeaux

<sup>10</sup> Adera, Pessac

Corresponding author: Séverine Leusie, GRAPsanté Hôpital Simone Veil 1 rue Jean Moulin 95160 Montmorency. [sleusie@grapsante.org](mailto:sleusie@grapsante.org) +33664111746.

**Keywords:** screening, presbycusis or age-related hearing loss, vocal acoumetry, whispered voice, elderly.

**2 601 words.**

## ABSTRACT

**Background:** Age-related hearing impairment in the elderly is very common, but frequently inadequately investigated, undiagnosed, and untreated.

**Objectives:** To evaluate the diagnostic value of a simple screening test for hearing impairment in institutionalised elderly patients: the vocal acoumetry (VAcou).

**Design:** Comparative, cross-sectional study.

**Setting:** Screening in 20 French nursing homes.

**Participants:** 207 institutionalised patients aged over 60 years.

**Main outcome measures:** Subjects were assessed by five-voice level VAcou (whispered, low, normal, loud, and shouted), and pure tone audiometry (TAudio) using headphones. The results were compared together by taking the cutoff values of 15, 21 or 30 dB HL as reference pathological thresholds for TAudio.

**Results:** For the three reference pathological thresholds, the whispered VAcou allowed to detect hearing impairment with maximum sensitivity (100%). Optimum specificity was obtained at a cutoff value of 15 dB HL (91%). A positive correlation also existed between intelligible voice levels used for the VAcou and the hearing thresholds measured with the TAudio.

**Conclusions:** Compared with pure tone audiometry, vocal acoumetry is a sensitive, specific and reproducible screening test that meets the needs of general practitioners and geriatricians to detect hearing impairment in institutionalised elderly patients.

## STRENGTHS AND LIMITATIONS OF THIS STUDY

- AcoumAudio I is the first study of a triptych for assessing hearing of elderly through vocal acoumetry. This first study showed that the vocal acoumetry is a simple, useful and reliable tool to track, with whispered voice, any hearing impairment in the elderly.
- This study also showed, by comparing the vocal acoumetry to pure tone audiometry, that there is a correlation between a level of voice and a level of hearing loss.
- The study showed good reproducibility of the test, if the examiners are trained.
- This examination, very rapid and useful, which can be practiced systematically by GPs and geriatricians, should, in case of hearing impairment, be followed by an ENT consultation.
- To be suitable, this test should be performed in a quiet room (<40dBA). It has not been tested in noise.

## INTRODUCTION

Hearing impairment in the elderly (age-related hearing loss or presbycusis) is common and can lead to serious complications if not treated, such as communication disorders, isolation, mood disorders (depression), and cognitive disorders.[1-3] According to Yueh *et al.*, the prevalence of age-related hearing impairment is estimated between 40 and 60% for people over 75 years and more than 80% for those over 85 years.[4] Although the relative risk of developing cognitive impairment is twice as high amongst elderly patients with hearing disorders,[5, 6] less than 15 to 20% of presbycusis patients use hearing aids.[7, 8] The absence of screening is the first explanation for this lack of care.[9]

Usually, patient hearing is assessed by a ENT doctor or an audiologist, through pure tone audiometry. In France, screening for presbycusis is not routinely done because geriatricians and general practitioners believe they do not have the adequate test. Neither the patient, nor the family, nor the doctors notice the loss of hearing, which develops gradually from 50-55 years and only becomes discernible when it is too late.[10] This delayed hearing assessment, which often occurs when the hearing loss already causes significant psychosocial troubles, is deleterious to the elderly's quality of life and makes auditory rehabilitation much more difficult.[11] Care management is much easier when hearing impairment is detected early and hearing aids can be still useful.

The vocal acoumetry is a clinical simple test of major interest for general practitioners and geriatricians because it requires no specific equipment and can be done easily during a consultation.[12] By using this screening and evaluation test of hearing disorders, presbycusis patients can be referred much faster to the ENT, at a time when hearing impairment is still mild or very mild and hearing aids useful. However, the clinical value of five-voice level VAcou used in this study has never been assessed.

This study aims to evaluate the diagnostic value of the five-voice level VAcou against the universally accepted gold standard for measuring hearing acuity: the pure tone audiometry.[13]

## SUBJECTS & METHODS

### 1. Population

The cross-sectional study was conducted in 20 nursing homes of Ile-de-France and Nord-Pas-de-Calais regions (France). It involved 207 institutionalised elderly subjects aged 60-97 years (mean age of 85 years). All participants gave informed written consent.

## 2. Examination conditions

Eleven trained and competent examiners (seven women and four men) participated in the study. Subjects were assessed initially by two vocal acoumetries (VAcou1 and VAcou2) made by two different examiners (two women, two men or mixed), the second one blinded to the results of the first acoumetry, with a different list of eight questions for each acoumetry (Appendices A and B). Two pure tone audiometries (TAudio1 and TAudio2) were then performed for each subject by two other examiners, blinded to the results of both acoumetries and for the second one to the first audiometry, using two calibrated portable audiometers. The examinations were performed in a quiet room (ambient noise level  $\leq 40$  dBA).

### a. Vocal acoumetry

The binaural vocal acoumetry technique was to ask daily life questions, with five increasing voice levels, and determine at which level each question was correctly repeated. The examiners were positioned in front of the patient at a distance of three metres and hid their mouth with a sheet of paper to prevent lip reading. They began by asking the first question in a whispered voice (without vibration of the vocal cords); if the patient did not hear, they raised gradually their voice level until the patient understood. They proceeded in the same manner for the seven other questions.

For the purposes of the study, the VAcou results obtained for each patient were converted in a weighted composite score (WCS), based on an arbitrary assignment of a number of points increasing with the voice level (whispered = 1 point; low = 2 points; normal = 3 points; loud = 4 points; shouted = 5 points). The WCS was computed as the sum of the points corresponding to the understandable voice level for each question (ranged from 8 to 40 points). For example, a patient understanding four questions spoken in a low voice and four in a normal voice obtained a WCS of 20  $[(4 \times 2) + (4 \times 3)]$ .

### b. Pure tone audiometry

The two pure tone audiometries were performed under monaural conditions, using soundproof headphones. The pure tone averages were calculated for each ear (algebraic mean of thresholds for frequencies 0.5, 1, 2, and 4 kHz).

## 3. Statistical analyses

In a first step, the analysis assessed the informational value of the whispered voice test and its ability to identify hearing impairment. The score defining the presence of hearing impairment (vocal acoumetry score) was set at less than 75% of sentences understood in a whispered voice (i.e. less than six sentences out of eight in the first-level voice), on the basis of a previous study of thirty normal-hearing adults hearing sentences.[14]

The results of the VAcou1 were compared to those of the TAudio1, with a cutoff value set at 21 dB HL for defining hearing impairment (reference pathological threshold), in order to measure the sensitivity and specificity of vocal acoumetry.[15] The positive and negative predictive values were also calculated.

A similar analysis was performed by changing the cutoff value of the reference pathological threshold to 15 dB HL (corresponding to a subnormal hearing) or 30 dB HL (corresponding to a hearing loss which can benefit from hearing aids).

In a second step, a correlation analysis was performed on the overall data (Pearson Product Moment Correlation), to test for a relationship between vocal acoumetry (weighted composite scores) and pure tone audiometry (bilateral average hearing loss in dB HL, at frequencies 0.5, 1, 2 and 4 kHz).

Finally, to assess the inter-examiner reproducibility, the intra-individual differences between the two VAcou (VAcou1 vs VAcou2) and the two TAudio (TAudio1 vs TAudio2) were compared (Wilcoxon signed rank test).

## RESULTS

Two hundred and seven institutionalised elderly patients were tested between June 1, 2012 and February 15, 2013. The main demographic characteristics of this population are shown in Table 1. The results showed that 88% of the participants had at least a mild hearing impairment.

**Table 1: Demographic characteristics of participants**

Institutionalised elderly patients		Men	Women	Total
Number (proportion)		65 (31.4%)	142 (68.6%)	207
Age: mean, SD		83.26 ±8.9	85.53±7.1	84.82 ± 7.74
Level of education	< basic school certificate	10 (15%)	23 (16.2%)	33 (15.9%)
	basic school certificate acquired	27 (41.5%)	70 (49.3%)	97 (46.9%)
	high school studies	22 (33.8%)	42 (29.6%)	64 (30.9%)
	university studies	6 (9.2%)	7 (4.9%)	13 (6.3%)
Level of hearing impairment <sup>(a)</sup>	normal or subnormal hearing (≤20 dB)	9 (13.8%)	15 (10.6%)	24 (11.6%)
	mild hearing impairment (21-40 dB)	18 (27.7%)	42 (29.6%)	60 (28.9%)
	moderate hearing impairment (41-70 dB)	36 (55.4%)	83 (58.5%)	119 (57.5%)
	severe hearing impairment (71-90 dB)	2 (3%)	1 (0.7%)	3 (1.4%)
	profound deafness (≥91 dB)	0 (0%)	1 (0.7%)	1 (0.5%)

(a) Mean pure tone average for both ears (measured at frequencies 0.5, 1, 2, and 4 kHz)

### 1. Vocal acoumetry and screening

The sound pressure levels corresponding to each of the five voice levels used during vocal acoumetry were measured in a soundproof booth, at a distance of one metre, using a smartphone with a dedicated sound meter freeware. The mean values ( $\pm 5$  dB) across examiners were: 40 dBA for whispered voice, 60 dBA for low voice, 70 dBA for normal voice, 80 dBA for loud voice and 90 dBA for shouted voice.

Table 2 shows the informational value (intrinsic and extrinsic) of the whispered voice acoumetry for three different reference pathological thresholds.

Regardless the cutoff value chosen, the results showed the ability of the whispered voice VAcou to detect hearing impairment. However, specificity decreases as the pathological threshold increases.

All patients understanding at least six sentences of eight in the whispered voice had normal hearing with audiometry, regardless of the pathological threshold considered (NPV 100%).

**Table 2: Informational value of the whispered voice acoumetry versus pure tone audiometry in 207 institutionalised elderly patients**

THRESHOLDS		Pathological TAudio	Normal TAudio	Sen	Spe	PPV	NPV	Prev
RPT 15 dB HL VAS 75%	Pathological VAcou	196	1	100%	91%	99.5%	100%	94.7%
	Normal VAcou	0	10					
RPT 21 dB HL VAS 75%	Pathological VAcou	183	14	100%	41.7%	92.89%	100%	88.41%
	Normal VAcou	0	10					
RPT 30 dB HL VAS 75%	Pathological VAcou	163	34	100%	22.7%	82.7%	100%	78.7%
	Normal VAcou	0	10					

RPT= reference pathological threshold for tonal audiometry; VAS = vocal acoumetry score; VAcou = vocal acoumetry; TAudio = tonal audiometry; Prev = prevalence of deafness in the experimental population; Sen = sensitivity; Spe = specificity; PPV = positive predictive value; NPV = negative predictive value

## 2. Vocal acoumetry and degree of deafness

The correlation analysis showed a clear and strong positive correlation (Figure 1) between the data obtained with VAcou (weighted composite scores) and those obtained with TAudio (mean pure tone averages for both ears) (Pearson product moment correlation:  $r=0.926$ ,  $p<0.001$ ).

## 3. Vocal acoumetry and reproducibility

Comparisons between the two successive tests performed for a given patient by two different examiners showed reproducible measures for VAcou (paired t-test:  $p=0.328$ ), whereas there was a significant difference between the two TAudio (paired t-test:  $p=0.005$ ) (Figures 2&3).

## DISCUSSION

Vocal acoumetry appears as a valid test for screening. Using a whispered voice, this test have shown a very high sensitivity for detecting hearing impairment, regardless of the cutoff value chosen as reference pathological threshold for TAudio. On the contrary, specificity decreases as the pathological threshold increases (Table 2), whereas its positive and negative predictive values were very high. There was also a strong positive correlation between VAcou and TAudio results (Figure 1): the degree of deafness increases proportionally with the level of understandable voice. Finally, the interexaminer reproducibility of the five-voice level VAcou was good (Figure 2 & 3); this is a major interest for simple clinical monitoring of patient's hearing through repeated examinations, regardless of whether the examiner is male or female.

This study involved only 207 elderly subjects, in a population with a very high prevalence of hearing impairment (between 78% and 95%) and an advanced age (mean age of 85 years). It deserves further studies to be extended to a younger population of community-dwelling elderly people.

The interexaminer reproducibility was controlled, but the intra-examiner reliability remains to be verified. In this study, although not ENT specialists, all examiners were experienced in carrying out the two types of tests. Assessing intra-examiner variability before and after training for implementing vocal acoumetry would allow to judge the relevance of a prior training.

If the conceptual basis for the development of VAcou and TAudio seem far distant, both of these two examinations allow to detect hearing impairment. They also quantify the degree of deafness in a very complementary manner, TAudio with a pure tone hearing threshold, VAcou with a threshold for understanding a sentence.

The Figure 2 & 3 show a greater intra-individual variability of the TAudio compared to the VAcou. Both audiometers were calibrated and used by trained and competent examiners. The variability could be explained by the tiredness of the subjects tested. Contrary to VAcou, which tests binaural hearing in a few minutes, the TAudio done in monaural conditions is a relatively long examination for the elderly people and requires concentration. The statistically significant variability between TAudio1 and TAudio2 is, however, in accordance with the literature, which has reported differences of -5 dB to +5 dB between audiometric examinations.[16, 17]

In a previous cross-sectional study carried out in 62 elderly subjects (43 women, 19 men) aged 66-96 years, the whispered voice acoumetry already showed good performance as a screening test for hearing impairment, with a sensitivity of 100%, a specificity of 84% and a positive predictive value of 92% for an audiometric pathological reference threshold set at 30 dB HL (mean threshold at 0.5, 1, and 2 kHz).[18] The difference in specificity with AcoumAudio I (22.8% compared to 84%, for a 30 dB-HL reference threshold) can be explained: (i) by a higher prevalence of hearing impaired subjects in this study (79% compared to 61% in the study by MacPhee et al.), (ii) by a slightly higher mean age (85 years compared to 81 years), (iii) by a difference in calculating the pure tone average (4

frequencies, including 4 kHz in our study), and (iv) mostly by the different examination procedure that make the whispered voice acoumetric testing more demanding. Indeed, the distance between the examiner and the subject was greater in AcoumAudio I study: 3 metres versus 0.6 meters and 15 centimetres in the study by MacPhee et al.[18] According to their findings, the test sensitivity would increase further away from the subject while the specificity would decrease, which is consistent with our data. Usually the whispered voice test is performed beside the patient at a mean distance of 15-30 centimetres, ear by ear. The examiner obstructs the external auditory canal of the untested ear while rubbing the tragus and whispering numbers or letters that the patient has to repeat.[19] In AcoumAudio, patients were tested binaurally using sentences, in more comfortably conditions, closer to everyday life. This technique provides information about the overall understanding of a voice message using the whole auditory system, but cannot give any information on the respective hearing loss of one ear or the other. However, presbycusis is generally symmetrical and pure tone audiometry that follows vocal acoumetry, if hearing impairment has been detected, will accurately assess the degree of deafness of each ears tested separately.[20, 21]

Even though there are now automated audiometric procedures accessible to non-hearing specialists,[22] an ENT specialist's advice remains essential for interpreting the results, and vocal acoumetry will always be useful for clinically evaluating functional hearing. For patients over 60 years, an assessment that is based on the subjective feelings of the patient would not be appropriate for presbycusis screening because patients are often in denial and are unaware of their hearing impairment.[23] This difficulty of awareness is due to the fact that hearing impairment initially affects high frequencies, which are essential in understanding speech: presbycusis patients can hear, but do not understand and blame their difficulties on their entourage.[24, 25] Without screening, the hearing loss may go undetected for a long time, until the occurrence of social discomfort and psychological troubles.

According to the results of AcoumAudio I, above the pathological reference threshold of 15 dB HL (very mild hearing impairment), any elderly subject over age 60 understanding less than six sentences uttered in a whispered voice at three metres during a VAcou has potential hearing impairment (Table 2). Other subjects are considered as having "normal hearing for their age".[26]

This simple decisional algorithm allows geriatricians and general practitioners (in residential homes) to know immediately and early if an ENT examination is required for a given patient. This screening procedure could avoid unnecessary trips and allow the early care of deafness, thereby preventing complications of untreated hearing loss.

The positive correlation between TAudio and VAcou offers new perspectives for clinical research on hearing assessment of elderly subjects who might be hard to reach because of the equipment and conditions that pure tone audiometry requires. With its quick and easy procedure, vocal acoumetry examination can be performed at the bedside by different examiners and without any charge.

This study is also the first part of a triptych designed to assess level of deafness including subclinical stage (AcoumAudio II) and to test a functional auditory gain after rehabilitation (AcoumAudio III). This triptych allows general practitioners and geriatricians to easily follow and evaluate their patients aged over sixty years old.

## CONCLUSION

This study shows that vocal acoumetry, compared to pure tone audiometry, is a simple, sensitive, specific and reproducible screening test that meets the needs of general practitioners and geriatricians to detect hearing impairment in elderly institutionalised patients. This examination opens opportunities for clinical research on hearing impairment and rehabilitation in general practice as well as in residential homes.

## Acknowledgements

We thank the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*) for its help giving access to nursing homes and approaching patients in regions of Ile-de-France and Nord-Pas-de-Calais. The welcoming of these two regions allowed us to include enough subjects for this study. We thank the donors of the Ph.D. fellowship: David Aubel, Pascal Boulud, Jean-François Hert, Christian Renard and Paul Viudez.

## Contributors

SL (principal investigator and project leader) and LV (project adviser) designed the study, organized and managed data collection. PT, JA, CB, HC, BF helped for organizing data collection in Ile-de-France. FP, CR and EB helped for organizing data collection in Nord-Pas-de-Calais region. SL, SD, JA, DA, HC, EB, BF, MSJ, BK and LV were involved in the data collection. SL and XP conducted literature searches. Statistical analyses were done by SL, DP and XP. PB oversaw and advised on statistical analyses and writing. Data interpretation was done by SL, XP, DP, JMV, SD and LV. SL, XP, DP, JMV, PB, LV were involved in the writing of the report. SL, XP and DP were involved in the design of tables, figures, appendices. SL was responsible for writing and for the decision to submit the final paper for publication. All co-authors commented on drafts of the manuscripts and approved the final report.

## Competing interests

SL was funded by a Ph.D. fellowship from the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*).

### Transparency declaration

SL affirms that the manuscript is an honest, accurate, and transparent account of the study being reported; that no important aspects of the study have been omitted; and that any discrepancies are disclosed.

### References

1. Roth TN, Hanebuth D, Probst R. Prevalence of age-related hearing loss in Europe: a review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2011;268(8):1101–7.
2. Li-Korotky HS. Age-related hearing loss: quality of care for quality of life. *Gerontologist* 2012;52(2):265–71.
3. Arlinger S. Negative consequences of uncorrected hearing loss—a review. *Int J Audiol* 2003;42:2S17–20.
4. Yuch B, Shapiro N, MacLean CH, et al. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Scientific review. *JAMA* 2003;289:1976–1985.
5. Pouchain D, Dupuy C, San Jullian M, et al. Is presbycusis a risk factor for dementia ? AcouDem study. *Rev Geriatr* 2007;32:439–445.
6. Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011;68(2):214–220.
7. Bainbridge KE, Wallhagen MI. Hearing Loss in an Aging American Population: Extent, Impact, and Management. *Annu Rev Public Health* 2014;35:139–52.
8. Chien W, Lin FR. Prevalence of hearing aid use among older adults in the United States. *Arch Intern Med* 2012;172(3):292–293.
9. Perrot X. Neurosensory deficit in the elderly. Hearing disorders. *Rev Prat* 2012;62:1311–1319.
10. Lerch M, Decker-Maruska M. The importance of hearing for older adults: a geriatrician's perspective. *Journal of Hearing Science* 2012;2(4):40–42.
11. Lasak JM, Allen P, McVay T, et al. Hearing loss: diagnosis and management. *Prim Care* 2014;41(1):19–31.
12. Swan IR, Browning GG. The whispered voice as a screening test for hearing impairment. *J R Coll Gen Pract* 1985;35(273):197.
13. Kryter KD. Evaluation of hearing handicap. The American Academy of Otolaryngology and American Council of Otolaryngology (AAO-ACO). *J Am Acad Audiol* 1998;9(2):141–6.
14. Leusie S, Prevel M, Aubel D, et al. Is hearing aid the only solution for presbycusis? *Rev Geriatr*, 2011;36:439–450.
15. International Bureau for Audiophonology (BIAP). Audiometric classification of hearing impairments. Recommendation 02/1bis; October 26th, 1996; available online at the following address: [http://www.biap.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5%3ARecommendation-biap-021-bis&catid=65%3Act-2-classification-des-surdités&Itemid=19&lang=en](http://www.biap.org/index.php?option=com_content&view=article&id=5%3ARecommendation-biap-021-bis&catid=65%3Act-2-classification-des-surdités&Itemid=19&lang=en).
16. Flamme GA, Stephenson MR, Deiters KK, et al. Short-term variability of pure-tone thresholds obtained with TDH-39P earphones. *Int J Audiol* 2014;53:S5–S15.

10

AcoumAudio | For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

17. Lichtenstein MJ, Bess FH, Logan SA. Validation of screening tools for identifying hearing-impaired elderly in primary care. *JAMA* 1988;259(19):2875–2878.
18. Macphee GJ, Crowther JA, McAlpine CH. A simple screening test for hearing impairment in elderly patients. *Age Ageing* 1988;17:347–51.
19. Uhlmann RF, Rees TS, Psaty BM, et al. Validity and reliability of auditory screening tests in demented and non-demented older adults. *J Gen Intern Med* 1989;4(2):90–6.
20. Bouccara D, Dhoub S, Vergnon L, pour le GRAPsanté. Hearing losses of the adult. Aging and hearing loss: the presbycusis. *Rev Geriatr* 2011;36:439–450.
21. Humes LE, Dubno JR, Gordon-Salant S, et al. Central presbycusis: a review and evaluation of the evidence. *J Am Acad Audiol* 2012;23(8):635–666.
22. Zecker SG, Hoffman HJ, Frisina R, et al. Audition assessment using the NIH Toolbox. *Neurology* 2013;80:S45–48.
23. Okamoto M, Nakanishi N, Tataru K. Self-reported hearing difficulty and hearing impairment in Japanese people living in a community. *Int J Audiol* 2004;43(1):54–9.
24. Vergnon L. L'audition dans le chaos. La presbyacousie. *Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux* 2008;299–332.
25. Sommers MS, Hale S, Myerson J, et al. Listening comprehension across the adult lifespan. *Ear Hear* 2011;32(6):775–781.
26. Lee F-S, Matthews LJ, Dubno JR, et al. Longitudinal study of pure-tone thresholds in older persons. *Ear Hear* 2005;26:1–11.

## FIGURE LEGENDS

**Figure 1: Correlation between vocal acoumetry (VAcou) and tonal audiometry (TAudio) experimental data in 207 institutionalised elderly patients.** The mean pure tone averages for both ears (PTA) are plotted against the weighted composite scores (WCS). The linear regression curve fitted to the data is also shown.

**Figure 2: Test-retest variability for vocal acoumetry and pure tone audiometry.** Bars represent the proportion of subjects according to differences in weighted composite score (in points) for VAcou (dark grey ones) and in mean pure tone average for both ears (in dB) for TAudio (light grey ones).

**Figure 3: Distribution of differences between test-retest of vocal acoumetry and pure tone audiometry.** Box plots of differences, in weighted composite score (in points) for vocal acoumetries (AcouV2-AcouV1) and in mean pure tone average for both ears (in dB) for audiometries (TAudio 2-TAudio1).

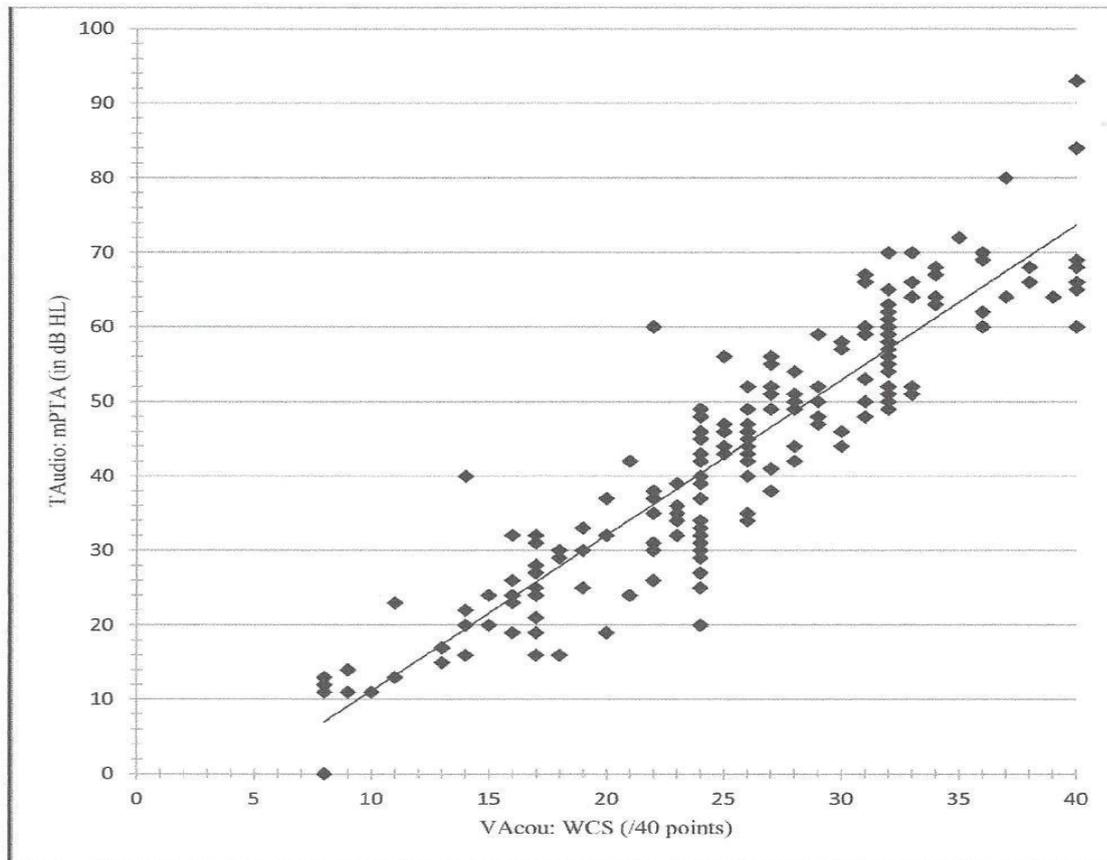


Figure 1: Correlation between vocal acoumetry (VAcou) and tonal audiometry (TAudio) experimental data in 207 institutionalised elderly patients. The mean pure tone averages for both ears (PTA) are plotted against the weighted composite scores (WCS). The linear regression curve fitted to the data is also shown.  
 155x151mm (300 x 300 DPI)

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

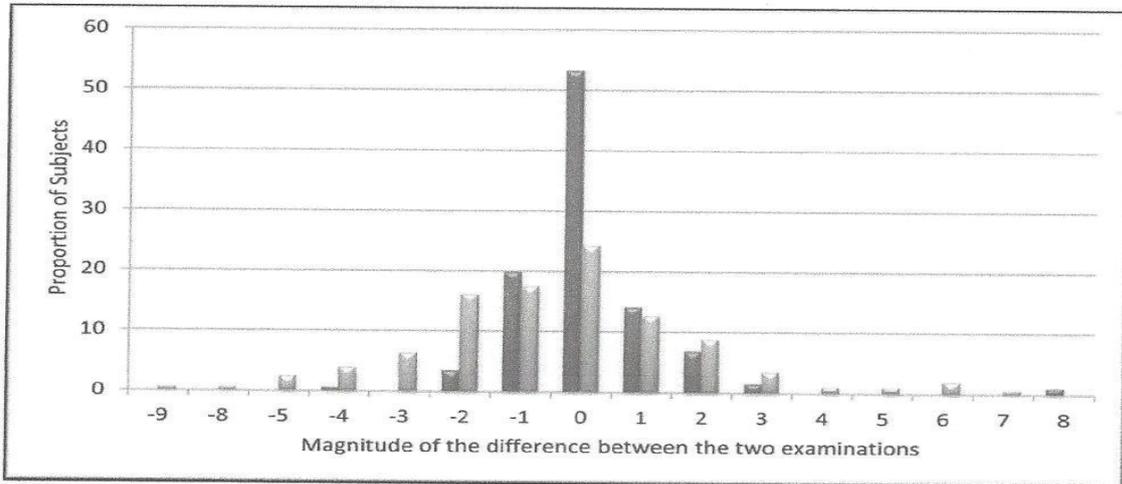


Figure 2: Test-retest variability for vocal acoumetry and pure tone audiometry. Bars represent the proportion of subjects according to differences in weighted composite score (in points) for VAcou (dark grey ones) and in mean pure tone average for both ears (in dB) for TAudio (light grey ones).  
86x48mm (300 x 300 DPI)

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

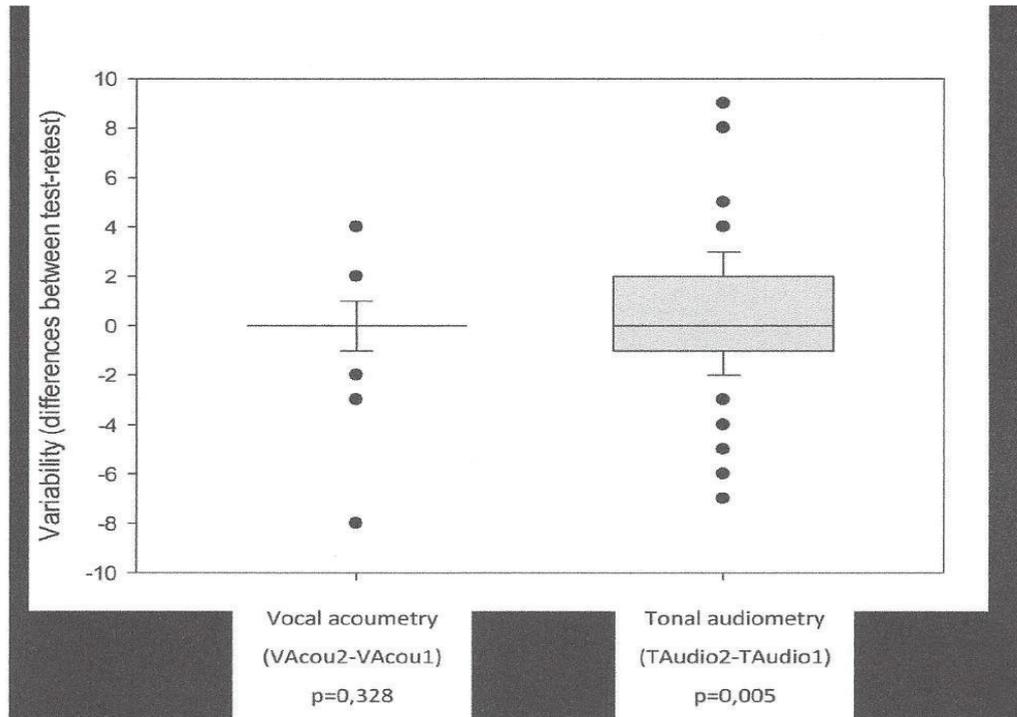


Figure 3: Distribution of differences between test-retest of vocal acoumetry and pure tone audiometry. Box plots of differences, in weighted composite score (in points) for vocal acoumetries (AcouV2-AcouV1) and in mean pure tone average for both ears (in dB) for audiometries (TAudio 2-TAudio1).  
129x107mm (300 x 300 DPI)

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

## BMJ Open

Appendix A: English Translation of a French voice acoumetry test (AcouV1)

N°	Questions	Voice level	Abr.	Results
1	How old are you?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small; color: blue;">Weighted composite score (WCS) calculation procedure</p> <p style="font-size: x-small; color: blue;">Multiply the index value arbitrarily assigned to the voice level used for understanding or sentences by the number of times it is encountered during the test</p> <p style="font-size: x-small; color: blue;">Example : 5LW 3N will give 5x2+3x3; WCS = 19</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
2	Where do you live?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small; color: blue;">Raw results</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
3	What is the name of your family doctor?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">W = 1 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
4	What was your occupation?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">Lw = 2 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
5	Do you have children?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">N = 3 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
6	What is your favorite season?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">Ld = 4 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
7	Where did you go on vacation last time?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">Sh = 5 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
8	What did you eat last evening?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">+ =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
		Shouted	Sh (5)	
Observation :		<b>Weighted Composite Score 1</b>		<b>WCP1=</b>

Appendix A: English Translation of a French voice acoumetry test (AcouV1)  
297x420mm (300 x 300 DPI)

## BMJ Open

Appendix B: English Translation of a French voice acoumetry test (AcouV2)

N°	Questions	Voice level	Abr.	Result
1	Do you like reading?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">Weighted composite score (WCS): calculation procedure</p> <p style="font-size: x-small;">Multiply the index value arbitrarily assigned to the voice level used for understanding one sentence by the number of times it is encountered during the test</p> <p style="font-size: x-small;">Example: 5xLw 3N will give 5x2+3x3: WCS = 18</p> <p style="font-size: small;"><b>Raw results</b></p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
2	How often do you walk?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">W = 1 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
3	Do you often see the doctor?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">Lw = 2 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
4	Do you have trouble sleeping?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">N = 3 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
5	Do you wake up at night?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">Ld = 4 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
6	Are you satisfied of your hearing aids?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">Sh = 5 x =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
7	Are you sensitive to cold?	Whispered	W (1)	<p style="font-size: small;">+ =</p>
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
8	Do you like theater?	Whispered	W (1)	
		Low	Lw (2)	
		Normal	N (3)	
		Loud	Ld (4)	
Observation		Weighted composite score 2		WCS2 =

Appendix B: English Translation of a French voice acoumetry test (AcouV2)  
297x420mm (300 x 300 DPI)

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

**STARD checklist for reporting of studies of diagnostic accuracy**  
(version January 2003)

Section and Topic	Item #		On page #
TITLE/ABSTRACT/ KEYWORDS	1	Identify the article as a study of diagnostic accuracy (recommend MeSH heading 'sensitivity and specificity').	2
INTRODUCTION	2	State the research questions or study aims, such as estimating diagnostic accuracy or comparing accuracy between tests or across participant groups.	3
<b>METHODS</b>			
<i>Participants</i>	3	The study population: The inclusion and exclusion criteria, setting and locations where data were collected.	3
	4	Participant recruitment: Was recruitment based on presenting symptoms, results from previous tests, or the fact that the participants had received the index tests or the reference standard?	4
	5	Participant sampling: Was the study population a consecutive series of participants defined by the selection criteria in item 3 and 4? If not, specify how participants were further selected.	3-4
	6	Data collection: Was data collection planned before the index test and reference standard were performed ( <b>prospective study</b> ) or after (retrospective study)?	3
<i>Test methods</i>	7	The reference standard and its rationale.	3
	8	Technical specifications of material and methods involved including how and when measurements were taken, and/or cite references for index tests and reference standard.	4
	9	Definition of and rationale for the units, cut-offs and/or categories of the results of the index tests and the reference standard.	4-5
	10	The number, training and expertise of the persons executing and reading the index tests and the reference standard.	4
	11	Whether or not the readers of the index tests and reference standard were blind (masked) to the results of the other test and describe any other clinical information available to the readers.	4
<i>Statistical methods</i>	12	Methods for calculating or comparing measures of diagnostic accuracy, and the statistical methods used to quantify uncertainty (e.g. 95% confidence intervals).	4-5
	13	Methods for calculating test reproducibility, if done.	5
<b>RESULTS</b>			
<i>Participants</i>	14	When study was performed, including beginning and end dates of recruitment.	5
	15	Clinical and demographic characteristics of the study population (at least information on age, gender, spectrum of presenting symptoms).	5
	16	The number of participants satisfying the criteria for inclusion who did or did not undergo the index tests and/or the reference standard; describe why participants failed to undergo either test (a flow diagram is strongly recommended).	5
<i>Test results</i>	17	Time-interval between the index tests and the reference standard, and any treatment administered in between.	4,6
	18	Distribution of severity of disease (define criteria) in those with the target condition; other diagnoses in participants without the target condition.	5,6
	19	A cross tabulation of the results of the index tests (including indeterminate and missing results) by the results of the reference standard; for continuous results, the distribution of the test results by the results of the reference standard.	6
	20	Any adverse events from performing the index tests or the reference standard.	No adverse events
<i>Estimates</i>	21	Estimates of diagnostic accuracy and measures of statistical uncertainty (e.g. 95% confidence intervals).	6
	22	How indeterminate results, missing data and outliers of the index tests were handled.	No ind. results, missing data or outliers

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

	23	Estimates of variability of diagnostic accuracy between subgroups of participants, readers or centers, if done.	No subgroups of participants
	24	Estimates of test reproducibility, if done.	Figures 2&3
DISCUSSION	25	Discuss the clinical applicability of the study findings.	7,8

For peer review only

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

# AcoumAudio I

## (poster version française)

### **L'acoumétrie vocale : un outil pratique et fiable pour dépister la presbyacousie**

LEUSIE Séverine

*Service d'Audiologie et Explorations Orofaciales, Centre Hospitalier Lyon Sud, 69495 Pierre-Bénite Cedex*

*INSERM U1028 - CNRS UMR5292, Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, Équipe Dynamique Cérébrale et Cognition, Centre Hospitalier Le Vinatier, 69500 BRON*

En France, la surdité liée à la presbyacousie est peu dépistée et de ce fait peu traitée. Ses conséquences sont pourtant graves. Un test simple, l'acoumétrie vocale (AV), offre la possibilité à tout personnel de santé de dépister ces altérations de l'audition. Cette étude, réalisée en collaboration avec le GRAP*santé*, se proposait d'évaluer la valeur informationnelle (qualités intrinsèques et extrinsèques) de l'AV, par rapport au test de référence pratiqué par les ORL (à savoir l'audiométrie tonale, AT), dans une population de sujets âgés institutionnalisés. Les données obtenues à un seuil diagnostique de 21 dB HL ont montré que l'AV était un test de dépistage tout à fait acceptable, de par sa haute sensibilité. Ces résultats sont prometteurs, d'autant que l'AV pourrait avoir d'autres indications comme l'évaluation écologique du gain audioprothétique des appareils auditifs (étude en cours).

# L'acoumétrie vocale : un outil pratique et fiable pour dépister la presbyacousie

Séverine LEUSIE

Directeur de thèse et co-encadrant : Lionel COLLET & Xavier PERROT

Collaborateurs : Denis POUCHAIN, Marc PREVEL, David AUBEL, François PUISIEUX, Philippe TAURAND, Elisabeth BROQUET, Mireille SAN JULLIAN, Christian RENARD, Christian BATCHY, Marine LOUSTAU, Jamie LAHOSSINE, Laurent VERGNON, pour le Groupe de Recherche Alzheimer Presbyacousie (GRAP<sup>santé</sup>)

INSERM U1028 – UMR 5292 – Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon - Equipe Dynamique Cérébrale et Cognition

## Introduction

Si l'acuité visuelle est habituellement évaluée par le gériatre ou le généraliste, l'acuité auditive est plus rarement investiguée et la presbyacousie souvent non détectée. Un test simple de dépistage de la surdité, l'acoumétrie vocale (AV), avait fait ses preuves avant d'être détrôné par l'audiométrie tonale (AT) qui est aujourd'hui le seul examen universellement utilisé (HAS, 2008). Partant de l'hypothèse que la non-perception de phrases émises à voix chuchotée permet de détecter des altérations de l'audition, l'objectif de cette étude était d'évaluer les qualités intrinsèques et extrinsèques de l'AV comme test de dépistage des troubles auditifs, en se basant sur les résultats de l'AT.

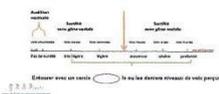
## Méthode

Étude transversale comparative sur 207 sujets institutionnalisés âgés de 60 ans minimum. Les sujets ont été évalués dans un premier temps par une acoumétrie vocale faite de 8 questions posées à 3 mètres, lèvres cachées. Une audiométrie tonale au casque a ensuite été réalisée pour chaque sujet en insu du résultat de l'AV. Les résultats de l'AV ont été comparés à ceux de l'AT, avec un seuil de référence de 21dB HL pour la définition d'une déficience auditive (Gold Standard – Recommandation BIAP 02/1bis), afin de mesurer sa sensibilité et sa spécificité. Les valeurs prédictives positive et négative ont également été calculées. Dans un second temps, nous avons réalisé une analyse similaire en modifiant le seuil de référence, soit à 15 dB HL (correspondant à une audition subnormale), soit à 30 dB HL (seuil correspondant à une surdité appareillable).



Acoumétrie vocale

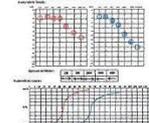
Comment noter les résultats



SEUILS		RESULTATS		AT Pathologique	AT Normale	Sen	Spe	VPP	VPN	Prev
STM* ≥ 21 dB HL	AV pathologique	187	14	100%	30%	93%	100%	90.3%		
	AV normale	0	6							
STM ≥ 15 dB HL	AV pathologique	196	1	100%	91%	99.5%	100%	94.7%		
	AV normale	0	10							
STM ≥ 30 dB HL	AV pathologique	163	34	100%	22.7%	82.7%	100%	78.7%		
	AV normale	0	10							



Audiométrie Tonale



\*STM : seuil tonal moyen ; \*\*SVC : seuil voix chuchotée. Prev, prévalence de la surdité; Sen, sensibilité; Spe, spécificité VPP, valeur prédictive positive; VPN, valeur prédictive négative

## Discussion

L'AV présente au seuil d'AT 21dB une sensibilité élevée mais une spécificité faible, ce qui est acceptable pour un test de dépistage. Ces valeurs, de même que la VPP et la VPN, sont en partie liées à la forte prévalence des troubles auditifs dans notre échantillon : sur 207 patients institutionnalisés, 90.3% ont une altération de l'audition et devraient donc avoir recours à un avis ORL. Comparée à l'AT qui nécessite un matériel spécifique, des compétences appropriées et un temps de réalisation plus long, l'AV pourrait permettre à tous les cliniciens de disposer d'une méthode rapide de dépistage de la surdité facilement utilisable en pratique clinique quotidienne, après un court apprentissage. Si on regarde les résultats au seuil d'AT 30dB –seuil à partir duquel un appareillage auditif est préconisé–, 78.7% des sujets devraient bénéficier de prothèses auditives. La précocité de l'appareillage auditif chez les personnes presbyacousiques étant vivement souhaitée (Ciorba et Al., 2012), l'AV permettrait même de repérer en consultation médicale les presbyacousies débutantes (seuil d'AT à 15dB).

## Conclusion et Perspectives

L'acoumétrie vocale semble être un bon test clinique de dépistage de l'hypoacousie, facilement utilisable par les gériatres et les généralistes. Sa réalisation pourrait favoriser la prise en charge précoce de la presbyacousie.

Dans notre échantillon, plus de 90% des patients institutionnalisés de 60 ans ou plus ont une altération de l'audition, ce qui inciterait à la réalisation systématique d'un dépistage des troubles auditifs chez ces patients.

Il serait important d'évaluer ce test dans une population moins spécifique, où la prévalence des troubles auditifs est moins élevée.

Dans une étude complémentaire, il est prévu d'explorer les autres possibilités offertes par l'acoumétrie vocale, par exemple en l'utilisant comme test de « gain d'audition » avec et sans prothèses auditives ou comme outil d'évaluation de la rééducation auditive des patients malentendants appareillés.

### Références

- o Bureau International d'Audiophonologie (BIAP). Recommandation 02/1 bis : Classification audiométrique des déficiences auditives. Lisbonne (Portugal), 1er mai 1997.
- o Haute Autorité de Santé (2008) Appareils électroniques correcteurs de surdité : 22.
- o Ciorba A, Bianchini C, Pelucchi S, Pastore A. The impact of hearing loss on the quality of life of elderly adults. Clin Interv Aging. 2012, 7:159-63.

# AcoumAudio I

(poster version anglaise)

## **Vocal acoumetry: a useful and reliable screening tool for detecting presbycusis**

LEUSIE Séverine

*Department of Audiology and Orofacial Explorations, Lyon Sud Teaching Hospital, F-69310 Pierre-Bénite, France.*

*INSERM U1028; CNRS UMR5292; Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, Lyon, F-69000, France*

In France, deafness related to presbycusis is rarely detected, and therefore rarely treated. However, its consequences are serious. A simple test, the vocal acoumetry (VA), gives all health practitioners the opportunity to detect these hearing alterations. This study, conducted in collaboration with the GRAP*santé*, intended to assess the informational value (both intrinsic and extrinsic) of VA, compared to the benchmark test performed by ENT (i.e., pure tone audiometry, TA), in a population of institutionalized elderly. The data obtained at a diagnostic threshold of 21dB HL showed that VA was a quite acceptable screening test, due to its high sensitivity. These results are promising, especially as VA may have other indications such as ecological assessment of functional gain of hearing aids (study in progress).

# Vocal acoumetry : a useful and reliable screening tool for detecting presbycusis

Séverine LEUSIE

PhD supervisor et co-supervisor: Lionel COLLET & Xavier PERROT

Collaborators: Denis POUCHAIN, Marc PREVEL, David AUBEL, François PUISIEUX, Philippe TAURAND, Elisabeth BROQUET, Mireille SAN JULLIAN, Christian RENARD, Christian BATCHY, Marine LOUSTAU, Jamie LAHOUSSINE, Laurent VERGNON, for the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP<sub>santé</sub>)

INSERM U1028 – CNRS UMR 5292, Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, Lyon - France

## Introduction

If visual acuity is usually assessed by geriatrician or general practitioner, the auditory acuity is rarely investigated and presbycusis remains undetected. A simple screening test for deafness, the vocal acoumetry (VA) has proved its utility before being dethroned by pure tone audiometry (TA), which is currently the only test universally used (HAS, 2008). Based on the hypothesis that non-perceived whispered phrases reflect auditory alterations, the objective of this study was to evaluate the informational value (both intrinsic and extrinsic) of VA as a screening test for presbycusis, as defined according to pure-tone audiometric thresholds.

## Method

Cross-sectional comparative study in 207 institutionalized elderly, aged 60 years minimum.

Each subject firstly carried out a VA, consisting of 8 questions asked at 3-meter distance with hidden mouth, then a TA with headphone, without knowledge of the VA result. In order to measure sensitivity and specificity of the VA, we compared the scores at this test with the result of the TA, with a pure-tone average (PTA) of 21 dB HL as reference threshold for deafness (Gold Standard – BIAP, 1997). Positive and negative predicted values were also computed. In a second step, we performed a similar analysis by modifying the reference threshold to either 15 dB HL (corresponding to a subnormal hearing) or 30 dB HL (corresponding to deafness correctable with hearing aids).



### Acoumétrie vocale

Comment noter les résultats



Entendre avec un sens... le ou les derniers éléments de voix perçus

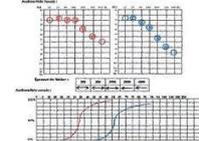
## Results

THRESHOLDS	RESULTS	Pathological TA	Normal TA	Sen	Spe	PPV	NPV	Prev
PTA* ≥ 21 dB HL	Pathological VA	187	14	100%	30%	93%	100%	90.3%
	Normal VA	0	6					
PTA ≥ 15 dB HL	Pathological VA	196	1	100%	91%	99.5%	100%	94.7%
	Normal VA	0	10					
PTA ≥ 30 dB HL	Pathological VA	163	34	100%	22.7%	82.7%	100%	78.7%
	Normal VA	0	10					

\*PTA : pure-tone average ; \*\*WVT : whispered voice threshold. Prev, prevalence of deafness; Sen, sensitivity; Spe, specificity; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value



### Audiométrie Tonale



## Discussion

Vocal acoumetry showed a high sensitivity, but a low specificity, at a diagnostic threshold of 21 dB HL, which seems appropriate for a screening test. PPV and NPV were partially related to the high prevalence of deafness in our sample : on 207 institutionalized elderly, 93% had auditory alterations and should have therefore benefited from an ENT consultation. Compared to pure tone audiometry, which requires specific equipment, appropriate skills and a longer completion time, VA could enable all health practitioners to dispose of a simple screening method for deafness, easy to use in daily clinical practice after a short training. As for the results with diagnostic threshold of 30 dB HL, at which a hearing aid is recommended, near 80% of subjects should have benefited from hearing aids. The precocity of hearing support in presbycusis patients being highly recommended (Ciorba et al., 2012), VA might even enable to detect presbycusis at its very beginning during general medical consultations (for a diagnostic threshold of 15 dB HL).

## Conclusion and Perspectives

Vocal acoumetry seems to be a good test for clinical screening of hearing loss, easily usable by geriatricians and general practitioner. Its implementation could facilitate early treatment of presbycusis.

In our sample, more than 90% of institutionalized elderly of 60 years old or more had a hearing impairment, there by inciting to perform VA as a routine screening test for deafness in these subjects. However, it would be important to evaluate this test in a less specific population, where the prevalence of hearing loss is lower.

In an additional study, we planned to explore other opportunities offered by VA, such as its use for the functional assessment of gain of hearing aids or as a tool for assessing the aural rehabilitation of deafened patients with hearing aids.

### References

- o Bureau International d'Audiophonologie (1997). BIAP Recommendation n° 02/1bis: Audiometric classification of hearing impairments. Lisbon (Portugal), May 1.
- o Haute Autorité de Santé (2008). Appareils électroniques correcteurs de surdité. Rapport d'évaluation de la CEPP, Avril.
- o Ciorba A, Bianchini C, Pelucchi S, Pastore A. The impact of hearing loss on the quality of life of elderly adults. ClinInterv Aging.2012, 7:159-163.

# **AcoumAudio II**

**(article)**

# BMJ Open

## New grading scale for early detection of hearing impairment in the institutionalised elderly (AcoumAudio II study)

Journal:	BMJ Open
Manuscript ID:	Draft
Article Type:	Research
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Leusie, Séverine; Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team INSERM U1028 CNRS UMR5292; GRAPsanté, Perrot, Xavier; Lyon Teaching Hospital, Audiology and Orofacial Explorations; GRAPsanté, Pouchain, Denis; GRAPsanté, Vétel, Jean-Marie; GRAPsanté, Puisieux, François; Lille Teaching Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Dhouib, Samir; Simone Veil Hospital, ENT; GRAPsanté, Taurand, Philippe; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Aubel, Judith; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Batchy, Christian; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Blin, Patrick; Université de Bordeaux, Pharmacology; Adera, Aubel, David; GRAPsanté, Renard, Christian; GRAPsanté, Cohen, Hervé; GRAPsanté, Brocquet, Elisabeth; Lille Teaching Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Froger, Bruno; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, San Jullian, Mireille; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Kieffer, Brigitte; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Vergnon, Laurent; GRAPsanté,
<b>Primary Subject Heading</b>:	Ear, nose and throat/otolaryngology
Secondary Subject Heading:	Geriatric medicine
Keywords:	GERIATRIC MEDICINE, Audiology < OTOLARYNGOLOGY, PRIMARY CARE

SCHOLARONE™  
Manuscripts

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

*Original Research*

**New grading scale for early detection of hearing impairment in  
the institutionalised elderly  
(AcoumAudio II study)**

Leusie S (PhD Student, SLP)<sup>1,2,3,4,5</sup>, Perrot X (M.D, Ph.D)<sup>1,2,3,5</sup>, Pouchain D (M.D, Ph.D)<sup>3</sup>, Vétel JM (M.D.)<sup>3</sup>, Puisieux F (M.D, Ph.D)<sup>3,6</sup>, Dhoui S (M.D.)<sup>3,7</sup>, Taurand P (M.D)<sup>3,8</sup>, Aubel J (M.D)<sup>3,8</sup>, Batchy C (M.D)<sup>3</sup>, Blin P (M.D, MSc)<sup>9,10</sup>, Aubel D (Hearing Aid specialist)<sup>3</sup>, Renard C (Hearing Aid specialist)<sup>3</sup>, Cohen H (M.D)<sup>3</sup>, Brocquet E (M.D)<sup>3,6</sup>, Froger B (M.D)<sup>3,8</sup>, San Jullian M (Health senior manager, pole frame)<sup>3,8</sup>, Kieffer B (Health framework)<sup>3,8</sup>, Vergnon L (M.D)<sup>3</sup>, for the GRAP*santé*

<sup>1</sup>Inserm U1028, CNRS UMR5292, Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, 69500, Bron, France

<sup>2</sup>Lyon 1 University Claude Bernard, 69100, Villeurbanne, France

<sup>3</sup>Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*), 95160, Eaubonne-Montmorency, France

<sup>4</sup>Neurodis Fondation, 69675, Bron, France

<sup>5</sup>Lyon Teaching Hospital, Department of Audiology and Orofacial Explorations, 69310, Pierre-Bénite

<sup>6</sup>Lille Teaching Hospital, Department of Gerontology, 59037 Lille Cedex, France

<sup>7</sup>Simone Veil Hospital, department of ENT, 95160, Eaubonne-Montmorency, France

<sup>8</sup>Simone Veil Hospital, department of Gerontology 95160 Eaubonne-Montmorency, France

<sup>9</sup>INSERM CIC Bordeaux CICI401, Bordeaux

<sup>10</sup> Adera, Pessac

Corresponding author : Séverine Leusie, GRAP*santé* Hôpital Simone Veil 1 rue Jean Moulin 95160 Montmorency. [sleusie@grapsante.org](mailto:sleusie@grapsante.org) +33664111746.

**Keywords:** vocal acoumetry, presbycusis or age-related hearing loss, subclinical stage, elderly, monitoring and prevention.

**2211 words.**

## ABSTRACT

**Background:** Age related hearing loss (or presbycusis) is a common progressive disease in the elderly. It includes a subclinical stage, which is rarely sought.

**Objectives:** To evaluate the ability of the vocal acoumetry test to identify the subclinical stage of presbycusis.

**Design:** Comparative diagnostic study.

**Setting:** The study was performed in 20 French nursing homes.

**Participants:** 207 institutionalised patients aged over 60 years were assessed.

**Main outcome measures:** Comparisons were done between vocal acoumetry (voice level) and pure tone audiometry (hearing loss level).

**Results:** Whispered voice acoumetry can identify a "very slight" hearing impairment corresponding to a pure tone average between 16 and 25 dB HL.

**Conclusions:** The subclinical stage (very slight hearing impairment) of presbycusis can be detected through vocal acoumetry. This examination provides an opportunity for early diagnosis and treatment to improve the effectiveness of care and prevent the development of presbycusis.

## STRENGTHS AND LIMITATIONS OF THIS STUDY

- AcoumAudio II study measures, with questions of everyday life issued at voice, a level of hearing loss in the elderly. This study allows to propose a new classification scale of deafness. It is the second study of a triptych evaluating the possibilities of the vocal acoumetry test.
- Vocal acoumetry, practiced with five level of voice (whispered, low, normal, loud and shouted), provides an easy way to assess the degree of hearing loss, especially the subclinical stage of presbycusis, which is the ideal period to start a support under the best possible conditions.
- This test is also useful for monitoring the inevitable development of presbycusis. It allows requesting a consultation ENT or adjusting the instrumental and functional rehabilitation in progress.
- General practitioners and geriatricians can, through the vocal acoumetry, regularly examine the hearing of their patients. For this, they must be trained in the practice of this test.
- To be suitable, this test should be performed in a quiet room (<40dBA). It has not been tested in noise.

2

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

## INTRODUCTION

Age-related hearing loss (or presbycusis) is a progressive disease that affects almost all the elderly.[1] According to the time of life when the hearing test is performed, there are three stages corresponding to the development of the disease: a subclinical stage (stage 1), a social impact stage (stage 2) and an isolation stage (stage 3).[2]

The first stage usually goes unnoticed, [3, 4] even though the patient can regain normal hearing by wearing two hearing aids, which is the usual care.[5] This phase is an ideal time for the patient to understand how to train the ear as deafness worsens through rehabilitation called "audio-verbal" rehabilitation.[6, 7] This early training is important for presbycusis patients because the progressive sensorineural hearing impairment causes distortions leading to understanding troubles, which are not compensated by hearing aids alone.[8, 9] In stage 2, if the patient has not been prepared before to compensate for these deficits, *ad integrum* recovery will be much difficult to obtain. In stage 3, recovery will be poor and will not remove the disability.

Currently, determining the degree of deafness is done by the ENT specialist in France. Often this ENT consultation is prescribed by a general practitioner or a geriatrician too late when social embarrassment is evident (i.e. in stage 2). This social awkwardness appears when the patient does not understand correctly a normal level of conversational voice.[10] The subclinical stage is not sought during this consultation mainly because geriatricians and general practitioners believe that they do not have the necessary tool to do so.[11]

The gold standard for determining the degree of hearing impairment is pure tone audiometry (with sounds that do not exist in nature) and requires specific conditions and equipment (soundproof cabin, experienced examiner, etc.).[12] In primary care consultations or in residential homes, general practitioners and geriatricians are not able to carry out this standard examination.

Moreover, this audiometric test provides accurate data on perception thresholds, but the subclinical stage of presbycusis does not appear in the international classifications of deafness. The first grade of deafness is "mild impairment", which corresponds to an average hearing loss of 21dB minimum in the International Bureau for Audiophonology (BIAP)[13] classification and 26dB minimum in the World Health Organization (WHO)[14] classification. The problem of these two thresholds in the evaluation of presbycusis is that they result from an average of four frequencies (500, 1000, 2000 and 4000 Hz) while early presbycusis only affects the most treble frequencies (8000 and 4000 Hz), essential in understanding speech.[15]

A more physiological assessment of hearing than pure tone audiometry using phrases and voice should assess the overall hearing ability of presbycusis patients in communication situations. There is a simple way to do this with the five-level voice acoumetry.[16] The voice levels range from the whispered voice to shouting. Knowing that the perception of a whispered voice reflects a lack of hearing impairment,[17, 18] the low voice might be able to spot the subclinical stage.

A previous study showed a positive correlation between levels of voice and degrees of hearing impairment.[17] The goal here, therefore, was to provide a match in decibels of voice acoumetry levels consistent with the deafness reference classification previously described. Vocal acoumetry thereby could give general practitioners and geriatricians a reliable tool to detect presbycusis at the subclinical stage and provide beneficial care earlier.

## SUBJECTS & METHODS

### A. Population

The comparative diagnosis study was conducted in nursing homes of Ile-de-France and Nord-Pas-de-Calais regions (France). It involved 207 institutionalised subjects aged at least 60 years. All participants gave informed-written consent.

### B. Examinations

The hearing of all subjects was assessed by vocal acoumetry (VAcou) and pure tone audiometry (TAudio). The examinations were performed in a quiet room (ambient noise level  $\leq 40$ dBa).

#### 1. Vocal acoumetry

The binaural vocal acoumetry technique practised in this study consisted in asking daily life questions, with five increasing voice levels, and determining at which level each question was correctly repeated. The examiners were positioned in front of the patient at a distance of three metres and hid their mouth with a sheet of paper to prevent lip reading. They began by asking the first question in a whispered voice (without vibration of the vocal cords); if the patient did not hear, they raised gradually their voice level until the patient understood. They proceeded in the same manner for the seven other questions<sup>i</sup>.

The five voice levels (with their corresponding mean sonometric level<sup>ii</sup>) were: whispered voice (40dBa), low voice (60dBa), normal voice (70dBa), loud voice (80dBa) and shouted voice (90dBa).

For the purposes of the study, the VAcou results obtained for each patient were converted in a weighted composite score (WCS), based on an arbitrary assignment of a number of points increasing with the voice level (whispered = 1 point; low = 2 points; normal = 3 points; loud = 4 points; shouted = 5 points). The WCS was computed as the sum of the points corresponding to the understandable minimum voice level for each question (ranged from 8 to 40 points). For example, a patient understanding four questions spoken in a low voice and four in a normal voice obtained a WCS of 20 [(4x2) + (4x3)].

<sup>i</sup> Example: "How old are you?", "What was your occupation?", "Do you have children?".

<sup>ii</sup> The threshold ( $\pm 5$ dB) was measured for each voice level in a soundproof booth at a distance of one metre.

## 2. Pure tone audiometry

Pure tone audiometry (TAudio) was performed for each subject in a quiet room with earphones, blinded to the outcome of the VAcou performed by another examiner.

The pure-tone average was then calculated for each ear (algebraic means of thresholds on the frequencies 0.5, 1, 2 and 4 kHz). This test only assesses the perception of pure tones and not auditory comprehension.

### C. Statistical Analysis

The comparative analysis of the results was conducted bidirectionally. Initially, the results of pure tone audiometry were compared with the five acoumetric classes, corresponding to the five following voice levels, translated into the Weighted Composite Score (WCS):

- Whispered voice [8-10];
- Low voice [11-18];
- Normal voice [19-26];
- Loud voice [27-34];
- Shouted voice [35-40]

In a second step, to verify the consistency of results with normal audiometric hearing impairment classes, the results of vocal acoumetry were compared to degrees of hearing impairment determined by the International Bureau for Audiophonology (BIAP) classification in dB HL.<sup>11</sup> Profound deafness and cophosis that concerned only one subject in this study were excluded. The reference classification thus includes four degrees of hearing impairment established by the results of pure tone audiometry, expressed as the Pure Tone Average (PTA):

- Normal or subnormal hearing: 0 to 20 dB HL;
- Mild hearing impairment: 21 to 40 dB HL;
- Moderate hearing impairment: 41 to 70 dB HL;
- Severe hearing impairment: 71 to 90 dB HL;

For both approaches, correspondence between the results of both tests was the subject of a descriptive analysis of the data (median and range).

## RESULTS

Two hundred and seven patients from 20 nursing homes were tested by vocal acoumetry and tone audiometry between June 1, 2012 and February 15, 2013. These patients (65 men and 142 women) were aged 60-97 years (mean age of 85 years)<sup>iii</sup>. The TAudio results showed that 88% of the subjects tested had at least mild hearing impairment (Table 1).

<sup>iii</sup> More detailed information on the demographic characteristics of this population are presented in the AcoumAudio I study.

**Table 1. Distribution of subjects according to the audiometric pure tone average threshold**

Institutionalised elderly patients	Men	Women	Total
<b>Number</b>	65 (31.4%)	142 (68.6%)	207
<b>Age: mean, SD</b>	83.26 ±8.9	85.53±7.1	84.82 ± 7.74
<b>Degree of hearing impairment (PTA<sup>(a)</sup>)</b>			
Normal or subnormal hearing ( $\leq 20$ dB)	9 (13.8%)	15 (10.6%)	24 (11.6%)
Mild hearing impairment (21-40 dB)	18 (27.7%)	42 (29.6%)	60 (28.9%)
Moderate hearing impairment (41-70 dB)	36 (55.4%)	83 (58.5%)	119 (57.5%)
Severe hearing impairment (71-90 dB)	2 (3%)	1 (0.7%)	3 (1.4%)
Profound deafness ( $\geq 91$ dB)	0 (0%)	1 (0.7%)	1 (0.5%)

(a) Pure Tone Average, dB HL.

Table 2 presents the audiometric results (in dB HL) obtained from the five acoumetric classes, each corresponding to a voice level.

**Table 2. Audiometric characteristics according to the five voice acoumetry classes**

Vocal acoumetry: WCS * (/ 40 points)	Pure tone audiometry: Median [min, max] (PTA** in dB HL)	Number of corresponding patients
Whispered voice [8-10]	11.5 [0;14]	10
Low voice [11-18]	23 [13;40]	31
Normal voice [19-26]	37 [19;60]	69
Loud voice [27-34]	57 [38;70]	79
Shouted voice [35-40]	60 [60;93]	18
TOTAL	46 [0;93]	207

\*WCS: Weighted Composite Score; \*\*PTA: Pure Tone Average.

Conversely, Table 3 presents the acoumetric results (in WCS) obtained for each level of hearing impairment (in dB HL) described in the BIAP classification.

**Table 3. Acoumetric characteristics according to the four BIAP classes of pure tone audiometry**

Pure tone audiometry: PTA** (dB HL)	Voice acoumetry: Median WCS** [range] (/40 points)	Number of corresponding patients
Normal or subnormal hearing [0-20]	13 [8;24]	24
Mild hearing impairment [21-40]	22 [11;27]	60
Moderate hearing impairment [41-70]	31 [21;40]	119
Severe hearing impairment [71-	37 [35;40]	3

6

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

90] TOTAL	26 [8;40]	206
--------------	-----------	-----

\*PTA: Pure Tone Average threshold; \*\*WCS: Weighted composite score.

**DISCUSSION**

The comparative analyses of the results reveals firstly a significant overlap of the PTA, between the low and normal voices (Table 2) defined by vocal acoumetry and secondly, two other significant overlaps of mean WCS between "normal to subnormal hearing" and "mild hearing impairment" and between "moderate hearing impairment" and "severe hearing impairment" defined by the BIAP classes (Table 3).

Detection of the subclinical stage of presbycusis by vocal acoumetry is consistent with the normal audiometric classification. This stage 1 of presbycusis corresponds to the low voice by vocal acoumetry. In terms of tone hearing loss (in dB), it is possible to introduce a new class of deafness called "slight hearing impairment" between the "normal and subnormal hearing" and the "mild hearing impairment" classes (Table 4).

For the whispered voice,[17] vocal acoumetry shows an absence of hearing impairment for a mean average tone threshold below 15dB. Given the existing classifications,[13, 14, 19] it is possible to redefine different classes of hearing impairment based on a mean average tone threshold in decibels. In 1981, Clark had described a deafness class called "slight".[19] He defined normal hearing for thresholds between -10 to 15dB HL, slight hearing impairment between 16 and 25dB HL and mild hearing impairment between 26 and 40dB HL. Based on this model, which is more in line with the needs of presbycusis (early detection and rehabilitation), the Health Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*) through this study offers a unique classification of deafness of the institutionalised elderly over 60 years (Tables 4 and 5). Table 5 describes this proposal for a new classification according to various known classifications (BIAP, Clark, WHO).

**Table 4. Plausible classification of five levels of deafness for the detection of the subclinical stage of presbycusis**

Levels of hearing impairment	Voice used	WCS classes (Median MTT)	Bilateral MTT classes - Median (median WCS)
No hearing impairment	Whisper	[8-10] (11.50dB)	0 to 15dB (8.5)
Slight hearing impairment	Low	[11-18] (23dB)	16 to 25dB (16.5)
Mild hearing impairment	Normal	[19-26] (37dB)	26 to 40dB (23)
Moderate hearing impairment	Loud	[27-34] (57dB)	41 to 70dB (31)
Severe hearing impairment	Shout	[35-40] (60dB)	71 to 90dB (37)

**Table 5. The different deafness classifications**

<b>BIAP classification</b>																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
No deafness				Mild hearing impairment				Moderate hearing impairment				Severe hearing impairment					
<b>Proposed classification (GRAPsanté)</b>																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
No deafness			Slight hearing impairment		Mild hearing impairment			Moderate hearing impairment					Severe hearing impairment				
Whispered voice		Low voice			Normal voice			Loud voice					Shouted voice				
<b>JG Clark classification</b>																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Normal			Slight		Mild			Moderate		Moderately severe			Severe				
<b>WHO classification</b>																	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Normal			Slight				Moderate				Severe				Profound		

Contrary to other classifications, for AcoumAudio II, profound deafness was not taken into account because it is inaccessible to the human voice at three metres (one must shout at 10 cm from the ear to hope that a sound is perceived). On the other hand, presbycusis seldom leads to profound deafness which demands a different therapy today by cochlear implantation.[20]

If whispered voice acoumetry for diagnosing hearing impairment requires just few minutes of training, five-level voice acoumetry requires more specific training, but remains quite accessible to all practitioners wishing to evaluate their patients' hearing (see Appendix).

The study was conducted on institutionalised population whose mean age was very high (85 years); the numbers were higher in the mild and moderate hearing impairment classes (Tables 1 and 2). As presbycusis establishes gradually from 50 years,[21] a study of an independent, "younger" community-dwelling elderly population would increase the size of the sample for the subclinical stage and allow to assess whether the results of AcoumAudio II are generalizable.

The subclinical period with "slight" impairment is particularly interesting for the recovery of verbal auditory comprehension offered by hearing aids,[22] and for possibilities of auditory training it opens. Given the slow and insidious development of presbycusis,[21] and the complications it can cause (communication disorders, isolation, depression and cognitive impairment),[10, 23, 24] the earliest possible treatment boosts early audio-verbal therapy to dramatically improve the clinical stage 2 of the disease due to the skills acquired during stage 1.[7, 22] Adaptation and compensation for

understanding deficits, which are the main complaints of presbycusis patients fitted with hearing aids,[25] will be made without much difficulty and should prevent the progressive isolation of the elderly person in his environment and all the other complications of deafness.[26]

Although the vocal acoumetry is a valuable examination in its physiological and ecological approach of hearing; it remains complementary to pure tone audiometry, which is a more "laboratory" examination necessary to confirm the diagnosis of presbycusis.

## CONCLUSION

Five-level vocal acoumetry allows any clinician who wishes to distinguish the evolutionary stages of presbycusis practically and reliably. This point is crucial because it can significantly enrich the proposed treatment and results obtained through early intervention during the subclinical period. This period corresponds to a speech understanding at low voice and to a "slight" hearing impairment ranging from 16 to 25dB HL of average tone loss. Five-level vocal acoumetry allows general practitioners and geriatricians to detect presbycusis and send their patients earlier to the ENT. By anticipating care, they offer their patients the best chances of maintaining a good hearing ability during their later years.

## Acknowledgements

We thank the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*) for its help giving access to nursing homes and approaching patients in regions of Ile-de-France and Nord-Pas-de-Calais. The welcoming of these two regions allowed us to include enough subjects for this study. We thank the donors of the Ph.D. fellowship: David Aubel, Pascal Boulud, Jean-François Hert, Christian Renard and Paul Viudez.

## Contributors

SL (principal investigator and project leader) and LV (project adviser) designed the study, organized and managed data collection. PT, JA, CB, HC, BF helped for organizing data collection in Ile-de-France. FP, CR and EB helped for organizing data collection in Nord-Pas-de-Calais region. SL, SD, JA, DA, HC, EB, BF, MSJ, BK and LV were involved in the data collection. SL and XP conducted literature searches. Statistical analyses were done by SL, DP and XP. PB oversaw and advised on statistical analyses and writing. Data interpretation was done by SL, XP, DP, JMV, SD and LV. SL, XP, DP, JMV, PB, LV were involved in the writing of the report. SL, XP and DP were involved in the design of tables, figures, appendices. SL was responsible for writing and for the decision to submit the final paper for publication. All co-authors commented on drafts of the manuscripts and approved the final report.

### Competing interests

SL was funded by a Ph.D. fellowship from the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAPsanté).

### Transparency declaration

SL affirms that the manuscript is an honest, accurate, and transparent account of the study being reported; that no important aspects of the study have been omitted; and that any discrepancies are disclosed.

### REFERENCES

1. Yueh B, Shapiro N, MacLean CH, et al. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Scientific review. *JAMA* 2003;289:1976–1985.
2. Gates, G.A., Mills, J.H. Presbycusis. *Lancet* 2005;366,1111–1120.
3. Lerch M, Decker-Maruska M. The importance of hearing for older adults: a geriatrician's perspective. *Journal of Hearing Science* 2012;2(4):40-42.
4. Bainbridge KE, Wallhagen MI. Hearing Loss in an Aging American Population: Extent, Impact, and Management. *Annu Rev Public Health* 2014;35:139–52.
5. Lasak JM, Allen P, McVay T, et al. Hearing loss: diagnosis and management. *Prim Care* 2014;41(1):19–31.
6. Humes L.E, Humes L.E. Factors Affecting Long-Term Hearing Aid Success. *Semin Hear* 2004;25(1):63–72.
7. Leusie S, Denni-Krichel N, Vergnon L. La réhabilitation instrumentale et fonctionnelle du presbyacousique dans le circuit du GRAPsanté. *Les cahiers de l'audition* 2014;27(3):22–31.
8. Sommers MS, Hale S, Myerson J, et al. Listening comprehension across the adult lifespan. *Ear Hear* 2011;32(6):775–781.
9. Leusie S, Prevel M, Aubel D, et al. Is hearing aid the only solution for presbycusis? *Rev Geriatr* 2011;36:439–450.
10. Pouchain D, Dupuy C, San Jullian M, et al. Is presbycusis a risk factor for dementia? AcouDem study. *La revue de gériatrie* 2007;32:439–445.
11. Bogardus ST, Yueh B, Shekelle PG. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Clinical applications. *JAMA* 2003;289(15):1986–1990.
12. Bagai A, Thavendiranathan P, Detsky AS. Does this patient have hearing impairment? *JAMA* 2006;295(4):416–428.
13. International Bureau for Audiophonology (BIAP). Audiometric classification of hearing impairments. Recommendation n° 02/1bis 1996.
14. World Health Organization. [page consulted 2014 Jul 20]. Prevention of blindness and deafness, Grades of hearing impairment, [online]. [http://www.who.int/pbd/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en](http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en)
15. Ching, TY, Dillon, H. A brief overview of factors affecting speech intelligibility of people with hearing loss: implications for amplification. *Am J Audiol* 2013;22:306–309.

16. Swan IR, Browning GG. The whispered voice as a screening test for hearing impairment. *J R Coll Gen Pract* 1985;35(273):197.
17. Leusie S, Perrot X, Pouchain D, et al. Vocal acoumetry validation for hearing impairment screening in the institutionalised elderly (AcoumAudio I study). Submitted to BMJ.
18. Abyad A. Screening for hearing loss in the elderly. *Geriatrics Today* 2004;7:43–5.
19. Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA* 1981;23(7):493–500.
20. Sprinzi G.M, Riechelmann H. Current trends in treating hearing loss in elderly people: a review of the technology and treatment options - a mini-review. *Gerontology* 2010;56:351–358.
21. Perrot X. Neurosensory deficit in the elderly. Hearing disorders. *Rev Prat* 2012;62:1311–1319.
22. Tuley MR, Mulrow CD, Aguilar C, et al. Predictors of hearing aid success. *Clin Res* 1990;38:79A.
23. Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, et al. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011;68(2):214–220.
24. Chia EM, Wang JJ, Rochtchina E, et al. Hearing impairment and health-related quality of life: the Blue Mountains Hearing Study. *Ear Hear* 2007;28(2):187–95.
25. Hougaard S, Ruf S, Egger C. EuroTrak + JapanTrak 2012: Societal and Personal Benefits of Hearing Rehabilitation with Hearing Aids. *Hearing Review.com* 2013.
26. Dalton DS, Cruickshanks KJ, Klein BE, et al. The impact of hearing loss on quality of life in older adults. *Gerontologist* 2003;43:661–8.

**STARD checklist for reporting of studies of diagnostic accuracy**  
(version January 2003)

Section and Topic	Item #		On page #
TITLE/ABSTRACT/ KEYWORDS	1	Identify the article as a study of diagnostic accuracy (recommend MeSH heading 'sensitivity and specificity').	2
INTRODUCTION	2	State the research questions or study aims, such as estimating diagnostic accuracy or comparing accuracy between tests or across participant groups.	3
<b>METHODS</b>			
<i>Participants</i>	3	The study population: The inclusion and exclusion criteria, setting and locations where data were collected.	4
	4	Participant recruitment: Was recruitment based on presenting symptoms, results from previous tests, or the fact that the participants had received the index tests or the reference standard?	4
	5	Participant sampling: Was the study population a consecutive series of participants defined by the selection criteria in item 3 and 4? If not, specify how participants were further selected.	4
	6	Data collection: Was data collection planned before the index test and reference standard were performed ( <b>prospective study</b> ) or after (retrospective study)?	3
<i>Test methods</i>	7	The reference standard and its rationale.	5
	8	Technical specifications of material and methods involved including how and when measurements were taken, and/or cite references for index tests and reference standard.	4-5
	9	Definition of and rationale for the units, cut-offs and/or categories of the results of the index tests and the reference standard.	4-5
	10	The number, training and expertise of the persons executing and reading the index tests and the reference standard.	4
	11	Whether or not the readers of the index tests and reference standard were blind (masked) to the results of the other test and describe any other clinical information available to the readers.	5
<i>Statistical methods</i>	12	Methods for calculating or comparing measures of diagnostic accuracy, and the statistical methods used to quantify uncertainty (e.g. 95% confidence intervals).	5
	13	Methods for calculating test reproducibility, if done.	-cf Acoum Audio I
<b>RESULTS</b>			
<i>Participants</i>	14	When study was performed, including beginning and end dates of recruitment.	5
	15	Clinical and demographic characteristics of the study population (at least information on age, gender, spectrum of presenting symptoms).	6
	16	The number of participants satisfying the criteria for inclusion who did or did not undergo the index tests and/or the reference standard; describe why participants failed to undergo either test (a flow diagram is strongly recommended).	5
<i>Test results</i>	17	Time-interval between the index tests and the reference standard, and any treatment administered in between.	4
	18	Distribution of severity of disease (define criteria) in those with the target condition; other diagnoses in participants without the target condition.	6
	19	A cross tabulation of the results of the index tests (including indeterminate and missing results) by the results of the reference standard; for continuous results, the distribution of the test results by the results of the reference standard.	6
	20	Any adverse events from performing the index tests or the reference standard.	No adverse events
<i>Estimates</i>	21	Estimates of diagnostic accuracy and measures of statistical uncertainty (e.g. 95% confidence intervals).	6
	22	How indeterminate results, missing data and outliers of the index tests were handled.	No ind. results, missing data or outliers

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

	23	Estimates of variability of diagnostic accuracy between subgroups of participants, readers or centers, if done.	No subgroups of participants
	24	Estimates of test reproducibility, if done.	-cf Acoum Audi o I
DISCUSSION	25	Discuss the clinical applicability of the study findings.	7-9

For peer review only

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

# **AcoumAudio III**

**(article)**

# BMJ Open

## Clinical evaluation of functional auditory gain in institutionalised, elderly hearing-aid wearers (AcoumAudio III Study)

Journal:	<i>BMJ Open</i>
Manuscript ID:	Draft
Article Type:	Research
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Leusie, Séverine; Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team INSERM U1028 CNRS UMR5292; GRAPsanté, Perrot, Xavier; Lyon Teaching Hospital, Audiology and Orofacial Explorations; GRAPsanté, Pouchain, Denis; GRAPsanté, Vétel, Jean-Marie; GRAPsanté, Puisieux, François; Lille Teaching Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Dhouib, Samir; Simone Veil Hospital, ENT; GRAPsanté, Taurand, Philippe; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Aubel, Judith; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Batchy, Christian; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Blin, Patrick; INSERM CIC , CICI401; Adera, Aubel, David; GRAPsanté, Renard, Christian; GRAPsanté, Cohen, Hervé; GRAPsanté, Brocquet, Elisabeth; Lille Teaching Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Froger, Bruno; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, San Jullian, Mireille; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Kieffer, Brigitte; Simone Veil Hospital, Gerontology; GRAPsanté, Vergnon, Laurent; GRAPsanté,
<b>Primary Subject Heading</b>:	Ear, nose and throat/otolaryngology
Secondary Subject Heading:	Geriatric medicine
Keywords:	GERIATRIC MEDICINE, Audiology < OTOLARYNGOLOGY, PRIMARY CARE

SCHOLARONE™  
Manuscripts

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

*Original Research*

**Clinical evaluation of functional auditory gain in institutionalised,  
elderly hearing-aid wearers  
(AcoumAudio III Study)**

Leusie S (PhD Student, SLP)<sup>1,2,3,4,5</sup>, Perrot X (M.D, Ph.D)<sup>1,2,3,5</sup>, Pouchain D (M.D, Ph.D)<sup>3</sup>, Vétel JM (M.D.)<sup>3</sup>, Puisieux F (M.D, Ph.D)<sup>3,6</sup>, Dhouib S(M.D.)<sup>3,7</sup>, Taurand P (M.D)<sup>3,8</sup>, Aubel J (M.D)<sup>3,8</sup>, Batchy C (M.D)<sup>3</sup>, Blin P (M.D, MSc)<sup>9,10</sup>, Aubel D (Hearing Aid specialist)<sup>3</sup>, Renard C (Hearing Aid specialist)<sup>3</sup>, Cohen H (M.D)<sup>3</sup>, Brocquet E (M.D)<sup>3,6</sup>, Froger B (M.D)<sup>3,8</sup>, San Jullian M (Health senior manager, pole frame)<sup>3,8</sup>, Kieffer B (Health framework)<sup>3,8</sup>, Vergnon L (M.D)<sup>3</sup>, for the GRAPsanté

<sup>1</sup>Inserm U1028, CNRS UMR5292, Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, 69500, Bron, France

<sup>2</sup>Lyon 1 University Claude Bernard, 69100, Villeurbanne, France

<sup>3</sup>Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAPsanté), 95160, Eaubonne-Montmorency, France

<sup>4</sup>Neurodis Fondation, 69675, Bron, France

<sup>5</sup>Lyon Teaching Hospital, Department of Audiology and Orofacial Explorations, 69310, Pierre-Bénite

<sup>6</sup>Lille Teaching Hospital, Department of Gerontology, 59037 Lille Cedex, France

<sup>7</sup>Simone Veil Hospital, department of ENT, 95160, Eaubonne-Montmorency, France

<sup>8</sup>Simone Veil Hospital, department of Gerontology 95160 Eaubonne-Montmorency, France

<sup>9</sup>INSERM CIC Bordeaux CICI401, Bordeaux

<sup>10</sup> Adera, Pessac

**Keywords:** vocal acoumetry, elderly, age-related hearing loss or presbycusis, hearing aids, functional auditory gain.

**2319 words.**

## ABSTRACT

**Background:** Current treatment for age-related hearing loss (presbycusis) consists of compensating hearing loss by wearing two hearing aids. However, during consultation, GPs and geriatricians lack the means to verify the effectiveness of hearing rehabilitation.

**Objectives:** To evaluate the ability of the vocal acoumetry test (VAcou) to measure functional auditory gain provided by hearing aids amongst institutionalised elderly people.

**Design:** Test-retest cross-sectional diagnostic study.

**Participants:** Matched elderly deaf subjects with and without hearing aids (n=77 per group).

**Main outcome measures:** Subjects were assessed by two successive vocal acoumetries made by the same examiner. Hearing-aid wearers underwent the first VAcou without hearing aids (VAcou1), and the second VAcou with them (VAcou2). The control group followed a test-retest procedure, both without hearing aids, using the same acoumetry material as for hearing-aid wearers.

**Results:** The difference between the two VAcou was significant for hearing-aid wearers ( $p = < 0.001$ ) and non-significant for the group without hearing aids ( $p = 0.995$ ). The results showed a significant heterogeneity of gain amongst patients fitted with hearing aids, regardless of age, gender, level of education, type of equipment (unilateral or bilateral) and degree of hearing loss.

**Conclusions:** VAcou is a simple and rapid method for assessing the functional auditory benefit of hearing aids in institutionalised deaf elderly patients.

## STRENGTHS AND LIMITATIONS OF THIS STUDY

- AcoumAudio III is the third study of a triptych using vocal acoumetry. This study evaluates the test's ability to measure functional auditory gain provided by an instrumental rehabilitation in elderly people (hearing aids).
- It is possible, with questions of everyday life pronounced at different levels of voice, to assess auditory comprehension of a patient with and without his hearing aids.
- The practice of vocal acoumetry including five levels of voice requires prior training.
- This test is feasible in general or geriatric medicine consultation.
- To be suitable, this test should be performed in a quiet room (<40dBA). It has not been tested in noise.

## INTRODUCTION

If not treated, age-related hearing loss can lead to serious complications such as communication disorders, isolation, mood disorders (depression), and cognitive disorders.[1, 2] Current treatment consists in compensation for hearing loss by wearing bilateral hearing aids. However several studies have shown that many patients do not regularly wear their hearing aids, the two main complaints being the lack of benefit and discomfort.[3, 4] The capacity of general practitioners and geriatricians to assess the benefits of wearing hearing aids in age-related hearing loss (or presbycusis) patients is limited to the subjective feelings of patients and self-evaluative questionnaires.[5-7] Examinations by an ENT doctor or an audiologist can provide additional information, but require a specifically dedicated consultation and the results are not always sent to general practitioners and geriatricians. Moreover, they rarely provide information about the functional hearing of patients with hearing aids in real life situations.[8, 9]

Quality of life and audio quality are inextricably linked.[10] What interests general practitioners and geriatricians who send their patients to the ENT for presbycusis treatment is whether the equipment provides the patient with better hearing and understanding, and if this persists in time.[11] If it does not, the doctor should be able to refer the patient in order to reset the hearing aids with better re-adaptive support.[12] A first step is to find the functional auditory gain provided by the hearing aid in normal communication.[13]

Vocal acoumetry (VAcou) is a simple convenient and reliable test allowing to detect and measure the degree of hearing loss during primary care consultations in residential homes.[14, 15] This test is hierarchical in five voice levels: whisper, low, normal, loud and shout. By adopting a pragmatic approach to hearing abilities,[16] the hypothesis of AcoumAudio III was that the VAcou test was sensitive enough to measure a functional auditory gain in institutionalised, elderly hearing-aid wearers.

## SUBJECTS & METHOD

### 1. Study population

The test-retest cross-sectional study was conducted in nursing homes of Ile-de-France and Nord-Pas-de-Calais regions (France) on two matched populations tested between June 1, 2012 and June 1, 2013. It involved 77 institutionalised deaf patients wearing hearing aids and 77 matched control deaf patients not wearing hearing aids. The matching was done by age ( $\pm 5$  years), gender, degree of hearing loss ( $\pm 10$  dB HL) and level of education. All participants gave informed-written consent.

### 2. Hearing tests

Subjects were assessed by two successive vocal acoumetries made by the same examiner. Hearing-aid wearers underwent the first VAcou without hearing aids (VAcou1), and the second VAcou with them

(VAcou2). The control group followed a test-retest procedure, both without hearing aids, using the same acoumetry material as for hearing-aid wearers. The examinations were performed in a quiet room (ambient noise level  $\leq 40$  dBA).

The binaural VAcou technique done in AcoumAudio III was to ask eight daily life questions with five increasing voice levels and determine at which level each question was correctly repeated.<sup>[15]</sup> Questions of VAcou1 were different from VAcou2. The examiner was positioned in front of the patient at a distance of three metres and hid his mouth with a sheet of paper to prevent lip reading. He began by asking the first question in a whispered voice (without vibration of the vocal cords); if the patient did not hear, he raised gradually his voice level until the patient understood. He proceeded in the same manner for the seven other questions.

The mean sound level<sup>i</sup> corresponding to the five voice levels used were: 40dBA for the whispered voice, 60dBA for the low voice, 70dBA for the normal voice, 80dBA for the loud voice and 90dBA for the shouted voice.

For the purposes of the study, the VAcou results obtained for each patient were converted in weighted composite score (WCS), basing on an arbitrary assignment of a number of points increasing with the voice level (whispered = 1 point; low = 2 points; normal = 3 points; loud = 4 points; shouted = 5 points). The WCS was computed as the sum of the points corresponding to the understandable minimum voice level for each question (ranged from 8 to 40 points). For example, a patient understanding four questions spoken in a quiet voice and four in a normal voice obtained a WCS of 20  $[(4 \times 2) + (4 \times 3)]$  (the higher the WCS, the lower is the speech understanding abilities).

To check the hearing impairment degree, another examiner performed a monaural pure tone audiometry (TAudio) in both ears, with earphones and blinded to the results of the VAcou. The average pure tone thresholds were then calculated for frequencies 0.5, 1, 2 and 4 kHz. Both examiners (for VAcou and TAudio) were trained and competent.

### 3. Statistical analysis

Intergroup differences between the hearing aids wearers and the control subjects regarding matching criteria were assessed through t-test.

For both groups, the WCS obtained for VAcou1 (WCS1) and VAcou2 (WCS2) were compared using the Wilcoxon signed rank test (the distribution was not normal) to determine whether there was a statistically significant difference.

For the hearing-aid wearers group, comparison of WCS according to several controlled variables (age, gender, degree of deafness, education, unilateral or bilateral type of equipment) was carried out with a t-test (for gender) or an analysis of variance. The classes of "degree of deafness" were defined in 10

---

<sup>i</sup> The sonometric sound level ( $\pm 5$ dB) was measured for each voice level in a soundproof booth at a distance of one metre

dB HL steps: <40 dB (n=3), 41-50 dB (n=11), 51-60 dB (n=35), 61-70 dB (n=27) and 71-80 dB (n=1); the classes of "age" were defined in five year steps: <80 years (n = 4), 80-84 years (n = 14), 85-89 years (n = 26), 90-94 years (n = 31) and  $\geq 95$  years (n = 2).

Functional auditory gain was calculated by subtracting WCS2 from WCS1 (positive value for an improvement). An analysis of interindividual variability was performed by a One-Sample Signed Rank Test.

A final analysis examined the voice gain, in terms of change in voice level. The eight-point WCS hearing gain corresponded to a voice gain of 1, i.e. a switch of perception from one voice level to the immediately lower one (e.g. a switch from a normal voice to a low voice between VAcou1 and VAcou2 reflected a gain of one voice level). Consequently, better perception of a "half voice level" was a hearing gain of four points (see Appendix). Pragmatically speaking, we considered that auditory gain was "functional" as soon as it was over an improvement of a half voice, i.e. greater than or equal to five points in the WCS.

## RESULTS

### 1. Demographic characteristics of the population tested

Seventy-seven institutionalised hearing-aid wearers were matched to seventy-seven institutionalised control deaf subjects without hearing aids (Table 1). There were no significant intergroup difference for the matched criteria, except for the degree of hearing loss (lower in the control group).

**Table 1. Demographic characteristics of participants**

Variable	Hearing-aid wearers	Non-hearing-aid wearers	P value
Total number	77	77	-
Females (%)	56 (72.7)	56 (72.7)	-
Age (mean, standard deviation)	87.9 $\pm$ 4.4	87.7 $\pm$ 4.6	NS
Type of equipment (unilateral / bilateral)	14/63	0/0	-
Level of education	-	-	NS
- < Basic school certificate	11	11	-
- Basic school certificate acquired	36	36	-
- High school studies	22	22	-
- University studies	8	8	-
Degree of hearing loss <sup>(a)</sup>	58.1 $\pm$ 8.7	54.4 $\pm$ 10.2	0.024
Normal or subnormal hearing ( $\leq 20$ dB)	0	0	
Mild hearing impairment (21-40 dB)	3	5	
Moderate hearing impairment (41-70 dB)	73	72	

Severe hearing impairment (71-90 dB)	1	0
Profound deafness ( $\geq 91$ dB)	0	0

(a) mean pure tone average for both ears (measured at frequencies 0.5, 1, 2 and 4 kHz); (b) Weighted Composite Score; (c) vocal acoumetry performed without hearing aids; (d) vocal acoumetry performed with hearing aids

### 2. Comparison of test-retest acoumetric results in both groups

Comparison between the two acoumetries in the group of hearing-aid wearers revealed a statistically significant difference ( $p = <0.001$ ), whereas there was no difference in the control group ( $p = 0.995$ ) (Table 2).

**Table 2.** Comparison of test-retest acoumetric results (average weighted composite scores) in the two institutionalised deaf elderly groups

Variable	WCS1 (VAcou1)	WCS2 (VAcou2)	P value
Hearing-aid wearers (mean, standard deviation)	$31.7 \pm 4.4^{(a)}$	$22.5 \pm 5.9^{(b)}$	$< 0.001$
Subjects without hearing aids (mean, standard deviation)	$30.5 \pm 5.1^{(a)}$	$30.5 \pm 5.2^{(a)}$	0.995

(a) vocal acoumetry performed without hearing aids; (b) vocal acoumetry performed with hearing aids. WCS, Weighted Composite Score.

The decrease in WCS in the hearing-aid wearers between VAcou1 and VAcou2 showed an hearing improvement with hearing aids, with a mean functional auditory gain globally corresponding to a “one voice level” gain.

### 3. Intragroup comparisons for hearing-aid wearers

Figure 1 graphically illustrates the concept of “functional auditory gain”, with a global improvement of WCS with hearing aids (WCS2), except for two wearers.

The dispersion of hearing-aid wearer WCS2 for a given WCS1 shows a great variability of hearing gain depending on the subjects. For the largest subsample ( $n = 29$ ,  $WCS1 = 32$ ), the average hearing gain ( $WCS1 - WCS2$ ) was  $9.07 \pm 6.06$ . A one-sample signed rank test showed a statistically significant inter-individual variability ( $p = < 0.001$ ) between these 29 hearing-aid wearers.

Whatever the controlled variable taken into account, statistical analysis of hearing gain ( $WCS1 - WCS2$  differences) did not reveal any significant difference within the hearing-aid wearer group: age,  $p = 0.10$  (Kruskal-Wallis one-way ANOVA on ranks); degree of deafness,  $p = 0.16$  (one-way ANOVA); level of education,  $p = 0.29$  (one-way ANOVA); gender,  $p = 0.34$  (two-tailed t-test); type of equipment,  $p = 0.36$  (Mann-Whitney rank sum test).

#### 4. Analysis of voice gain and functional auditory gain

By choosing the standard "five point increase in WCS" for the definition of "useful gain" in hearing aids wearers, the number of patients achieving functional auditory gain was 61 (compared to 0 for the control group). Sixteen subjects had a hearing gain of less than five points, six of them had no gain and two had a negative gain (the VAcou2 result was worse than the VAcou1 result) (Figure 2).

#### DISCUSSION

AcoumAudio III shows that it is possible to measure a functional auditory gain in hearing-aid wearers using the vocal acoumetry test, compared to control group without hearing aids (Table 2). The value of the WCS decreased with the improvement of vocal acoumetry performance (see Appendix). This pragmatic measure of functional hearing ability of the elderly hearing-aid wearers allows an assessment of quality of the auditory rehabilitation, especially in terms of speech understanding which is the main problem for elderly presbycusis patients.[16]

As illustrated in Figure 1, there was a significant heterogeneity of functional gain obtained with hearing aids, regardless of confounding factors such as age, gender, level of education, degree of deafness and type of equipment. This inter-individual variability may be related to different factors not controlled in this study, such as the cognitive level, which may influence the efficacy of rehabilitation,[17] dexterity to operate devices, which could affect the maintenance and operation of hearing aids factors,[18, 19] and the age of the equipment.[19]

Pure tone audiometry allowed checking the degree of patients' hearing loss (Table 1). Note that a significant difference on this factor emerged between the two matched groups, probably due to a too soft matching criterion ( $\pm 10$  dB). This difference did not, however, influence the results to the extent that AcoumAudio III was not looking for audiometric differences with pure sounds, but for acoumetric ones with spoken sentences. Usually, hearing-aid wearers' understanding is checked in a soundproof booth during a visit to the audiologist. The commonly used test in this case is a free-field vocal audiometry during which the patient repeats words spoken through speakers. This test specifically measures "prosthetic" gain (corresponding to the amplification, in dB, provided by the hearing aid) rather than "functional" gain (corresponding to the understanding resulted from hearing aid functioning in everyday life). The conditions required for carrying out a free-field vocal audiometry (soundproof booth, speakers, operator experience) and its result (prosthetic gain) do not meet the resources or fulfil the needs of general practitioners and geriatricians who wish to evaluate their patients in real life situations, with a simple and quick method.[16, 21, 22]

The VAcou, besides its easy implementation, offers the opportunity to objectify the gap often reported by patients wearing hearing aids between the artificial benefit observed in the soundproof booth and the real benefits they experience in everyday life.[4, 20] The table in the appendix allows doctors to monitor their patients with and without hearing aids easily by converting the results obtained with VAcou to WCS, and then conclude on the voice level perceived by the patient in a real life situation. Depending on the results, it may indicate the need for further adjustment of hearing aids and for aural rehabilitation.[22] By detecting (AcoumAudio I study)[15], classify (AcoumAudio II study)[23] and evaluate (AcoumAudio III study) hearing efficiency in real life, the vocal acoumetry is a reliable tool for GPs and geriatricians during consultations with elderly patients.

### CONCLUSION & PERSPECTIVES

This test-retest cross-sectional study on two matched populations showed that VAcou is a test with great clinical value that allows any trained person to assess the quality of auditory rehabilitation of presbycusis patients in a quiet, ecological situation.

These results open further perspectives. Firstly, in terms of implementation, VAcou needs to be evaluated in noisy situations by comparing non-rehabilitated and rehabilitated presbycusis subjects with normal-hearing subjects. Secondly, in terms of follow-up, VAcou performed regularly could help monitor the potential deterioration of auditory gain subsequent to the development of presbycusis and thus offer adaptive solutions, such as increased prosthetic gain or auditory training. There is much to learn from VAcou, both in terms of auditory physiopathology of the elderly and in terms of hearing rehabilitation of presbycusis patients. Nevertheless, this test is already a reliable, convenient and useful tool for any clinician.

### Acknowledgements

We thank the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*) for its help giving access to nursing homes and approaching patients in regions of Ile-de-France and Nord-Pas-de-Calais. The welcoming of these two regions allowed us to include enough subjects for this study. We thank the donors of the Ph.D. fellowship: David Aubel, Pascal Boulud, Jean-François Hert, Christian Renard and Paul Viudez.

### Contributors

SL (principal investigator and project leader) and LV (project adviser) designed the study, organized and managed data collection. PT, JA, CB, HC, BF helped for organizing data collection in Ile-de-France. FP, CR and EB helped for organizing data collection in Nord-Pas-de-Calais region. SL, SD, JA, DA, HC, EB, BF, MSJ, BK and LV were involved in the data collection. SL and XP conducted

literature searches. Statistical analyses were done by SL, DP and XP. PB oversaw and advised on statistical analyses and writing. Data interpretation was done by SL, XP, DP, JMV, SD and LV. SL, XP, DP, JMV, PB, LV were involved in the writing of the report. SL, XP and DP were involved in the design of tables, figures, appendices. SL was responsible for writing and for the decision to submit the final paper for publication. All co-authors commented on drafts of the manuscripts and approved the final report.

#### Competing interests

SL was funded by a Ph.D. fellowship from the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAPsanté).

#### Transparency declaration

SL affirms that the manuscript is an honest, accurate, and transparent account of the study being reported; that no important aspects of the study have been omitted; and that any discrepancies are disclosed.

#### References

1. Arlinger S. Negative consequences of uncorrected hearing loss—a review. *Int J Audiol.* 2003 Jul;42Suppl 2:2S17–20.
2. Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol.* 2011;68(2):214–220.
3. McCormack A, Fortnum H. Why do people fitted with hearing aids not wear them? *Int J. Audiol* 2013; 52(5): 360–8.
4. Hougaard S, Ruf S, Egger C. EuroTrak + JapanTrak 2012: Societal and Personal Benefits of Hearing Rehabilitation with Hearing Aids. *Hearing Review.com* 2013.
5. Tannahil JC. The Hearing Handicap Scale as a measure of hearing aid benefit. *J Speech Hear Disord* 1979; 44: 91–9.
6. Ciurlia-Guy E, Cashman M, Lewsen B. Identifying hearing loss and hearing handicap among chronic care elderly people. *Gerontologist* 1993; 33: 644–649.
7. Bainbridge KE, Wallhagen MI. Hearing Loss in an Aging American Population: Extent, Impact, and Management. *Annu Rev Public Health* 2014, 35: 139–52.
8. Kochkin S, Beck DI, Christensen LA, et al. MarkeTrak VIII: The Impact of the Hearing Healthcare Professional on Hearing Aid User Success. *Hearing Review.com.* 2010.
9. Lerch M, Decker-Maruska M. The importance of hearing for older adults: a geriatrician's perspective. *Journal of Hearing Science* 2012;2(4):40–42.

10. Li-Korotky HS. Age-related hearing loss: quality of care for quality of life. *Gerontologist* 2012; 52(2): 265–71.
11. Kiely KM, Gopinath B, Mitchell P, Luszcz M, Anstey KJ. Cognitive, health, and sociodemographic predictors of longitudinal decline in hearing acuity among older adults. *J Gerontol A BiolSci Med Sci* 2012; 67(9): 997-1003.
12. Ching, TY, Dillon, H, 2013. A brief overview of factors affecting speech intelligibility of people with hearing loss: implications for amplification. *Am J Audiol* 2013; 22: 306–309.
13. Plomp R. Auditory handicap and benefit of hearing aids. *J Acoust Soc Am* 1978; 63: 533–49.
14. Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA* 1981; 23(7): 493–500.
15. Leusie S, Perrot X, Pouchain D, et al. Vocal acoumetry validation for hearing impairment screening in the institutionalised elderly (AcoumAudio I study). Submitted to BMJ.
16. Sommers MS, Hale S, Myerson J, Rose N, Tye-Murray N, Spehar B. Listening comprehension across the adult lifespan. *Ear Hear* 2011; 32(6): 775–781.
17. Humes LE, Kidd GR, Lentz JJ. Auditory and cognitive factors underlying individual differences in aided speech-understanding among older adults. *Front Syst Neurosci* 2013; 7:55.
18. Campos PD, Bozza A, Ferrari DV. Hearing aid handling skills: relationship with satisfaction and benefit. *Codas* 2014; 26(1): 10–16.
19. Kiely KM, Gopinath B, Mitchell P, Luszcz M, Anstey KJ. Cognitive, health, and sociodemographic predictors of longitudinal decline in hearing acuity among older adults. *J Gerontol A BiolSci Med Sci* 2012; 67(9): 997–1003.
20. Kochkin S. MarkeTrak V: "Why my hearing aids are in the drawer": The consumers' perspective. *The Hearing Journal* 2000; 53(2).
21. Ciurlia-Guy E, Cashman M, Lewsen B. Identifying hearing loss and hearing handicap among chronic care elderly people. *Gerontologist* 1993; 33: 644–649.
22. Leusie S, Denni-Krichel N, Vergnon L, pour le GRAPsanté. La réhabilitation instrumentale et fonctionnelle du presbycousique dans le circuit du GRAPsanté. *Les cahiers de l'audition* 2014; 27(3): 22–31.
23. Leusie S, Perrot X, Pouchain D et al. New grading scale for early detection of hearing impairment in the institutionalised elderly (AcoumAudio II study) Submitted to BMJ.

**FIGURE LEGENDS**

**Figure 1: Correlation between the weighted scores of vocal acoumetry 1 (WCS1) and vocal acoumetry 2 (WCS2) in 154 matched institutionalised elderly patients.** Black diamonds represent the dispersion of hearing aid wearer's subjects on WCS2 (vocal acoumetry with hearing aids) for a given WCS1 (without hearing aids) and grey squares correspond to the results of control subjects.

**Figure 2: Distribution of hearing aid-wearers according to their functional auditory gain.** Bars represent the number of hearing aids wearers' subjects obtaining the same functional auditory gain (difference between vocal acoumetry test-retest).

For peer review only

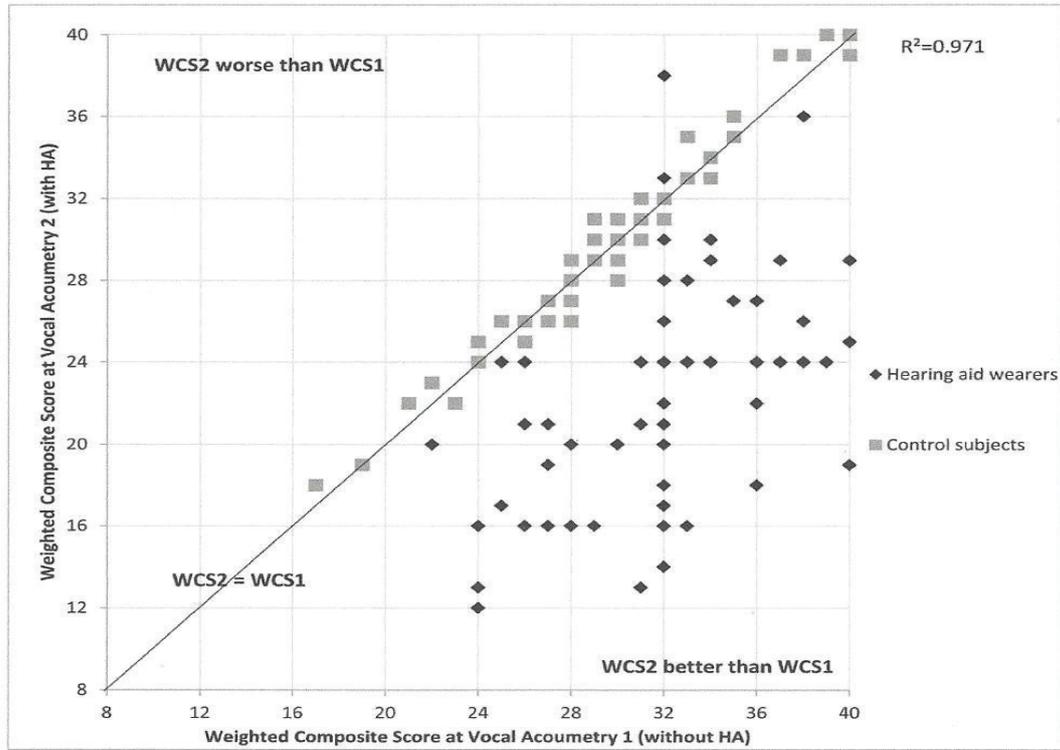


Figure 1: Correlation between the weighted scores of vocal acoumtry 1 (WCS1) and vocal acoumtry 2 (WCS2) in 154 matched institutionalised elderly patients. Black diamonds represent the dispersion of hearing aid wearer’s subjects on WCS2 (vocal acoumtry with hearing aids) for a given WCS1 (without hearing aids) and grey squares correspond to the results of control subjects.  
155x135mm (300 x 300 DPI)

only

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

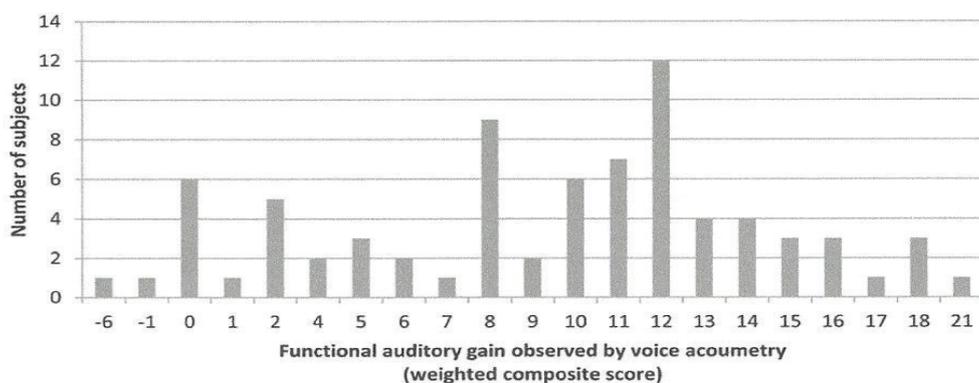


Figure 2: Distribution of hearing aid-wearers according to their functional auditory gain. Bars represent the number of hearing aids wearers' subjects obtaining the same functional auditory gain (difference between vocal acoumetry test-retest).  
77x35mm (300 x 300 DPI)

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

Appendix: Vocal acoumetry cotation

The following table is the tool for general practitioners and geriatricians to classify the hearing of their patients, and compare the results with and without hearing aids. In red is the score of a patient on the first vocal acoumetry done without hearing aids; in blue is the score of that patient on the second vocal acoumetry performed with hearing aids. The voice scale in the last column allows to measure the functional gain in terms of voice level. In this example, the patient gains a voice and a half when using hearing aids.

Name: XXX First name: XXX Date: XXX								
	Wh = 0 to 15 dB	Lw = 16 to 15 dB	N= 26 to 40 dB	Ld = 41 to 70 dB	Sh= 71 to 90 dB	Results	WCS	Voice scale
Number of phrases heard correctly	8/8					No hearing impairment	8	1
	7/8	1/8					9	
	6/8	2/8					10	
	5/8	3/8				No or slight hearing impairment	11	1.5
	4/8	4/8					12	
	3/8	5/8					13	
	2/8	6/8				Very mild hearing impairment	14	2
	1/8	7/8					15	
	8/8					16		
Number of phrases heard correctly	Wh = 0 to 15 dB	Lw = 16 to 15 dB	N= 26 to 40 dB	Ld = 41 to 70 dB	Sh= 71 to 90 dB	Results	WCS	Voice scale
		8/8				Very mild hearing impairment +	16	2
		7/8	1/8				17	
		6/8	2/8				18	
		5/8	3/8			Very mild to mild hearing impairment	19	2.5
		4/8	4/8				20	
		3/8	5/8				21	
		2/8	6/8			Mild hearing impairment	22	3
	1/8	7/8				23		
		8/8				24		
Number of phrases heard correctly	Wh = 0 to 15 dB	Lw = 16 to 15 dB	N= 26 to 40 dB	Ld = 41 to 70 dB	Sh= 71 to 90 dB	Results	WCS	Voice scale
			8/8			Mild hearing impairment +	24	3
			7/8	1/8			25	
			6/8	2/8			26	
			5/8	3/8		Mild to moderate hearing impairment	27	3.5
			4/8	4/8			28	
			3/8	5/8			29	
			2/8	6/8		Mild hearing impairment -	30	4
		1/8	7/8			31		
			8/8			32		
Number of phrases heard correctly	Wh = 0 to 15 dB	Lw = 16 to 15 dB	N= 26 to 40 dB	Ld = 41 to 70 dB	Sh= 71 to 90 dB	Results	WCS	Voice scale
				8/8		Moderate hearing impairment +	32	4
				7/8	1/8		33	
				6/8	2/8		34	
				5/8	3/8	Moderate to severe hearing impairment	35	4.5
				4/8	4/8		36	
				3/8	5/8		37	
				2/8	6/8	Severe hearing impairment -	38	5
			1/8	7/8		39		
				8/8		40		

Appendix: Vocal acoumetry cotation

The following table is the tool for general practitioners and geriatricians to classify the hearing of their patients, and compare the results with and without hearing aids. In red is the score of a patient on the first vocal acoumetry done without hearing aids; in blue is the score of that patient on the second vocal acoumetry performed with hearing aids. The voice scale in the last column allows to measure the functional gain in terms of voice level: in this example, the patient gains a voice and a half when using hearing aids.

297x420mm (300 x 300 DPI)

**STARD checklist for reporting of studies of diagnostic accuracy**  
(version January 2003)

Section and Topic	Item #		On page #
TITLE/ABSTRACT/ KEYWORDS	1	Identify the article as a study of diagnostic accuracy (recommend MeSH heading 'sensitivity and specificity').	2
INTRODUCTION	2	State the research questions or study aims, such as estimating diagnostic accuracy or comparing accuracy between tests or across participant groups.	3
<b>METHODS</b>			
<i>Participants</i>	3	The study population: The inclusion and exclusion criteria, setting and locations where data were collected.	3
	4	Participant recruitment: Was recruitment based on presenting symptoms, results from previous tests, or the fact that the participants had received the index tests or the reference standard?	3
	5	Participant sampling: Was the study population a consecutive series of participants defined by the selection criteria in item 3 and 4? If not, specify how participants were further selected.	3,4
	6	Data collection: Was data collection planned before the index test and reference standard were performed ( <b>prospective study</b> ) or after (retrospective study)?	3,4
<i>Test methods</i>	7	The reference standard and its rationale.	3,4
	8	Technical specifications of material and methods involved including how and when measurements were taken, and/or cite references for index tests and reference standard.	3,4
	9	Definition of and rationale for the units, cut-offs and/or categories of the results of the index tests and the reference standard.	3,4
	10	The number, training and expertise of the persons executing and reading the index tests and the reference standard.	3,4
	11	Whether or not the readers of the index tests and reference standard were blind (masked) to the results of the other test and describe any other clinical information available to the readers.	3
<i>Statistical methods</i>	12	Methods for calculating or comparing measures of diagnostic accuracy, and the statistical methods used to quantify uncertainty (e.g. 95% confidence intervals).	4,5
	13	Methods for calculating test reproducibility, if done.	5
<b>RESULTS</b>			
<i>Participants</i>	14	When study was performed, including beginning and end dates of recruitment.	5
	15	Clinical and demographic characteristics of the study population (at least information on age, gender, spectrum of presenting symptoms).	5
	16	The number of participants satisfying the criteria for inclusion who did or did not undergo the index tests and/or the reference standard; describe why participants failed to undergo either test (a flow diagram is strongly recommended).	5
<i>Test results</i>	17	Time-interval between the index tests and the reference standard, and any treatment administered in between.	3
	18	Distribution of severity of disease (define criteria) in those with the target condition; other diagnoses in participants without the target condition.	5
	19	A cross tabulation of the results of the index tests (including indeterminate and missing results) by the results of the reference standard; for continuous results, the distribution of the test results by the results of the reference standard.	6
	20	Any adverse events from performing the index tests or the reference standard.	No adverse events
<i>Estimates</i>	21	Estimates of diagnostic accuracy and measures of statistical uncertainty (e.g. 95% confidence intervals).	6
	22	How indeterminate results, missing data and outliers of the index tests were handled.	No ind. results, missing data or outliers
	23	Estimates of variability of diagnostic accuracy between subgroups of participants, readers or centers, if done.	Figure 2

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

	24	Estimates of test reproducibility, if done.	-cf AccumAudi o I
DISCUSSION	25	Discuss the clinical applicability of the study findings.	7-8

For peer review only

For peer review only - <http://bmjopen.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml>

# AcoumAudio I, II, III

## (congrès HEAL 2014)

---

Dear Dr Leusie,

More than 300 contributions accepted for presentation have made the program a great success!

We are glad to inform you that your submission entitled

**"Vocal acoumetry: A valid, easy and reliable tool for detecting, quantifying and following up hearing impairment in the elderly. AcoumAudio, a French institutionalized population study"**

has been accepted as an oral communication.

The Conference program will be available on the website <http://www.heal2014.org/> within two weeks, along with guidelines for oral and poster presentation.

Let us please remind you that only one communication can be presented per each registered participant (oral or poster).

Thank you for contributing to the success of the HEAL 2014 Conference!

We are much looking forward to seeing you in Cernobbio!

IMPORTANT NOTICE: This e-mail has been sent ONLY to the corresponding author. Please forward this message to those who will actually present this communication.

anytime health related teaching was conducted. One couple used the devices in their daily communication between each other. Overall, the devices were highly accepted and found to be useful. Frequency modulation devices are useful tools to improve speech understanding in a cost effective manner. It is essential when purchasing frequency modulation devices to consider the cost, the quality, and size of the buttons and knobs for ease of use with older persons. In addition, frequency modulation devices will be helpful to improve privacy concerns in all healthcare areas. Recommendations would be to use frequency modulation devices in long term care environments for all healthcare related communication.

**VOCAL ACOUMETRY: A VALID, EASY AND RELIABLE TOOL FOR DETECTING, QUANTIFYING AND FOLLOWING UP HEARING IMPAIRMENT IN THE ELDERLY. ACOUMAUDIO, A FRENCH INSTITUTIONALIZED POPULATION STUDY**

Leusie S<sup>1,2,3,4</sup>, Perrot X<sup>1,2,3,4,5</sup>, Renard C<sup>3</sup>, Aubel D<sup>3</sup>, Vergnon L<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INSERM U1028; CNRS UMR5292; Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, Bron; <sup>2</sup>Claude Bernard - Lyon 1 University, Villeurbanne; <sup>3</sup>GRAPsanté, Eaubonne-Montmorency; <sup>4</sup>Fondation Neurodis, Bron; <sup>5</sup>Hospices Civils de Lyon, Department of Audiology and Orofacial Explorations, Lyon Sud Teaching Hospital, Pierre-Bénite, France

**Background:** In the absence of treatment, presbycusis can lead to serious complications. Combining early hearing aid wearing with auditory-verbal rehabilitation is an effective solution. However, it is insufficiently prescribed, mainly because hearing screening is not systematically made during non-specialized consultations. Most often, the diagnosis is delayed and elderly patients have to wait for an ENT consultation to carry out a pure tone audiometry (TAud).

**Objective:** To assess the vocal acoumetry (VAc) as an alternative to the gold standard test represented by the TAud, firstly to detect and quantify hearing impairment, secondly to evaluate the functional gain of aural rehabilitation.

**Method:** Cross-sectional comparative study in 207 institutionalized elderly, aged over 60 years. Participants' hearing was evaluated using free-field VAc and air conduction TAud. We assessed the informational value of whispered VAc and tested for a correlation between VAc and TAud measurements. Finally, VAc with and without hearing aids were tested in 77 patients and the resulting functional gain was compared with a test-retest procedure in a matched group of 77 patients without hearing aids.

**Results:** Whatever the selected diagnostic threshold for TAud (15, 21 or 30dB HL), whispered VAc showed a 100% sensitivity, whereas optimal specificity (91%) was achieved for a 15-dB threshold. The linear regression analysis showed a positive correlation between audiometric and acoumetric data. Finally, the auditory functional gain was statistically significant only in the group wearing hearing aids.

**Conclusions:** VAc is an adequate clinical test for screening and quantification of hearing loss in the institutionalized elderly. Requiring no equipment, it is easily usable by all carers, especially geriatricians and GPs. Its systematic implementation could facilitate early management of presbycusis and avoid complications. Furthermore, VAc could be a simple and rapid method for assessing aural rehabilitation benefit in conditions closer to the daily life than TAud.

**L'appareillage auditif  
est-il la réponse unique à la  
presbyacousie ?**

**L'Acoutest**

# L'appareillage auditif est-il la réponse unique à la presbyacousie ?

## Is hearing aid the only solution for presbycusis?

Séverine LEUSIE, Marc PREVEL, David AUBEL, Samir DHOUIB, Monique FERRY, Philippe TAURAND, Laurent VERGNON pour le GRAP<sup>santé</sup>

### RÉSUMÉ

Nombreuses sont les personnes âgées qui consultent pour des troubles de la mémoire et qui sont confrontées à une série de tests tels que le Mini Mental State Examination (MMSE) permettant de dépister des troubles cognitifs de type Alzheimer. La presbyacousie touchant les fréquences sonores aiguës, un patient atteint de presbyacousie comprendra mieux des phrases graves que des phrases aiguës, à condition qu'il ne soit pas atteint de troubles cognitifs interférant la bonne compréhension d'un message oral. Les résultats de l'étude clinique sur des sujets presbyacousiques appareillés versus des sujets normoentendants montrent que les sujets presbyacousiques appareillés comprennent davantage les phrases graves du test administré pour cette étude que les phrases aiguës. Pour les phrases aiguës, le traitement de l'information auditive entre les normoentendants et les presbyacousiques appareillés diffère de façon significative au seuil de 5% (< 0,0001). Ce qui nous permet de conclure que le test proposé dans cette étude permet avant tout de détecter un trouble du traitement de l'information auditive chez des patients presbyacousiques appareillés car si l'appareillage est indispensable, il n'est pas suffisant pour combler le déficit auditif des phonèmes aigus.

**Mots clés :** Presbyacousie - Traitement de l'information perçue auditive - Perception - Troubles cognitifs - Phonèmes aigus - Aides auditives.

Orthophoniste (SL) ; Chef de Service Urgences Saint Denis (MP) ; Audioprothésiste (DA) ; ORL Praticien Hospitalier (SD) ; Gériatre, ancien Chef de Service, INSERM (MF) ; Chef de Service Gériatrie, Hôpital Simone VEIL (PhT) ; ORL ancien Chef de Service, Fondateur du GRAP<sup>santé</sup> (LV) ; France. Article reçu le 02.11.2010 et accepté le 22.11.2010.

### SUMMARY

Many elderly subjects complain of memory loss and undergo a battery of tests including the Mini Mental State Examination (MMSE) which allows screening cognitive impairments such as Alzheimer's Disease. Presbycusis affects mainly high frequency tones, thus presbycusis patients will better understand low frequency instructions, providing that they have no cognitive impairment. The results of the clinical study on presbycusis patients with a hearing aid versus normal hearing subjects demonstrate that the first group better understand low-frequency sentences of the administrated test than high-frequency ones. For high frequency speech, the processing of auditory input information significantly differs between normal hearing subjects and presbycusis patients equipped with a hearing aid at the threshold value of 5% (0,0001). This allows us to conclude that the test proposed in this study enables the detection of auditory information processing impairment in presbycusis patients with hearing aids. Hearing aid, although necessary, is insufficient to compensate high-frequency loss of hearing.

*La Revue de Gériatrie 2011 ; 36:39-44.*

**Key words:** Presbycusis - Auditory information processing - Perception - Cognitive impairment - High frequency speech - Hearing aid.

Auteur correspondant : Docteur Laurent Vergnon, 42 rue Saint Martin, 95300 Pontoise ; France.  
E-mail : laurent@vergnon.net

**L**a presbycousie est une maladie qui survient lors du vieillissement, tardivement si l'oreille a été protégée durant la vie ou précocement après des traumatismes sonores ou encore la prise de produits ototoxiques <sup>(1)</sup>. Elle consiste essentiellement dans la destruction des cellules ciliées externes (cellules sensorielles auditives associées aux cellules ciliées internes). Ces détériorations rendent de plus en plus difficile la perception des sons aigus. Ainsi, la cognition mal ou non informée n'arrive plus à recevoir des messages compréhensibles <sup>(2)</sup>.

Nous savons tous que la baisse d'audition lors de l'avancée en âge frappe la plupart des personnes âgées mais la prévalence de ce trouble n'a pas fait l'objet d'études très poussées et les statistiques donnent une très grande fourchette de réponses avec une moyenne de l'ordre de 70% en institution <sup>(3)</sup>.

## LE ROLE DE LA COGNITION

La cognition se développe parce qu'elle est sollicitée par nos sens et l'audition en est l'une des entrées principales. Elle permet à cette dernière de se construire et d'apporter au sujet les solutions les plus adaptées à ses besoins par rapport à son environnement sonore <sup>(2)</sup>.

Le système auditif peut apparaître à l'observation comme composé de 3 sous-systèmes :

- la perception : elle consiste dans la captation, l'amplification et le transcodage des pressions impulsionnelles environnantes <sup>(4)</sup> ;
- le Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues Auditives (STNIP A) fait partie intégrante de la cognition. Nous utilisons cet acronyme à la place du mot "entendement" qui peut prêter à confusion. Anatomiquement, le STNIP A est supporté par la voie auditive et physiologiquement, son rôle est de manipuler les influx nerveux de la cochlée jusqu'au cortex auditif primaire, transformant ce qu'il a reçu de l'oreille en un produit auditif parfaitement assimilable par la cognition <sup>(4)</sup>. C'est donc à son niveau que les conséquences de la presbycousie vont se faire le plus sentir <sup>(2)</sup> ;
- la cognition générale : elle reçoit tous ces éléments auditifs qu'elle fusionne et fond dans l'agitation de l'activité cérébrale <sup>(2)</sup>.

Avec l'âge les troubles cognitifs voient leur fréquence augmenter sans que certains trouvent un lien entre ces

troubles et la surdité <sup>(3)</sup> alors que d'autres reconnaissent une fréquence plus importante de la presbycousie dans les populations démentes <sup>(4-5)</sup>. Quoiqu'il en soit, les personnes âgées sont de plus en plus nombreuses à se voir proposer une série de tests cognitifs du type du Mini Mental State Examination (MMSE) et très souvent sans contrôle de l'audition <sup>(6,7,10)</sup>.

Lorsqu'il existe une surdité de type "presbycousie", la distinction entre un trouble cognitif et un défaut de compréhension d'une consigne proposée, est primordiale pour déterminer si un mauvais score - au MMSE par exemple - est dû au fait que le patient n'a pas compris la question ou qu'il n'a pas entendu correctement la consigne <sup>(8)</sup>.

## LA PLACE DE LA PRESBYCOUSIE

Pour explorer l'audition, le gériatre dispose de l'acoumétrie vocale qui détecte de manière très efficace les troubles auditifs mais qui est rarement utilisée, et du recours à l'ORL pour une audiométrie qui permet de chiffrer la surdité et d'en préciser le type <sup>(4)</sup>. La presbycousie frappe pratiquement toutes les personnes âgées à des degrés divers. Seules celles qui présentent une gêne sociale développent les conséquences de l'isolement comme la dépression <sup>(5)</sup>.

Par contre, il est fréquent que deux audiogrammes identiques ne signent pas deux niveaux similaires de compréhension. De plus, des personnes avec un niveau d'audition relativement bas sont capables de mettre en place des systèmes de compensation neurologique qui sauvegardent une compréhension opérante pendant longtemps sans qu'il y ait besoin d'aide extérieure <sup>(8,9)</sup>.

La compensation instrumentale par deux aides auditives va apporter une assistance importante tant que les cellules ciliées externes malades resteront fonctionnelles. Une fois mortes, il ne sera plus possible d'espérer le moindre résultat de leur part <sup>(11)</sup>. En pratique ce sont les cellules qui captent les sons les plus aigus qui meurent les premières et les pertes s'étendent progressivement vers celles qui captent les graves. Pendant très longtemps ces destructions n'affectent que la musique mais dès qu'elles viennent à toucher la zone conversationnelle du champ auditif, les phrases à composantes phonétiques aiguës deviennent difficiles puis impossibles à décrypter (le malade entend mais ne comprend pas...) <sup>(4, 12)</sup>.

L'habitude veut qu'il soit indispensable d'avoir recours à un appareillage bilatéral. Si les aides auditives suffisent

au début de la presbycousie, elles deviennent insuffisantes avec le temps. C'est ainsi que les appareils peuvent être abandonnés alors qu'ils sont toujours indispensables pour apporter une base à la suppléance fonctionnelle développée par le patient lui-même et/ou l'orthophoniste. Les appareils sont nécessaires jusqu'à la fin de vie mais peuvent ne pas être suffisants<sup>(8, 12)</sup>.

On peut identifier chez un presbycousique, appareillé ou non, un dysfonctionnement du Système de Traitement Neuronal des Informations Perçues Auditives (STNIP A) si la situation d'évaluation se rapproche d'une situation réelle d'audition (phrases). Rappelons que l'audiométrie classique ne le permet pas<sup>(4,20)</sup>. En effet, une audiométrie tonale ne permet que de chiffrer le seuil de perception de sons purs, ceux-ci n'existant pas dans la nature, le résultat est purement théorique. L'oreille ne perçoit que des sons complexes. Quant à l'audiogramme vocal il ne permet que d'évaluer la compréhension de mots bi syllabiques et non de phrases<sup>(12)</sup>, or leur enveloppe sonore est complètement différente.

### L'ÉTUDE CLINIQUE

#### Objectif

Le patient presbycousique peut-il compenser, uniquement avec un appareillage auditif les distorsions entraînées par la perte des aigus ?

L'hypothèse de départ est la suivante : les patients presbycousiques appareillés entendent moins bien les phrases comportant des phonèmes aigus que les phrases contenant des phonèmes graves.

Dans cet objectif nous avons validé un test permettant de repérer chez des patients presbycousiques appareillés un défaut "d'entendement" des phrases aigües. Cette étude implique une méthode scientifique spécifique décrite ci-dessous dont les résultats obtenus seront exposés et ensuite discutés.

#### La méthode

##### Les sujets

Nous avons réalisé une étude clinique transversale comparative sur 30 sujets presbycousiques appareillés. Pour ces sujets qui ne devaient avoir bénéficié ni d'un travail personnel d'adaptation, ni d'une rééducation orthophonique, nous avons choisi des patients appareillés depuis plus de 4 semaines et moins de 12 semaines, versus 30 sujets témoins normoentendants.

Les données de l'étude ont été recueillies sur deux sites :

- le laboratoire de David Aubel, audioprothésiste du GRAP<sup>santé</sup> ;
- l'hôpital Simone Veil dans la salle d'audiométrie et de testing du GRAP<sup>santé</sup> au sein du service de gériatrie du Docteur Philippe Taurand.

#### a. Critères d'inclusion

Sujets presbycousiques :

- âge  $\geq 40$  ans ;
- atteints d'une presbycousie avec au moins 20dB de perte moyenne (max. 70 dB) ;
- appareillés des deux côtés depuis 1 à 3 mois ;
- ayant un MMSE normal ( $\geq 27/30$ ) ;
- autorisation signée (loi Huriet).

Sujets témoins :

- âge  $\geq 18$  ans ;
- présentant une perte auditive moyenne maximale de 15dB ;
- ayant un MMSE normal ( $\geq 27/30$ ) ;
- autorisation signée (loi Huriet).

#### b. Critères de non-inclusion

- Sujets n'ayant pas passé l'ensemble du test.

Après un essai du test et l'entraînement personnel à l'audiométrie, au MMSE et à la passation du test de l'étude, les évaluations ont eu lieu du 15 mars au 31 mai 2010. La durée de l'épreuve a été de 30 à 35 minutes. 81 sujets ont été concernés dont 60 ont été retenus.

L'évaluation de "l'entendement" dans les deux groupes de sujets a porté sur des phrases (consignes d'exécution) dont le critère de jugement est la compréhension au seuil "d'intelligibilité" du sujet. Cet outil est utilisé en cours d'examen.

#### Le test

Le test diagnostique visant à discriminer "l'entendement" des phrases aigües et graves chez des patients presbycousiques appareillés est composé de 10 phrases à composantes phonétiques aigües et de 10 phrases à composantes phonétiques graves et médium. Cet outil est appelé "test d'entendement".

Neuf phonèmes à fréquences élevées, (et donc supposés être mal perçus en cas de presbycousie) ont été retenus

pour la formulation des consignes : [j], [z], [v], [p], [t], [k], [ch], [s], [f].

Ils ont été choisis à partir de l'acougramme phonétique de Madame Borel-Maisonny <sup>(13)</sup> et sont repris dans une figure d'Annie Dumont <sup>(14)</sup>, les situant à plus de 2 000 Hz dans le champ des fréquences. Les consonnes et les voyelles s'influençant entre elles dans la chaîne parlée <sup>(15)</sup>, certaines voyelles telles que le [i] et le [é] ont été utilisées préférentiellement afin de rendre les mots les plus aigus possible.

A titre indicatif, nous présentons ici un exemple d'acougramme (figure ci-dessous) montrant pour 3 consonnes occlusives sourdes : /p/, /t/, /k/ et sur un dispositif simplifié, l'apport de cet outil pour le choix des consonnes qui ont été utilisées dans notre test <sup>(13)</sup>.

Ainsi, 9 phrases comportent chacune un phonème cible aigu contenu dans des mots clés de la consigne (si possible en position initiale, finale et médiane du mot) et une dixième phrase reprend l'ensemble des 9 phonèmes aigus. En opposition, 10 autres phrases ne comportent pas (ou très peu) de phonèmes définis comme aigus mais reprennent les mêmes consignes que les phrases aiguës.

Ainsi les 10 phrases composées de phonèmes aigus permettent si le patient presbyacousique appareillé les reconnaît, de distinguer ceux pour lesquels l'appareillage suffit actuellement et s'il ne les reconnaît pas, ceux pour qui l'appareillage est insuffisant.

Les 10 phrases sans phonème aigu permettent, lorsqu'elles sont comprises, de rechercher chez les presbyacousiques appareillés et chez les sujets normoentendants le seuil "d'entendement".

**Technique de recueil des données**

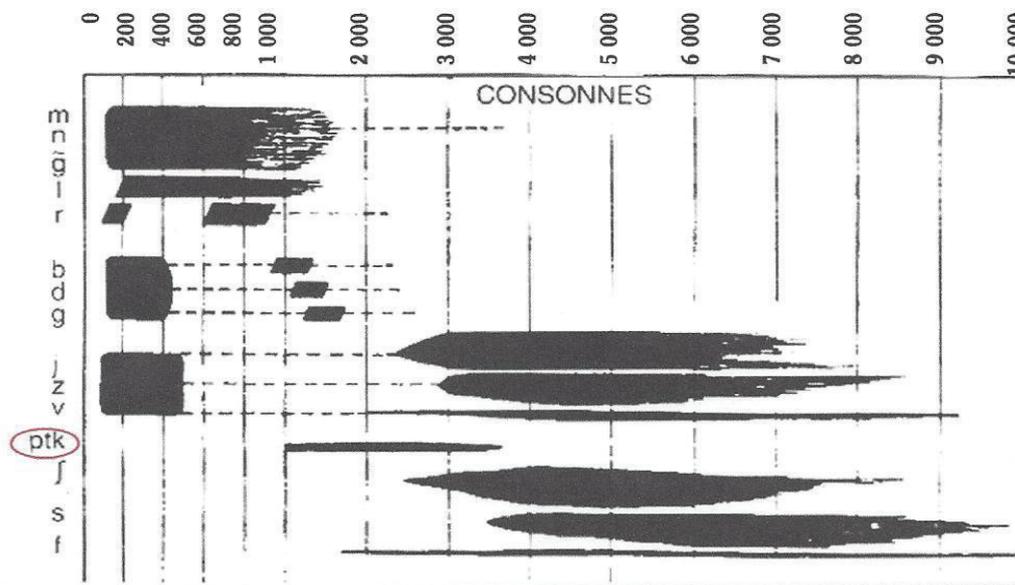
L'examen se déroule en 5 étapes.

**a. Interrogatoire**

Il précise en particulier l'âge et l'appareillage.

**b. MMSE**

La passation du test du MMSE fait partie de l'examen dans l'intérêt d'écarter les sujets atteints de troubles cognitifs <sup>(7)</sup>. Un résultat égal ou supérieur à 27/30 au MMSE est exigé pour tous les sujets, en ne prenant en compte que le niveau socioculturel le plus élevé, afin qu'il y ait le moins de confusions possible entre "entendement" et cognition <sup>(16)</sup>.



Dispositif simplifié de la zone des phonèmes (consonnes) Les cahiers de la CFA, 1961. D'après Renard X et Lefèvre F. Précis d'audioprothèses <sup>(12)</sup>.

**Figure : Acougramme phonétique de Borel-Maisonny.**

Figure: Phonetic acougram of Borel-Maisonny.

**c. Audiogramme en champ libre**

Un audiogramme en champ libre est réalisé pour tous les sujets, selon les recommandations du BIAP<sup>(17)</sup> et avec aides auditives pour les presbycousiques. Le choix de l'audiométrie en champ libre est dicté par la présence d'aides auditives dans l'une des deux populations, ce qui exclut tout examen avec un casque (Larsen).

**d. Choix de l'intensité**

Ce choix est réalisé grâce à des phrases d'essai.

**e. Test "d'entendement"**

Nous avons choisi, pour rendre le test plus discriminant, d'enregistrer un CD audio avec une voix de femme.

Afin d'éviter de démotiver les patients par une série d'échecs aux phrases aiguës, tous les tests (normoentendants et presbycousiques appareillés) ont été commencés par les 10 phrases graves<sup>(18-19)</sup>.

**LES RÉSULTATS**

Chez le normoentendant, le seuil d'intelligibilité en audiométrie vocale étant défini comme le niveau pour lequel 50% des mots sont répétés<sup>(21)</sup>, on a supposé que dans des phrases, il est plus facile de comprendre en s'aidant du sens global et du contexte de la phrase. Le seuil "d'entendement" pour cette étude est donc plus exigeant. Arbitrairement, nous l'avons fixé à 70%, c'est-à-dire que 7 phrases sur 10 au minimum doivent être comprises pour parler "d'entendement" correct, aussi

bien chez les sujets témoins que chez les sujets presbycousiques appareillés. Ces résultats ont pu être obtenus par le test du Chi<sup>2</sup>.

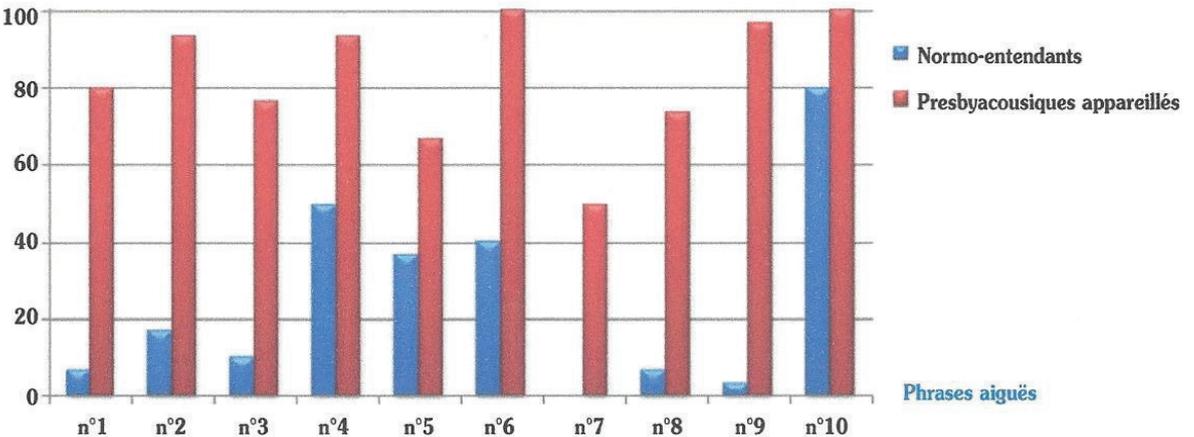
	Normo entendants	Presbycousiques appareillés	Test du Chi <sup>2</sup>	(p)
<b>Sujets - effectifs</b>	30	30		
Aiguës			42,9	< 0,0001
Positifs	25 (83,3%)	0 (0%)		

D'après les résultats, la différence "d'entendement" des phrases aiguës entre les sujets normoentendants et les sujets presbycousiques appareillés est significative au seuil de 5% (< 0,0001), avec un delta de pourcentage très important.

	Normo entendants	Presbycousiques appareillés	Test du Chi <sup>2</sup>	(p)
<b>Sujets - effectifs</b>	30	30		
Graves			4,32	0,04
Positifs	28 (93,3%)	22 (73,3%)		

En analyse secondaire, on note que la différence "d'entendement" des phrases graves entre les deux populations de sujets est également significative au seuil de 5% (< 0,05) mais avec un delta de pourcentage beaucoup plus faible. Cette partie des résultats atteint juste le seuil de signification du fait d'un nombre trop restreint de sujets.

Nombre de sujets (%)



**Graphique : Pourcentages de sujets normoentendants et presbycousiques n'entendant pas les phrases aiguës.**

Graph: Percentages of normal hearing subjects and presbycusis patients having a high-frequency loss of hearing.

Par ailleurs, on peut noter que le pourcentage d'individus n'ayant pas entendu les phrases aiguës varie selon la phrase présentée chez les deux groupes. L'écart "d'entendement" entre presbyacousiques appareillés et normoentendants pour chaque phrase n'est cependant pas constant, ce qui laisse à supposer que des facteurs extérieurs aux phrases elles-mêmes interviennent.

## CONCLUSION

Cette étude montre une discrimination significative entre les sujets normoentendants et les sujets presbyacousiques appareillés quant à "l'entendement" des phrases aiguës, et secondairement des phrases graves. Le delta de pourcentages étant très important entre les deux populations pour les phrases aiguës comparées aux phrases graves, notre hypothèse de départ est confirmée : les patients presbyacousiques appareillés entendent moins bien des phrases comportant des phonèmes aigus que des phrases contenant des phonèmes graves.

Le patient presbyacousique ne semble donc pas pouvoir compenser, uniquement avec un appareillage auditif, les distorsions entraînées par la perte des aigus. Il serait intéressant de compléter cette étude par un groupe de sujets plus large comportant en sus une compensation fonctionnelle pour compléter la compensation instrumentale.

Ces résultats incitent à utiliser ce test chez les personnes presbyacousiques appareillées pour révéler un déficit du traitement neuronal des informations perçues auditives (STNIP A) faute d'une perception correcte et donc source potentielle d'une gêne sociale.

Si l'appareillage est indispensable, il n'est cependant pas suffisant d'où la nécessité d'une compensation fonctionnelle pour un patient gêné socialement. Cette compensation fonctionnelle pourrait être réalisable grâce à une rééducation orthophonique dont les modalités restent à définir.

*Conflits d'intérêt : Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt concernant cet article.*

## RÉFÉRENCES

1. **Prevel M, Dhouib S, Aubel D, Vergnon L.** La presbyacousie : signes, diagnostic, conduite à tenir. *La revue de gériatrie.* 2003;10:804-820.
2. **Prevel M, Leusie S, Aubel D, Dhouib S, Ferry M, Langumier J-F, et al.** La presbyacousie : n'oublions pas le STNIP A "Système de Traitement Neurologique des Informations Perçues, Auditives". *La Revue de Gériatrie.* à paraître.
3. **Allen H, Burns A, Newton V, Hickson F, Ramsden R, Rogers J.** The effect of improving hearing in dementia. *Age and Aging.* 2003;32:189-193.
4. **Vergnon L, Aubel D, Lacombe-Scozzaro M-C, Langumier J-F.** L'audition dans le chaos. *Elsevier Masson.* 2008 :220-408, pp.460.
5. **Pouchain D, Dupuy C, San Jullian M, Dumas S, Vogel M-F, Hamdaoui J, et al.** La presbyacousie est-elle un facteur de risque de démence ? Etude AcouDem GRAP (Groupe de Recherche Alzheimer Presbyacousie). *La Revue de Gériatrie.* 2007 ; 32:439-445.
6. **Gold M, Lightfoot LA, Hnath-Chisolm T.** Hearing loss in a memory disorders clinic. A specially vulnerable population. *Arch Neurol.* 1996;53:922-928.
7. **Derouesné C, Poitreneaud J, Hugonot L, Kalafat M, Dubois B, Laurent B.** Le Mini-Mental State Examination (MMSE) : un outil pratique pour l'évaluation de l'état cognitif des patients par le clinicien. *Presse Med.* 1999 ; 28 : 1141-1148.
8. **Lipkin M, Williams ME.** Presbycusis and communication. *J Gen Intern Med.* 1986; 1:399-401.
9. **Haroutunian D.** Les presbyacousies : manuel de rééducation de la compréhension pour surdités acquises : *Ortho éd.* 2000 : 51 p.
10. **Uhlmann RF, Teri L, Rees TS, Mozlowski KJ, Larson EB.** Impact of mild to moderate hearing loss on mental status testing. Comparability of standard and written Mini-Mental State Examinations. *J Am Geriatr Soc.* 1989;37:223-228.
11. **Production, phonétique acoustique et perception de la parole (ouvrage collectif) dirigé par Xavier RENARD.** Précis d'Audioprothèse. Collège National d'Audioprothèse. Ed. Masson 2008.
12. **Précis d'Audioprothèse (ouvrage collectif) dirigé par Xavier RENARD.** Tome I : Le Bilan d'Orientation Préprothétique - Tome II : Le Choix Prothétique - Tome III : Contrôle de l'Efficacité Prothétique. Ed. Collège National d'Audioprothèse, Paris 2006.
13. **Borel-Maisonny S.** L'acougramme phonétique. *Cahier de la CFA.* 1961;7.
14. **Bondy L.** Éléments de phonétique. *Les cahiers Baillière.* (1968).
15. **Dumont A.** Orthophonie et surdité Communiquer, apprendre, parler. Elsevier Masson. 2008;13-20.
16. **Giard MH, Collet L, Bouchet P, Pernier J.** Auditory selective attention in the human cochlea. *Brain Res.* 1994 ; 633: 353-356.
17. **Recommandations du Bureau International d'AudioPhonologie (BIAP).** Annexe de la recommandation BIAP du 23/1/1996. Inventaire des épreuves d'audiophonologie : acoumétrie vocale, sous chapitre acoumétrie verbale. Décision 23.
18. **Pisoni D.B.** On the Perception of Speech Sounds as Biologically Significant Signals. *Brain Behav. Evol.* 1979 ;16:330-350.
19. **McAdams S, Bigand E.** Penser les sons. Psychologie cognitive de l'audition. PUF 1998.
20. **Collège National d'Audioprothèse.** L'appareillage de l'adulte, Le Bilan d'Orientation Prothétique. (2007) Précis d'audioprothèse : 1 : 256-261.
21. **Fournier J-E.** Audiométrie Vocale. Les épreuves d'intelligibilité et leurs applications au diagnostic, à l'expertise et à la correction prothétique des surdités. *Maloine.* 1951: 34-35.

# Étude 1 «ACADem»

## (Poster)

**LEUSIE Séverine**

*INSERM U1028 - CNRS UMR5292 – Lyon 1 University, Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, Bron, F-69500, France;*

*Department of Audiology and Orofacial Explorations, Lyon Sud Teaching Hospital, F-69495 Pierre-Bénite Cedex, France.*

**Title.** Auditory deprivation and cognitive functioning in the elderly.

**Background.** In the absence of treatment, elderly's hearing impairment (presbycusis) can lead to serious complications, especially depression and cognitive disorders. The recommended treatment consists in wearing hearing aids with auditory-verbal rehabilitation.

**Objective.** To assess whether hearing aid wearing among elderly hearing impaired subjects can preserve from a cognitive degradation. We hypothesize that patients wearing hearing aids have better cognitive performances than patients who have not.

**Method.** Cross sectional study in 215 institutionalized elderly, aged over 60 years (average age of 87 years old), dispatched on two groups : wearing hearing aids versus not. Various tests have been conducted :

- For hearing abilities : tonal audiometry and vocal acoumetry;
- For cognitive abilities : MMSE, 5 words test of Dubois, clock test, verbal fluence of Isaacs;
- For psychological state : Covi scale (anxiety) and Mini GDS (depression).

**Results.** 122 subjects without hearing aids and 93 subjects wearing hearing aids (61 with a functional bilateral hearing gain) were included. At equivalent mean tonal threshold, patients wearing hearing aids had better performances to cognitive tests than patients not wearing hearing aids despite a higher average age. As regards psychological evaluations, depression is statistically more prevalent in wearing hearing aids group ( $p < 0,002$ ) whereas no statistically difference exists for anxiety between the two groups ( $p = 0,164$ ).

**Conclusions.** Early hearing aid wearing would preserve presbycusis patients from a cognitive degradation. The follow-up and the auditory rehabilitation would make patients better users of their hearing aids. A clinical study on this topic is under way.

# Auditory deprivation and cognitive functioning in the elderly

**Séverine LEUSIE**

PhD supervisor: Xavier PERROT

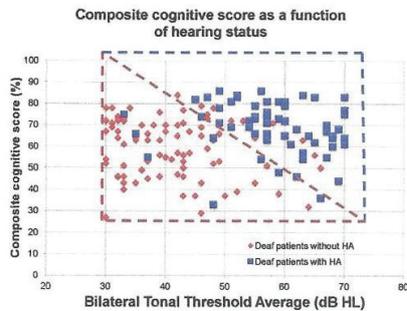
Collaborators: Lionel COLLET, François PUISIEUX, Elisabeth BROQUET, David AUBEL, Christian RENARD, Paul VIUDEZ, Jean-François HERT, Philippe TAURAND, Mireille SAN JULLIAN, Christian BATCHY, Judith AUBEL, Laurent VERGNON, for the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP<sub>santé</sub>)

INSERM U1028 – CNRS UMR 5292, Lyon Neuroscience Research Center, Brain Dynamics and Cognition Team, Lyon - France

## Introduction

**Background.** In the absence of treatment, age-related hearing loss can lead to serious complications, especially depression and cognitive disorders. The recommended intervention consists in early wearing of hearing aids (HA) with auditory-verbal rehabilitation.

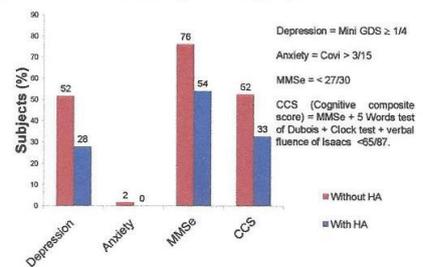
**Objective.** To assess whether hearing aid wearing among hearing impaired elderly people can preserve from a cognitive degradation. We hypothesize that patients wearing hearing aids have better cognitive performances than patients who don't.



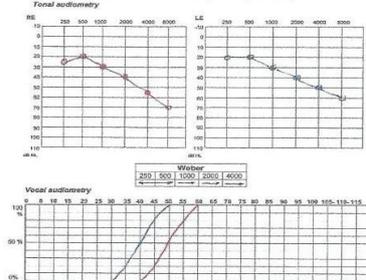
## Method

**Method.** Cross sectional study in 215 institutionalized elderly (152 female and 63 male) aged over 60 years (average age of 87 years old), divided into two groups : one with hearing aids and the other without. Various tests have been conducted : for **hearing abilities** : tonal audiometry and vocal acoumetry; for **cognitive abilities** : MMSe, 5 words test of Dubois, clock test, verbal fluence of Isaacs; for **psychological state** : Covi scale (anxiety) and Mini GDS (depression).

## Cognitive abilities and psychological status in the two experimental groups

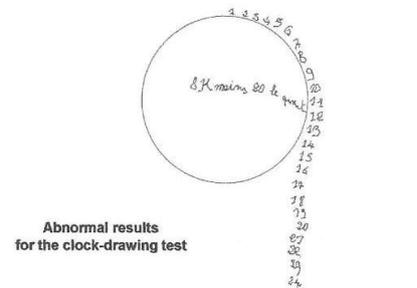


## Audiometric results of a presbycusis patient



## Results

122 subjects without HA and 93 subjects with HA (61 with hearing gain) were included. For an equivalent average tonal threshold, patients wearing HA had better cognitive performances than patients without HA ( $p < 0,001$ ), despite a higher mean age. Regarding psychological assessment, depression score is statistically higher in the group without HA ( $p = 0,002$ ), whereas no statistically significant difference in anxiety score between the two groups was found ( $p = 0,164$ ).



Abnormal results for the clock-drawing test

## Discussion

Showing that deaf people wearing hearing aids have better cognitive performances than deaf people not wearing hearing aids, this study is in favor of early equipment to prevent cognitive deterioration linked to deafness. Only 28% of the subjects tested in this study had functional hearing aids. This reveals a lack of screening, management and monitoring of deafness which could be largely improved thanks to vocal acoumetry and hearing circuits as recommended by the GRAP<sub>santé</sub> (close collaboration around presbycusis patient between general practitioner, geriatrician, ENT, hearing aid specialist, speech therapist and presbycusis' caregiver).

## Conclusion

Early hearing aid wearing may preserve presbycusis patients from a cognitive degradation, while the reason for a higher depression score remains unclear. Follow-up and auditory rehabilitation could help patients for a better use of their hearing aids. A clinical trial on this topic is under way.

## References :

- o Pouchain D, Dupuy C, San Julian M, Dumas S, Vogel MF, Hamdaoui J, et al. La presbyacousie est-elle un facteur de risque de démence ? *La revue de gériatrie*. 2007;32:439-445.
- o Perrot X. Déficit neuro-sensoriel chez le sujet âgé - Troubles auditifs. *Rev. Prat.* 2012;62(9): 1311-1319.
- o Lin FR, Melter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol.* 2011;68(2):214-220.
- o BIAP Recommendation n° 02/1bis. Audiometric classification of hearing impairments. October 26th, 1996.
- o Haute Autorité de Santé. Appareils électroniques correcteurs de surdité. *Rapport d'evaluation de la CEPP*. Avril 2008 ;124p.

# Étude 1 « ACADem »

(article)

# Étude n°1 « ACADem »

## Privation sensorielle auditive et fonctionnement cognitif chez le sujet âgé

Leusie S<sup>1,2,3,4,5</sup>, Vergnon L<sup>3</sup>, Puisieux F<sup>3,6</sup>, Dhouib<sup>3,7</sup>, Taurand P<sup>3,8</sup>, Aubel J<sup>3,8</sup>, Brocquet E<sup>3,6</sup>, Aubel D<sup>3</sup>, Renard C<sup>3</sup>, San Jullian M<sup>3,8</sup>, Cohen H<sup>3</sup>, Froger B<sup>3,8</sup>, Kieffer B<sup>3,8</sup>, Perrot X<sup>1,2,5</sup>, pour le GRAP*santé*

<sup>1</sup>INSERM U1028; CNRS UMR5292; Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, Equipe Dynamique Cérébrale et Cognition, 69500, Bron, France ;

<sup>2</sup>Université Claude Bernard Lyon 1 ; 69100, Villeurbanne, France ;

<sup>3</sup>GRAP*santé*; 95160, Hôpital Simone Veil, Eaubonne-Montmorency, France ;

<sup>4</sup>Fondation Neurodis, 69675 Bron, France

<sup>5</sup>Hospices Civils de Lyon, Département d'Audiologie et d'Explorations Orofaciales, Hôpital Universitaire Lyon Sud ; 69310, Pierre-Bénite, France

<sup>6</sup>Hôpital Universitaire de Lille, Département de Gérontologie, 59037 Lille Cedex, France

<sup>7</sup>Simone Veil Hospital, department of ENT, 95160, Eaubonne-Montmorency, France

<sup>8</sup>Simone Veil Hospital, department of Gerontology 95160 Eaubonne-Montmorency, France

**Mots clés** : surdité, capacités cognitives, état psychologique, aides auditives, personnes âgées, désafférentation auditive.

## Résumé :

**Background.** En l'absence de traitement, la surdité de la personne âgée (presbycusie) peut entraîner de graves complications, en particulier dépression et troubles cognitifs. Le traitement actuel préconisé consiste dans le port précoce d'un appareillage auditif bilatéral.

**Objectif.** Évaluer l'impact du port d'un appareillage auditif bilatéral sur les capacités cognitives et l'état psychologique de sujets âgés malentendants.

**Méthode.** Étude observationnelle transversale réalisée sur 215 sujets de plus de 60 ans (âge moyen 87 ans), institutionnalisés, répartis en deux groupes : appareillés versus non appareillés. Des examens évaluant les capacités auditives (audiométrie tonale et acoumétrie vocale), les capacités cognitives (MMSE, test des 5 mots de Dubois, test de l'horloge, test de fluence verbale d'Isaacs) et l'état psychologique (Covi pour l'anxiété et Mini GDS pour la dépression) ont été pratiqués pour tous les sujets. Des comparaisons intergroupes (sujets non appareillés vs appareillés) et intragroupes (sujets appareillés avec vs sans gain auditif) ont été menées.

**Résultats.** Parmi les sujets malentendants, 117 sujets non appareillés et 84 sujets appareillés (dont 68 avaient un gain auditif fonctionnel) ont été comparés. Les scores cognitifs étaient significativement plus élevés chez les patients appareillés ( $p=0,002$ ). Les troubles cognitifs étaient présents chez 65% des malentendants porteurs d'aides auditives efficaces, chez 83% des sujets non appareillés, et chez 100% des sujets porteurs d'aides auditives inefficaces. Les patients malentendants non appareillés manifestaient davantage de signes dépressifs ( $p=0,004$ ).

**Conclusion & Perspectives.** Les patients malentendants appareillés avaient des performances plus élevées aux tests cognitifs et un meilleur état psychologique que les patients malentendants non appareillés, malgré un âge moyen plus élevé. L'appareillage auditif précoce serait susceptible de préserver les patients presbycusiques de la dégradation cognitive et des troubles psychologiques induits par la perte auditive.

## Introduction

Les liens qui existent entre vieillissement, audition et cognition sont connus depuis deux décennies.[1, 2] Anstey et collègues en 2001 ont ainsi suggéré que l'âge avait d'une part un effet commun sur les fonctions cognitives et sensorielles, d'autre part des effets spécifiques respectivement sur les capacités cognitives et sur les capacités sensorielles, dont l'audition.[3] Mais les interactions sensori-cognitives ne s'arrêtent pas aux effets du vieillissement. Plusieurs études ont ainsi montré que la surdité liée à l'âge (presbyacousie) pouvait avoir des conséquences délétères sur la qualité de vie, sur l'humeur et sur les fonctions cognitives.[4, 5] Pouchain et al.,[6] Lin et al.,[7] et Gurgel et al.[8] ont révélé l'existence d'une relation entre les troubles auditifs et les troubles cognitifs chez les personnes âgées. D'une part, le risque relatif de développer des troubles cognitifs de type Alzheimer en présence de surdité serait 2,48 fois plus élevé dans une population de personnes institutionnalisées malentendantes avec gêne sociale que dans une population appariée de personnes non malentendantes.[6]. D'autre part, le risque de démence de type Alzheimer augmenterait de manière proportionnelle avec le niveau de perte auditive.[7, 8] Partant d'une corrélation entre audition et cognition, ces études récentes renforcent donc l'hypothèse d'un lien de causalité entre troubles auditifs et troubles cognitifs,[7, 8] susceptibles d'aggraver les effets directs du vieillissement.

Ces résultats sont d'autant plus importants que la population vieillissant, la prévalence des troubles cognitifs et des troubles auditifs ne cesse d'augmenter.[9, 10, 11] En 2002, la proportion de personnes présentant des troubles cognitifs en institution variait de 52 à 71% selon les méthodes d'évaluation.[12] En ce qui concerne l'audition, Allen et collaborateurs ont montré que 70 % des personnes entrant dans une maison de retraite avaient une atteinte auditive mais les données varient selon le seuil choisi.[13]

En France, l'allongement de l'espérance de vie de plus de quinze ans depuis 1950 fait de ces deux maladies une affaire de santé publique pour lesquelles peu de solutions sont envisagées.[14] A ce jour, aucun traitement efficace ne permet de traiter les troubles cognitifs de type Alzheimer. En revanche, pour la presbyacousie, il existe un traitement palliatif compensateur grâce au port d'aides auditives.[5, 15]

Il nous est donc apparu pertinent d'évaluer si le traitement de la presbyacousie par le port d'aides auditives pouvait préserver les sujets âgés malentendants d'une dégradation cognitive liée à l'hypoacousie, sachant que cette hypothèse inverse de la relation causale liant troubles auditifs et troubles cognitifs, n'a pas encore été démontrée à l'heure actuelle.

Dans une approche transversale, notre étude se proposait d'évaluer si les capacités cognitives de personnes âgées institutionnalisées hypoacousiques étaient meilleures chez celles portant des aides auditives que chez celles n'en portant pas.

## Sujets et Méthode

### Type d'étude

Étude épidémiologique transversale comparative dans une population de sujets institutionnalisés de plus de 60 ans réalisée à l'occasion d'un programme d'évaluation systématique des troubles auditifs et des troubles cognitifs organisé par le Groupe de Recherche Alzheimer Presbyacousie (GRAPsanté).

### Sujets

Tous les participants ont donné leur consentement éclairé et écrit. Les patients sous tutelle ou curatelle, ou présentant des troubles empêchant la réalisation des tests (surdité sévère à profonde, troubles comportementaux, incapacité à lire) n'ont pas été inclus.

### Méthodes

#### *Programme d'évaluation des troubles auditifs et des troubles cognitifs*

Le GRAPsant e a organis e un programme d'évaluation des troubles auditifs et des troubles cognitifs en EHPAD dans lequel s' est inscrite cette étude.

Dix EHPAD d'Île-de-France et dix EHPAD du Nord-Pas-de Calais ont participé à ce programme en accord avec les directeurs des structures et les médecins coordonnateurs. L'organisation s' est faite en collaboration avec les infirmières coordinatrices de chaque structure.

#### *Recueil des données*

Les données ont été recueillies au cours d'une séance individuelle d'une durée de 45 minutes à 1 heure, par 9 investigateurs médicaux et paramédicaux form es aux différents tests auditifs et cognitifs r ealis es. 238 patients ont été  eval ues.

#### 1. Interrogatoire et anamnèse

Pour chaque patient, plusieurs types de données ont été recueillies : données démographiques, ant ecedents (ORL, ophtalmologiques, dépression), facteurs de risques cardiovasculaires.

#### 2. Évaluations sensorielles

##### *a. Questionnaire d'évaluation du handicap auditif et de sa prise en charge*

Quatre questions permettaient d'apprécier l'avis que chaque sujet avait de ses capacités auditives : audition dans le bruit, audition dans le calme, estimation de la qualité de son audition (4 niveaux), usage d'appareillage auditif (actuel ou antérieur).

Les patients ont été class es en deux catégories : porteurs d'aides auditives, et non porteurs d'aides auditives.

Pour les patients porteurs d'aides auditives, des données relatives à l'appareillage ont été recueillies : type

d'appareillage (unilatéral ou bilatéral), rythme de changement des piles, date et période depuis le début du port des aides auditives, régularité du port et suivi prothétique.

Pour les patients non porteurs d'aides auditives, il a été demandé s'ils en avaient eu un jour, durant combien de temps (> ou < à 10 ans), et si oui, depuis quand ils ne les portaient plus (sujets notés PA pour port antérieur).

#### *b. Acuité visuelle binoculaire*

L'acuité visuelle binoculaire (avec correction pour les patients porteurs de lunettes) a été mesurée de près à l'aide de l'échelle Parinaud et de loin à l'aide de l'échelle Monoyer.

#### *c. Acuité auditive : audiométrie tonale*

Dans une pièce calme (niveau de bruit ambiant  $\leq 40$ dB SPL), une audiométrie tonale liminaire aérienne au casque a été réalisée, suivie d'une épreuve de Weber et d'une audiométrie tonale osseuse.. Une audiométrie vocale au casque (listes de mots dissyllabiques de Fournier) dans le calme et dans le bruit (méthode d'Elbaz) a ensuite été réalisée oreille par oreille. Avant chaque examen audiométrique les conduits auditifs externes ont été contrôlés afin de vérifier l'état des tympans (normal ou anormal) et la présence ou non de bouchons de cérumen (obstructifs ou non).

#### *d. Gain auditif : acoumétrie vocale*

Pour les patients porteurs d'appareils auditifs, une première acoumétrie vocale à 5 niveaux de voix (chuchotée, basse, normale, forte, crie) composée de huit questions de la vie quotidienne a été réalisée sans les aides auditives. Puis une seconde acoumétrie vocale faite de huit autres questions a été effectuée avec aides auditives. Le but était de vérifier le gain donné par celles-ci car dans les EHPAD il n'est pas rare de voir des aides auditives portées sans piles, bouchées ou ne fonctionnant pas.[14] Les patients porteurs d'aides auditives entendant à un niveau de voix plus bas à l'acoumétrie vocale avec aides auditives étaient notés « P+ », ils entendaient mieux avec leurs appareils. Les patients pour qui l'audition était inchangée ou moins bonne avec les aides auditives étaient notés « P- ».

### 3. Évaluations cognitives et psychologiques

#### *a) Capacités cognitives*

Les capacités cognitives ont été évaluées à partir de quatre tests communément utilisés en gériatrie : le Mini Mental State Examination de Folstein (MMSe), l'épreuve des cinq mots de Dubois comportant une partie apprentissage et une partie mémoire, le test de l'horloge et le test de fluence sémantique d'Isaacs. Les seuils pathologiques de référence étaient les suivants : < 25 pour le score du MMSe, < 10 pour le score des cinq mots de Dubois, < 7 pour le score de l'horloge et < 31 pour le score de la fluence verbale. Un Score Cognitif Composite (SCC), correspondant à la somme des résultats à ces 4 tests cognitifs, a été calculé (score maximal de 87 points).

#### *b) État psychologique*

Pour tous les patients, un score d'anxiété a été donné par l'examineur à partir de l'échelle de Covi qui permet

d'observer et de donner une note par rapport au discours du sujet, au comportement, et aux plaintes somatiques de celui-ci. Un état anxieux était défini par une note supérieure à 3.

La dépression a été évaluée par le Mini GDS composé de quatre questions. Une note de 0 révélait la forte probabilité d'absence de dépression, une note de 1 ou plus révélait une très forte probabilité de dépression.

### *Analyses statistiques*

#### 1. Taille de l'échantillon

En partant de l'hypothèse que des troubles cognitifs seraient observés chez 30% de patients porteurs d'aides auditives et chez 60% de patients non porteurs d'aides auditives pour un risque bêta = 90% et un risque alpha = 5%, l'effectif à inclure a été estimé à 53 sujets par groupe (n=106).[12]

#### 2. Analyses intergroupes

Une analyse descriptive des deux groupes de sujets (porteurs et non porteurs d'aides auditives) a été effectuée pour les variables âge, acuité visuelle ainsi que pour les résultats aux tests cognitifs et psychologiques. Les différences intergroupes ont été recherchées à l'aide d'un test non-paramétrique car la distribution n'était pas normale (Mann-Whitney Rank Sum Test) en excluant les sujets ayant une audition normale ou subnormale (seuil tonal moyen  $\leq 20$ dB HL). Cette analyse a porté d'une part sur les facteurs confondants : âge, niveau d'éducation, niveau de surdité, risque cardio-vasculaire, acuité visuelle ; et d'autre part sur les résultats aux tests cognitifs et psychologiques.

#### 3. Analyses intragroupe (porteur d'aides auditives)

Le groupe porteur d'aides auditives était composé de deux sous-groupes : un groupe P+ (porteurs d'aides auditives efficaces) et un groupe P- (porteurs d'aides auditives inefficaces). Une analyse descriptive des résultats a porté sur les facteurs confondants et sur les résultats aux tests cognitifs et psychologiques. Les différences entre les deux sous-groupes ont été recherchées à l'aide du test Mann-Whitney Rank Sum Test.

#### 4. Analyses secondaires

Une analyse de la variance (Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks) des SCC des groupes P+ (porteurs d'aides auditives avec gain), P- (porteurs d'aides auditives sans gain) et N (non porteurs d'aides auditives) a été faite, suivie d'un test de Dunn (analyse a posteriori).

Les différences en termes de troubles cognitifs entre le groupe appareillé (P+ uniquement) et le groupe non appareillé ont été calculées à l'aide d'un test du Chi<sup>2</sup> avec un intervalle de confiance à 95% pour connaître l'existence ou non d'une relation entre le statut cognitif et le port d'un appareillage auditif fonctionnel. D'après les scores pathologiques de référence aux tests cognitifs (cf. supra), un score cognitif composite (SCC) égal à 73 constitue le seuil pathologique. Trois classes ont été définies pour l'évaluation des troubles cognitifs : TC+ (présence de troubles cognitifs) :  $SCC < 73$  ; TC0 (troubles cognitifs possibles) :  $SCC \geq 73$  avec une valeur pathologique à au moins un test ; TC- (absence de troubles cognitifs) :  $SCC \geq 73$  avec une valeur normale aux 4 tests cognitifs.

Le risque relatif d'avoir moins de troubles cognitifs en étant appareillé a été exprimé en odds-ratio (OR) avec un intervalle de confiance à 95%.

Une dernière analyse a porté sur la corrélation entre niveau de surdité et niveau cognitif à l'aide du test de Pearson. La perte tonale moyenne bilatérale de chaque sujet a été comparée au score cognitif composite individuel. Une régression linéaire a permis de mettre en évidence la tendance de la corrélation.

## Résultats

### 1. Échantillon testé

Sur les deux cent trente-huit patients évalués, deux cent quinze ont été retenus pour l'analyse finale. Vingt-trois patients n'ont pas été inclus car leur observation était incomplète (refus de passer l'audiogramme, refus ou impossibilité d'écrire, vision trop basse, troubles du caractère, arrêt en cours d'examen, surdité trop importante).

### 2. Analyses intergroupes

La moyenne d'âge de la population incluse était de 86 ans. 71% étaient des femmes. La médiane était de 89 ans chez les sujets porteurs d'appareils auditifs et de 86 ans chez les sujets non porteurs d'aides auditives (Tableau 1).

41,8% des sujets malentendants étaient porteurs d'aides auditives. Leurs scores aux différents tests cognitifs étaient supérieurs à ceux des sujets malentendants non appareillés. Le score cognitif composite était de 65,5 points pour le groupe appareillé et de 58,9 points pour le groupe non appareillé. Cette différence était statistiquement significative ( $p=0,002$ ). L'odds ratio était de 0,533 (IC95% = 0,292-0,974,  $p=0,041$ ).

Le Mini GDS pour évaluer la dépression montrait une différence statistiquement significative ( $p=0,004$ ) : les patients malentendants non appareillés manifestaient davantage de signes dépressifs. Un test du Chi<sup>2</sup> a révélé une différence significative du nombre de sujets consommant des psychotropes entre le groupe appareillé et le groupe non appareillé ( $p=0,046$ ).

**Tableau 1. Caractéristiques des participants (n=215) et analyses intergroupes**

Variable	Sujets appareillés	Sujets non appareillés	P value
<b>Effectif Total</b>	84	131	-
<b>Hommes/Femmes<sup>(a)</sup>(%)</b>	21 (9,7)/63 (29,3)	42 (19,5)/89 (41,4)	-
<b>Age</b> (moyenne, déviation standard)	88,3±4,2	84,1±7,8	<0,001
<b>Niveau d'éducation</b>	-	-	NS
< certificat d'études	14	24	-
certificat d'études acquis	40	63	-
études secondaires	23	36	-
études universitaires	7	8	-
<b>Niveau de perte auditive<sup>(b)</sup></b>	57,6±9,3	36,7±12,6	<0,001
audition normale ou subnormale (≤20dB)	0	14	-
surdité légère (21-40dB)	6	65	-
surdité moyenne (41-70dB)	78	52	-
<b>SCC<sup>(c)</sup> (MMSe+5mots+Horloge+fluence)</b>	65,4±13,1 (67)	60±13,5 (63)	0,008
Variable	Sujets appareillés	Sujets non appareillés	P value
<b>Effectif des patients malentendants</b>	84	117	
<b>Age</b>	88,3±4,2	86,3±6,2	0,015
<b>Niveau de perte auditive</b>	57,6±9,3	39,1±11,1	<0,001
<b>Facteur de risque cardiovasculaire<sup>(d)</sup>(%)</b>	22 (26)	42 (36)	-
Diabète	6	19	-
Tabagisme	3	8	-
Hypertension	15	25	-
<b>Psychotropes</b>	51 (60,7)	87 (74,4)	
<b>Acuité visuelle</b>	-	-	-
De près	3,6 ± 1,5	3,8 ± 1,8	NS
De loin	6,2 ± 1,9	5,8 ± 1,8	NS
<b>MMSe (Moyenne, DS ; (médiane))</b>	24 ± 4,6 (25)	21 ± 5 (22)	<0,001
<b>Horloge (Moyenne, DS ; (médiane))</b>	4,6 ± 2,5 (5,5)	4 ± 2,4(5)	0,042
<b>5 mots de Dubois (apprentissage)</b>	4,9 ± 0,1 (5)	4,8 ± 0,7 (5)	NS
<b>5 mots de Dubois (mémoire)</b>	4,5 ± 1 (5)	4,128 ± 1,4 (5)	0,032
<b>Fluence verbale</b>	27,3 ± 7,2 (26,5)	24,4 ± 6,7 (24)	0,004
<b>SCC<sup>(c)</sup> (MMSe+5mots+Horloge+fluence)</b>	65,4 ± 13,1 (67)	58,906 ± 13,526 (62)	0,002
<b>Covi</b>	0,3 ± 1 (0)	0,214 ± 0,764 (0)	NS
<b>Mini GDS</b>	0,8 ± 1,3 (0)	1,4 ± 1,5 (1)	0,004

(a) Nombre de sujets (% par rapport à la population totale) ; (b) perte auditive tonale moyenne bilatérale ; (c) Score Cognitif Composite ; (d) Nombre de sujets présentant un facteur de risque cardiovasculaire (% par rapport au groupe).

### 3. Analyses intragroupes (sujets porteurs d'aides auditives)

Dans le groupe porteur d'aides auditives, 45,2% étaient appareillés depuis au moins 10 ans, 25% depuis au moins 15 ans, 18% depuis au moins 20 ans. Au total, 81% des sujets appareillés avaient un gain auditif fonctionnel (aides auditives efficaces).

Les patients ne montrant pas de gain auditif fonctionnel avec leurs appareils ont obtenu des résultats cognitifs inférieurs à ceux obtenus dans le groupe de patients appareillés avec gain auditif fonctionnel (55,9 vs 67,6 ; p=0,002). Les signes de dépression

étaient par ailleurs moins fréquents chez les sujets appareillés avec gain auditif fonctionnel. Le test du Chi<sup>2</sup> ne montrait cependant pas de différence significative (p=0,260), même si la consommation de psychotropes était supérieure dans le groupe de sujets porteurs d'aides auditives inefficaces (75% de sujets vs 57,3%).

Parmi les sujets non porteurs d'aides auditives, dix en avaient déjà porté auparavant (PA). Neuf sur dix en avaient porté pendant une durée inférieure à dix ans et tous ne les portaient plus depuis une durée  $\geq 2$ ans.

**Tableau 2. Caractéristiques du groupe appareillé**

Variable	P+(a)	P-(b)	p value
<b>Effectif Total</b>	68	16	-
<b>Hommes/Femmes (%)</b>	20(23,8)/48(57,1)	1(1,19)/15(18)	-
<b>Age (moyenne, écart-type)</b>	88,3±4,1	88,2 ± 4,8	NS
<b>Type d'appareillage (Unilatéral/Bilatéral)</b>	7/61	0/16	-
<b>Durée de l'appareillage (en années)</b>	12,6 ± 12,5	4,7 ± 3	0,012
Non renseigné	1	3	
0-1	3	2	
2-4	13	5	
5-9	15	4	
10-14	16	2	
15-19	5	0	
20-24	3	0	
25-29	3	0	
≥30ans	9	0	
<b>Niveau d'éducation</b>	-	-	NS
< certificat d'études	11	3	-
certificat d'études acquis	29	11	-
études secondaires	21	2	-
études universitaires	7	0	-
<b>Niveau de perte auditive</b>	58,5 ± 9	53,5 ± 9,9	NS
<b>Facteur de risque cardiovasculaire</b>	19	3	-
Diabète	5	1	-
Tabagisme	2	1	-
Hypertension	13	2	-
<b>Psychotropes</b>	39(57,3)	12(75)	
<b>Acuité visuelle</b>	-	-	-
De près	3,7 ± 1,6	3,1 ± 1	NS
De loin	6,2 ± 2,1	6,1 ± 1,4	NS
<b>MMSe (Moyenne, DS ; (médiane))</b>	24,8 ± 4,3	20,9 ± 4,4	0,002
<b>Horloge (Moyenne, DS ; (médiane))</b>	5 ± 2,4	2,6 ± 2,1	<0,001
<b>5 mots de Dubois (apprentissage)</b>	4,9 ± 0,1	4,9 ± 0,2	NS
<b>5 mots de Dubois (mémoire)</b>	4,7 ± 0,8	3,7 ± 1,8	0,003
<b>Fluence verbale</b>	28,1 ± 7,4	23,8 ± 5,2	0,010
<b>SCC (MMSe+5mots+Horloge+fluence)</b>	67,6 ± 12,4	55,9 ± 11,7	0,002
<b>Covi</b>	0,1 ± 0,6	0,9 ± 2,1	0,043
<b>Mini GDS</b>	0,7 ± 1,2	1,4 ± 1,5	0,020

(a) Sujets appareillés avec gain auditif ; (b) sujets appareillés sans gain auditif

#### 4. Analyses secondaires

L'analyse de la variance a révélé une différence statistiquement significative du SCC entre les trois groupes P+, P- et N ( $p < 0,001$ ). Les procédures par paires multiples de comparaison (méthode de Dunn) ont montré que des différences existent entre les groupes P+ et P- ainsi qu'entre les groupes P+ et N ( $p < 0,05$ ), mais pas entre les groupes N et P- ( $p = 0,204$ ).

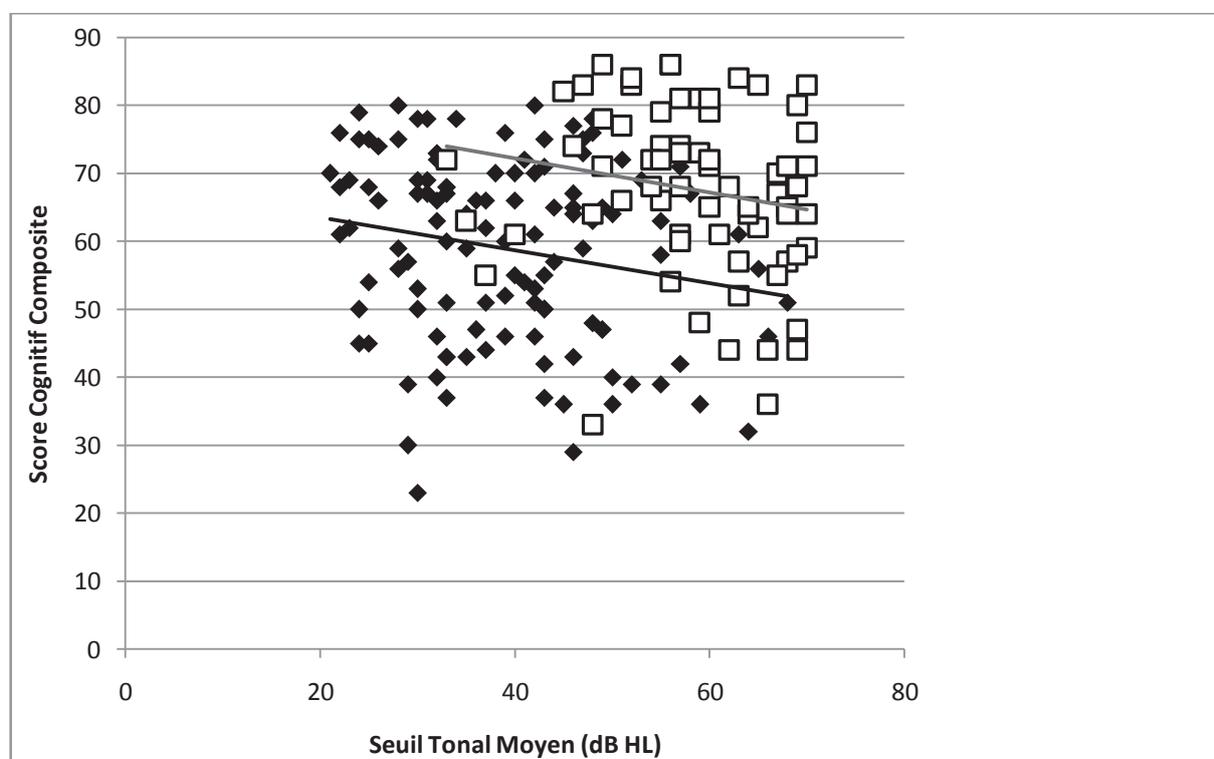
La proportion de sujets présentant des troubles cognitifs était de 65% chez les sujets malentendants porteurs d'aides auditives avec gain auditif fonctionnel, contre 83% chez les sujets malentendants non appareillés et 100% chez les sujets porteurs d'aides auditives sans gain auditif fonctionnel (tableau 3). Chez les 14 sujets normoentendants, 8 étaient atteints de troubles cognitifs ce qui correspond à une prévalence de 57%.

**Tableau 3. Répartition des sujets malentendants atteints de troubles cognitifs en fonction de l'appareillage auditif**

	P+	P-/N	Total
TC+	44	16/97	157
TC0	7	0/16	23
TC-	17	0/4	21
Total	68	16/117	201

Chi<sup>2</sup> :  $p < 0,0005$  ; Odds ratio (P+vsP-/N) = 0,092 ; IC95% = 0,029-0,287,  $p < 0,0005$

TC+ : présence de troubles cognitifs (Score cognitif composite  $< 73$ ) ; TC0 : troubles cognitifs possibles (SCC  $\geq 73$  avec une valeur pathologique à au moins un test) ; TC- : absence de troubles cognitifs (SCC  $\geq 73$  avec une valeur normale aux 4 tests) ; P+ : sujets porteurs d'un appareillage efficace ; N : sujets non porteurs d'un appareillage auditif ; P- ; sujets porteurs d'un appareillage auditif bilatéral sans gain auditif fonctionnel.



**Figure 1. Score cognitif composite en fonction du niveau auditif. ♦ : Patients malentendants non appareillés (N) ; □ : Patients appareillés avec gain fonctionnel**

La corrélation (Pearson Product Moment Correlation) entre le score cognitif composite et le niveau de perte auditive est statistiquement significative pour le groupe de sujets malentendants non appareillés ( $P=0,03$ , coefficient de corrélation =  $-0,20$ ) et non significative pour le groupe de sujets appareillés avec aides auditives efficaces ( $P=0,14$  ; coefficient de corrélation =  $-0,18$ ).

## Discussion

### Liens entre audition et cognition

Après avoir étudié le niveau cognitif de sujets âgés malentendants appareillés et non appareillés, il s'est avéré que les sujets porteurs d'aides auditives obtenaient de meilleurs résultats. Cette étude fait suite à l'étude AcouDem qui avait montré que le risque relatif de développer des troubles cognitifs était plus élevé en présence d'une perte auditive. Alors que l'étude AcouDem recherchait la présence de troubles cognitifs chez des patients sourds, notre étude à l'inverse a tenté de déterminer s'il existait une réduction des troubles cognitifs chez des patients sourds appareillés versus non appareillés. La différence statistiquement significative des scores obtenus chez des sujets malentendants porteurs d'aides auditives comparés à des sujets malentendants non porteurs d'aides auditives ( $p=0,002$ ) (tableau 1) suggère en effet qu'une surdité appareillée préserverait les sujets âgés d'une dégradation cognitive potentielle.

Bien que le lien entre troubles auditifs et troubles cognitifs soit probable, [7, 8] une hypothèse alternative envisagerait que les troubles auditifs soient en fait les symptômes annonciateurs et précoces d'une dégénérescence neuronale plus globale aboutissant aux troubles cognitifs.[16] Comme plusieurs auteurs l'ont déjà suggéré, [1, 2, 3] cette hypothèse d'une « cause commune », avec un effet conjoint du vieillissement sur le système auditif et sur les processus cognitifs est tout à fait plausible sur le plan neurophysiologique. En effet, le vieillissement, en provoquant une réduction de la vitesse de traitement des informations neuronales,[17] porterait atteinte en même temps au fonctionnement cognitif général et au traitement des informations sensorielles, non seulement auditives, mais également visuelles.[18]

Deux catégories de patients pourraient alors être définies : ceux atteints d'une démence « primaire », liée à des troubles globaux du système cognitif, incluant ceux impliqués dans la perception auditive, et ceux ayant développé des troubles cognitifs « secondaire », engendrés par la surdité et la désafférentation sensorielle périphérique. Pichora-Fuller et Slingh en 2006 avaient déjà évoqué la possibilité de ce caractère potentiellement bidirectionnel du lien entre surdité et troubles cognitifs.[9]

Les résultats de l'approche inverse que nous avons adoptée dans notre étude montrent que même chez les patients âgés malentendants appareillés, des troubles cognitifs apparaissent, bien qu'ils soient moins importants (figure 1). Ces données suggèrent l'existence de mécanismes conjoints, à la fois, périphériques et centraux, dans les effets du vieillissement sur l'audition et la cognition, et les interrelations entre troubles auditifs et troubles cognitifs liés à l'âge. Ces résultats, bien qu'en faveur d'un effet positif de l'appareillage auditif, suggèrent aussi que la prise en charge audioprothétique n'est pas suffisante à elle seule pour obtenir un gain auditif fonctionnel optimal.[19, 20]

Notre étude comporte cependant plusieurs biais, susceptibles de compliquer l'interprétation des résultats. Le fait d'avoir dans les sujets non porteurs d'aides auditives (N) des sujets ayant déjà portés des appareils (PA). Ce sous-groupe n'a pas été exclu des analyses du groupe N car il était réduit à 10 sujets seulement, l'appareillage n'était plus porté depuis deux ans au moins, et neuf patients sur dix avaient porté leurs appareils pendant moins de dix années. En revanche, le biais protopathique dans cette étude existe, non seulement pour les sujets PA puisque des troubles cognitifs auraient pu mener à l'abandon des aides auditives, mais également pour le groupe P- (tableau 2) présentant une absence de gain auditif fonctionnel avec les aides

auditives. Il est possible que les troubles cognitifs aient favorisé l'absence de prise en charge de la surdité ou empêché la bonne adaptation des aides auditives à l'audition du patient, ce qui suggère que la présence, même minime, de troubles cognitifs a pu entraver la prise en charge de la surdité et limiter le bénéfice du port des aides auditives.[16, 21, 22] Le dessin transversal de notre étude, sans données prospectives longitudinales, ne permet pas de conclure formellement.

*a) L'appareillage auditif n'est pas suffisant*

D'après la figure 2, la corrélation négative (bien que non significative) chez les patients appareillés pourrait suggérer que l'appareillage auditif est insuffisant pour préserver complètement de la dégradation cognitive. L'hypothèse de la cause commune et de l'action simultanée du vieillissement sur l'audition et la cognition est aussi plausible dans ce cas.

Toutefois, une étude publiée en 2011 avait montré chez des presbycousiques appareillés et ne présentant pas de troubles cognitifs, que l'appareillage auditif n'était pas suffisant et n'était probablement pas la seule réponse au traitement de la presbycousie.[20]

Les aides auditives ne permettent en effet que de compenser partiellement le déficit, celui-ci pouvant être mieux compensé grâce à une rééducation auditivo-verbale et une intervention pluridisciplinaire incluant un aidant.[15]

On peut de ce fait émettre l'hypothèse que malgré le port d'aides auditives efficaces, les patients ont pu échouer à des tests cognitifs du fait d'un traitement incomplet des informations auditives perçues, pouvant altérer la mémorisation des items énoncés, même si l'examineur ajustait sa voix à l'audition du sujet pendant toute la durée de l'examen.[23, 24]

*a) L'appareillage est trop tardif*

La moyenne d'âge de la population appareillée testée dans l'étude de 2011,[20] était de 73 ans, tous les patients portaient des aides auditives depuis 4 à 12 semaines et le niveau moyen de perte auditive en champ libre était de 35dB avec appareils.

Comparativement, pour les sujets appareillés testés dans notre étude et vivant en EHPAD, la moyenne d'âge était de 88 ans dont plus d'un patient sur deux portaient des aides auditives depuis moins de 10 ans (tableau 2). Pour eux, la prévalence de troubles cognitifs était élevée de même que le niveau moyen de perte auditive testé au casque sans aides auditives (58 dB).

Pour ces deux études et particulièrement pour celle qui concerne cet article, l'appareillage semble avoir été mis en place très tardivement. Plus largement, ces données soulèvent un problème de santé publique concernant le traitement de la presbycousie pour laquelle l'appareillage auditif précoce est certes recommandé mais non appliqué, en partie dû à un manque de dépistage des troubles auditifs à partir de 50-55 ans lorsque la presbycousie commence à s'installer.

Ainsi, une autre hypothèse plausible serait que les troubles cognitifs pourraient faire suite aux troubles auditifs entraînant une « gêne sociale ». Cette gêne sociale avait été le critère principal de jugement des troubles auditifs dans l'étude AcouDem. Il s'agit d'un stade où la personne, appareillée ou non, ne bénéficie que très peu des informations auditives fournies par son environnement. Une gêne sociale due à un trouble auditif pourrait alors limiter les informations extéroceptives reçues par le sujet et retentir sur le fonctionnement cognitif.

Un autre argument en faveur d'un lien entre le niveau de perte auditive, l'ancienneté de l'appareillage auditif et les performances cognitives est de constater les résultats du tableau 2 montrant une différence significative pour l'ancienneté et les performances cognitives entre les P+ et les P-. Il pourrait être logique de penser que les anciens appareils seraient plus susceptibles de panne et de ne pas donner de gain auditif, mais comme le constatait déjà Kochkin en 2010, beaucoup d'aides auditives ne fonctionnant pas avaient seulement 5 ans ou moins.[25]

Dans la mesure où il n'y a pas de différence d'âge entre les deux groupes, les résultats suggèrent en fait que les patients du groupe P- ont été appareillés plus tardivement. Ils ont par ailleurs obtenu des résultats aux tests cognitifs plus bas que les P+ soulevant l'hypothèse que les troubles cognitifs auraient pu gêner l'appareillage et limiter le gain auditif fonctionnel.

## Une forte prévalence des troubles auditifs et cognitifs

Les populations vieillissent et la prévalence des troubles cognitifs et auditifs ne cesse d'augmenter. En institution, les troubles cognitifs concerneraient 52 à 71% des résidents,[12] et les troubles auditifs 78 à 95%.[26] La variabilité de la prévalence des troubles cognitifs s'expliquerait par les méthodes d'évaluation employées (directes ou indirectes), celle des troubles auditifs par le choix du seuil pathologique de surdité. Ainsi, nous-mêmes avons constaté en 2014 qu'à un seuil pathologique de 21dB de perte moyenne auditive, 88% des sujets en EHPAD n'avaient pas une audition normale, [26] cette prévalence atteignait 95% à un seuil de référence de 15dB de perte moyenne.

En ce qui concerne la cognition, la méthode d'évaluation de l'étude menée était directe c'est-à-dire faite à partir d'examen ciblés. Lorsque le nombre de sujets à inclure a été déterminé, l'hypothèse émise à partir de l'étude de Matthews&Dening était qu'il existerait des troubles cognitifs chez 30% de patients porteurs d'aides auditives et chez 60% de patients malentendants non porteurs d'aides auditives.[12] En réalité, les résultats (tableaux 1&2) ont montré que sur l'ensemble de la population malentendante testée, la prévalence des troubles cognitifs était plus importante, même chez les patients malentendants porteurs d'aides auditives avec gain auditif fonctionnel (65%). Sur l'ensemble de la population testée, les troubles cognitifs concernaient 78% des sujets malentendants, contre 57% des sujets normoentendants.

Cette plus forte prévalence des troubles cognitifs observés en EHPAD par rapport à celle qui était attendue initialement peut s'expliquer par l'avancée en âge de la population générale, allant de pair avec l'avancée en âge d'entrée en maison de retraite, l'âge étant le facteur de risque principal d'apparition de troubles cognitifs de type Alzheimer et de troubles auditifs.[27] Ainsi, l'âge moyen observé de notre échantillon de personnes âgées institutionnalisées était de 86 ans, alors qu'en 1990, d'après l'Institut National de la statistique et des études économiques (Insee), il était de 80 ans.[28]

D'autre part, en France, l'Observatoire EHPAD de KPMG relève qu'il y a 25 ans, l'âge moyen d'entrée en maison de retraite était de 80,2 ans, puis de 83,5 ans en 2007 pour s'élever aujourd'hui à 85,06 ans. L'âge moyen des femmes hébergées est de 85,84 ans contre 84,62 ans pour les hommes.

Par ailleurs, nous notons que le niveau de dépendance des résidents en EHPAD d'après KPMG a augmenté depuis 2009. Ainsi, les établissements du panel de l'observatoire KPMG affichaient en 2009 un niveau de GMP13 moyen de 646, alors qu'il atteint 670 en 2011. Les EHPAD publics accueillent des résidents plus dépendants : 50% des EHPAD publics ont un GMP moyen supérieur à 700 contre 34% des EHPAD privés non lucratifs.[29] L'évaluation sensorielle, et en particulier l'évaluation auditive, ne fait malheureusement pas encore partie des critères observés pour coter le niveau de dépendance des personnes âgées malgré le handicap que peut causer une déficience sensorielle quelle qu'elle soit.[30]

## Audition et état psychologique

La dépression est un symptôme fréquent chez les personnes âgées atteintes de presbycusie.[31] Dans notre étude, les sujets malentendants porteurs d'aides auditives ont montré une plus faible proportion de symptômes dépressifs que les sujets malentendants non appareillés (tableau 1). Ce bénéfice psychologique du port d'un appareillage auditif avait déjà été montré par Mulrow et coll. en 1990,[32] avec une amélioration concomitante de l'état anxieux. Dans notre étude, aucune différence pour les scores d'anxiété n'a été retrouvée entre les groupes de patients. En revanche, la consommation de psychotropes était plus importante au sein de notre groupe de sujets malentendants non appareillés (74,4% contre 57,3% pour le groupe de sujets malentendants appareillés avec gain auditif) (tableau 1). Alors que l'appareillage auditif diminue la dépression et l'anxiété des sujets malentendants, les psychotropes seraient inopérants dans le cas d'une surdité.[33] Plusieurs études prospectives ont

---

13 Le GMP ou GIR moyen pondéré correspond au niveau de dépendance des résidents dans un établissement. Plus il est élevé, plus le niveau de dépendance est important.

montré un effet positif de l'appareillage auditif sur la cognition mais également sur l'amélioration globale de la qualité de vie.[5, 34, 35] Acar et al. ont montré une amélioration d'un état dépressif après trois mois d'appareillage auditif, alors que Teesh-Römer puis Allen et al. ont surtout montré une amélioration de la qualité de vie après six mois d'appareillage auditif. Ces trois études ont cependant été menées sur de trop courtes périodes et sur un nombre trop restreints de sujets pour pouvoir déterminer si cette amélioration persistait dans le temps et conclure formellement à un effet bénéfique de l'appareillage auditif sur l'état psychologique.

### **La presbycousie est insuffisamment traitée**

Les résultats de notre étude montrent que près de 95% des personnes institutionnalisées testées présentaient des troubles auditifs, 41,8% d'entre elles portaient des aides auditives mais 8% n'étaient pas efficaces en situation de communication.

D'une manière générale, la faible proportion de presbycousiques traités et l'aspect tardif de l'appareillage sont liés d'une part à l'absence de dépistage de la surdité et au faible taux de prescriptions d'appareillage auditif par les médecins,[36] d'autre part à la mauvaise acceptation des aides auditives par les presbycousiques. Les études EuroTrak 2012 et MarkeTrak VIII montraient en effet que le coût et le manque de motivation chez les personnes presbycousiques étaient les deux raisons majeures du rejet des aides auditives.[37, 38] L'installation progressive et sournoise de la presbycousie fait que les patients ne se rendent pas compte qu'ils deviennent sourds et ne voient donc pas l'intérêt de s'appareiller. De plus, ils ignorent l'évolutivité de la maladie et la dénie même lorsque la gêne apparaît. Le refus du patient, la mauvaise image des aides auditives, l'inconfort qu'elles peuvent engendrer, la manipulation laborieuse sans aidant,[39] le manque de suivi et le manque d'efficacité,[40, 41] peuvent expliquer la faible proportion de personnes sourdes appareillées.

Par ailleurs, dans le cas de patients institutionnalisés, des difficultés peuvent s'ajouter. Ces difficultés peuvent être liées par exemple aux conditions de vie ou au manque de formation des soignants dans le domaine de la surdité.[43, 43]

### **Conclusion et perspectives**

Si aucun traitement n'existe actuellement pour prévenir et réduire les troubles cognitifs, l'appareillage auditif pourrait préserver certains patients âgés malentendants d'une dégradation cognitive. En comparant les scores cognitifs et psychologiques de patients âgés institutionnalisés appareillés et non appareillés, cette étude a montré une prévalence plus faible des troubles cognitifs et de la dépression chez des patients porteurs d'un appareillage auditif efficient. Ces conclusions sont d'une part en faveur d'un appareillage auditif précoce, et d'autre part en faveur d'une prise en charge plus complète qui prendrait en compte les difficultés de compréhension qui persistent dans la presbycousie malgré le port d'aides auditives.

Afin de limiter les complications liées à la surdité telles que les troubles de la communication, les troubles du caractère, la dépression et les troubles cognitifs, l'appareillage précoce, accompagné d'une intervention pluridisciplinaire est donc vivement recommandé.[15, 42, 43]

Pour cela, il serait utile de pouvoir proposer en EHPAD un dépistage précoce, dont l'acoumétrie vocale serait l'outil idéal pour les gériatres qui ne peuvent adresser tous leurs patients à l'ORL.[26, 44] Une prise en charge optimale comprenant un médecin gériatre ou généraliste chargé de dépister et suivre les patients presbycousiques, un ORL indiquant la nécessité d'une réhabilitation auditive, un audioprothésiste qui adapterait les aides auditives au patient et un orthophoniste qui aiderait le patient et l'aidant du presbycousique à compenser les pertes irrémédiables du déficit auditif, permettrait d'optimiser le gain de la réhabilitation auditive.[45] Cette prise en charge complète de la surdité de la personne âgée, du dépistage au suivi au long cours, est celle proposée dans les circuits de l'audition du GRAPsanté.[46, 47] Puisque audition et cognition sont intimement liées, en traitant mieux les troubles auditifs, il est plausible d'espérer limiter l'incidence des troubles cognitifs chez les personnes malentendantes. En effet, si la cause commune du vieillissement sur l'audition et la cognition semble la plus

plausible, prendre en charge la surdité, permettrait ainsi d'agir non seulement sur l'audition mais aussi ipso facto sur la cognition.

Seule une étude longitudinale sur une dizaine d'années au moins pourrait permettre de comparer l'évolution en termes de fonctionnement cognitif d'une cohorte de patients malentendants non appareillés en comparaison à une cohorte de patients qui bénéficieraient du traitement complet de leur surdité.

Lorsqu'on regarde le problème en complexité, on s'aperçoit qu'audition et cognition semblent en fait inséparables. Plutôt que de trouver la cause, il serait cohérent de viser la finalité en formulant l'hypothèse suivante : puisqu'aucun traitement de la maladie d'Alzheimer et des troubles apparentés ne peut voir le jour à l'heure actuelle, une meilleure prise en charge de la surdité pourrait-elle permettre de préserver la cognition et potentiellement réduire ainsi le nombre de démences ?

De plus, améliorer la prise en charge de la surdité pourrait potentiellement réduire les dépenses de santé liées aux prescriptions de psychotropes en même temps que le patient retrouverait une vie sociale satisfaisante.

### Remerciements

Nous remercions tout particulièrement Monsieur le Professeur Lionel Collet pour l'aide qu'il nous a apportée dans la conception de cette étude.

Nous remercions David Aubel, Pascal Boulud, Jean-François Hert, Christian Renard, Paul Viudez, donateurs de la thèse de Doctorat.

### Références

1. Baltes PB, Lindenberger U. Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: a new window to the study of cognitive aging? *Psychol Aging* 1997;12:12–21.
2. Lindenberger U, Baltes PB. Sensory functioning and intelligence in old age: a strong connection. *Psychol Aging* 1994;9:339–55.
3. Anstey KJ, Luszcz MA, Sanchez L. A reevaluation of the common factor of shared variance among age sensory function and cognitive function in older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2001;56(1):P3-P11.
4. Arlinger S. Negative consequences of uncorrected hearing loss—a review. *Int J Audiol.* 2003 Jul;42Suppl 2:2S17–20.
5. Perrot X. Neurosensory deficit in the elderly. *Hearing disorders. Rev Prat* 2012;62:1311–1319. Pouchain D, Dupuy C, San Jullian M, Dumas S, Vogel MF, Hamdaoui J, et al. Is presbycusis a risk factor for dementia ? *AcouDem study. La revue de gériatrie.* 2007;32:439-445.
6. Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol.* 2011;68(2):214-220.
7. Gurgel RK, Ward PD, Schwartz S, Norton MC, Forter NL, Tschanz HT. Relationship of Hearing Loss and Dementia: A Prospective, Population-Based Study. *Otology & Neurotology.* 2014. Vol.00, No 00.
8. Pichora-Fuller M, Singh G. Effects of age on auditory and cognitive processing: implications for hearingaidfitting and audiologicrehabilitation. *Trends Amplif* 2006;10:29–59.
9. Petitot C, Perrot X, Collet L, Bonnefoy M. Alzheimer's disease, hearing impariment and hearing-aids: a review. *Psychol Neuropsychiatr Vieil.* 2007 ; 5(2):121-5.
10. Cleusa P, Ferri, Martin Prince, Carol Brayne, Henry Brodaty, Laura Fratiglioni, Mary Ganguli, Kathleen Hall, Kazuo Hasegawa, Hugh Hendrie, Yueqin Huang, Anthony Jorm, Colin Mathers, Paulo R Menezes, Elizabeth Rimmer, Marcia Scazufca, « Global prevalence of dementia: a Delphi consensus study », *Alzheimer's Disease International, The Lancet*, vol. 366, no 9503, 17 décembre 2005-6 janvier 2006, p. 2112-2117.
11. Matthews FE, Denning T. Prevalence of dementia in institutional care. *The Lancet.* 2002;360(9328):225-6.
12. Allen NH, Burns A, Newton V, Hickson F, Ramsden R, Rogers J, The effect of improving hearing in dementia. *Age and Ageing* 2003;32:189-93.

13. Cohen-Mansfield J., Taylor J.W. Hearing aid use in nursing homes, Part 2: Barriers to effective utilization of hearing aids. *J Am Med Direct Assoc.* 2004;5:289–296.
14. Leusie S, Perrot X, Aubel D, Vergnon L. Disability compensation related to presbycusis: how to optimize the management of elderly patients with hearing loss? *AMSE*, à paraître, 2015.
15. Gates GA, Beiser A, Rees TS, D'Agostino RB, Wolf PA. Central auditory dysfunction may precede the onset of clinical dementia in people with probable Alzheimer's disease. *J Am Geriatr Soc.* 2002 Mar;50(3):482-8.
16. Dhouib S, Prevel M, Bouccara D, Loustau M, Batchy C, Fatah F, Langumier JF, Leusie S, San Jullian M, Vergnon L, pour les GRAPsanté. Reflection on audition and other sensory systems. The importance of SNPPI. 2011, T 36, N°1/2, 40-49.
17. Tay T, Wang JJ, Kifley A, Lindley R, Newall P, Mitchell P. Sensory and cognitive association in older persons: findings from an older Australian population. *Gerontology.* 2006;52(6):386-94.
18. Leusie S, Perrot X, Pouchain D, Vétel JM, Puisieux F, Dhouib S, Taurand P, Aubel J, Batchy C, Blin P, Aubel D, Renard C, Cohen H, Brocquet E, Froger B, San Jullian M, Kieffer B, Vergnon L, for the GRAPsanté. New grading scale for early detection of hearing impairment in the institutionalised elderly (AcoumAudio II study). Submitted to *BMJ Open*.
19. Leusie S, Prevel M, Aubel D, Dhouib S, Ferry M, Taurand Ph, pour le GRAPsanté. Is hearing aid the only solution for presbycusis ? *La revue de Gériatrie.* 2011, T 36, N°1/2, 50-55.
20. Gerhard T. Bias: considerations for research practice. *Am J Health Syst Pharm* 2008;65:2159–68. doi:10.2146/ajhp070369.
21. Pinheiro MMC, Iório MCM, Miranda EC, Dias KZ, Pereira LD. The influence of cognitive aspects and auditory processes on the hearing aid acclimatization in the elderly. *J Soc Bras Fono audiol* 2012;24:309–15.
22. Rabbitt P. Mild hearing loss can cause apparent memory failures which increase with age and reduce with IQ. *Acta Otolaryngol Suppl* 1990;476:167–75.
23. De Silva ML, McLaughlin MT, Rodrigues EJ, Broadbent JC, Gray AR, Hammond-Tooke GD. A Mini-Mental Status Examination for the hearing impaired. *Age Ageing* 2008;37:593–5. doi:10.1093/ageing/afn146.
24. Kochkin S. MarkeTrak VIII: Consumer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *The Hearing Journal.* 2010;63(1):19-20.
25. Leusie S, Perrot X, Pouchain D, Vétel JM, Puisieux F, Blin P, Dhouib S, Vergnon L, for the GRAPsanté. Vocal acoumetry validation for hearing impairment screening in the institutionalised elderly (AcoumAudio I study). Submitted to *BMJ*.
26. Amouyel P. Alzheimer, dossier d'information. Inserm, 2014 : <http://www.inserm.fr/content/view/full/1156>.
27. Pirou D, Poullain N, Rochelle S. La vie en communauté : 1,6 million de personnes en France. Insee, 2009. [http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref\\_id=ip1434](http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1434)
28. KPMG. Une place en maison de retraite coûte en moyenne 1857 euros par mois au résident, selon l'Observatoire EHPAD de KPMG. Informations presse, 2013. <http://www.kpmg.com/FR/fr/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Press-releases/Documents/20130207-Observatoire-EHPAD.pdf>
29. Lafont S, Barberger-Gateau P, Sourgen C, Dartigues JF, Relation between global cognitive performance and dependency evaluated by the AGGIR scale. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 1999 Mar;47(1):7-17.
30. Gopinath B. , Wang J.J. , Schneider J. , Burlutsky G. , Snowdon J. et al . 2009 . Depressive symptoms among older hearing-impaired adults: the Blue Mountains Study . *J Am GeriatrSoc*, 57 , 1306 – 1308.
31. Mulrow CD, Aguilar C, Endicott JE, Tuley MR, Velez R, Charlip WS, et al. Quality-of-Life Changes and Hearing Impairment A Randomized Trial. *Ann Intern Med.* 1 août 1990;113(3):188-194.
32. Macdonald AJD, Carpenter GI, Box O, Roberts A, Sahu S. Dementia and use of psychotropic medication in non-'Elderly Mentally Infirm' nursing homes in South East England. *Age Ageing.* 1 janv 2002;31(1):58-64.
33. Acar B, Yurekli MF, Babademez MA, Karabulut H, Karasen RM. Effects of hearing aids on cognitive functions and depressive signs in elderly people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011 ; 52(3):250-252.
34. Tesch-Römer C. Psychological effects of hearing aid use in older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 1997 May;52(3):P127-38.
35. EuroTrak France. Focus sur la France des malentendants. Audio infos n°177. Novembre 2012;32-35.
36. Abdellaoui A, Tran Ba Huy P. Success and failure factors for hearing-aid prescription: results of a French national survey. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* déc 2013;130(6):313-319.
37. Kochkin S. International Comparisons on Hearing Loss. *The Hearing Professional.* 2013 Sept;62(3):16-22.
38. Campos PD, Bozza A, Ferrari DV. Hearing aid handling skills: relationship with satisfaction and benefit. *Codas.* févr 2014;26(1):10-16.
39. Gianopoulos I, Stephens D. & Davis A . 2002 . Follow up of people fitted with hearing aids after adults hearing screening: The need for support after fitting . *BMJ*, 325, 471.
40. McCormack A, Fortnum H. Why do people fitted with hearing aids not wear them? *Int J. Audiol.* 2013 May; 52(5): 360-8.
41. Bainbridge KE, Wallhagen MI. Hearing Loss in an Aging American Population: Extent, Impact, and Management.

42. Lerch M, Decker-Maruska M. The importance of hearing for older adults: a geriatrician's perspective. *Journal of Hearing Science* 2012;2(4):40-42.
43. Gussekloo J, de Bont LE, vonFaber M, Eekhof JA, de Laat JA, Hulshof JH, et al. Auditory rehabilitation of older people from the general population--the Leiden 85-plus study. *Br J Gen Pract.* juill 2003;53(492):536-540].
44. Sweetow R, Palmer CV. Efficacy of individual auditory training in adults: a systematic review of the evidence. *J Am AcadAudiol.* 2005; 16(7):494-504.
45. Vétel J-M, Prevel M, Taurand P, et al. The audition network. *Rev Geriatr* 2011;36(8):549-554.
46. Vergnon L, Perrot X, Vétel JM, Leusie S, Ferry M. Compte-Rendu : Le GRAPsanté et la Presbyacousie. Journées annuelles de la société de Gériatrie et de Gérologie, 8 - 10 octobre 2013, *Rev Geriatr*, 38:779-784, 2013.

## **Étude 2 « FRéCAOP »**

**(poster congrès handicap 2014)**

# Compensation du handicap lié à la presbycousie : comment optimiser la prise en charge du patient âgé malentendant ?

Séverine Leusie<sup>1,2,3,4</sup>, Xavier Perrot<sup>1,2,3,5</sup>, David Aubel<sup>3</sup>, Laurent Vergnon<sup>3</sup>,  
pour le Groupe de Recherche Alzheimer Presbycousie (GRAPsanté)

<sup>1</sup>INSERM U1028; CNRS UMR5292; Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, Equipe Dynamique Cérébrale et Cognition, 69500, Bron, France ;  
<sup>2</sup> Université Claude Bernard Lyon 1 ; 69100, Villeurbanne, France ;  
<sup>3</sup>GRAPsanté; 95160, Eaubonne-Montmorency, France ; <sup>4</sup>Fondation Neurodis, 69675 Bron, France  
<sup>5</sup>Hospices Civils de Lyon, Département d'Audiologie et d'Explorations Orofaciales, Hôpital Universitaire Lyon Sud ; 69310, Pierre-Bénite, France  
Contact : sleusie@grapsante.org

## Contexte

La « presbycousie » (trouble auditif lié à l'âge) est à l'origine d'un trouble de la communication orale qui, en limitant les stimulations perceptivo-cognitives des sujets âgés malentendants, favoriserait l'émergence de troubles psychologiques et cognitifs. Le traitement actuel consiste à compenser la perte auditive par le port de deux aides auditives (AA). Mais plusieurs études montrent que beaucoup de malentendants appareillés ne les portent pas. Une des raisons principales est le manque de bénéfice ressenti de l'appareillage auditif.

### Limites actuelles

- ❑ La **physiologie de la presbycousie** : maladie évolutive, distorsions, sensibilité aux sons forts...
- ❑ L'**état d'esprit du presbycousique** : déni, troubles de l'humeur, insatisfait...
- ❑ Les **répercussions socio-économiques** : dépenses inutiles, conflits avec l'entourage...
- ❑ Les **aides auditives** : indispensables mais ne suffisent pas...
- ❑ Le **traitement** : tardif, inadapté ou inexistant faute de dépistage et de suivi...

NOTATION DES RESULTATS DE L'ACUOMETRIE VOCALE

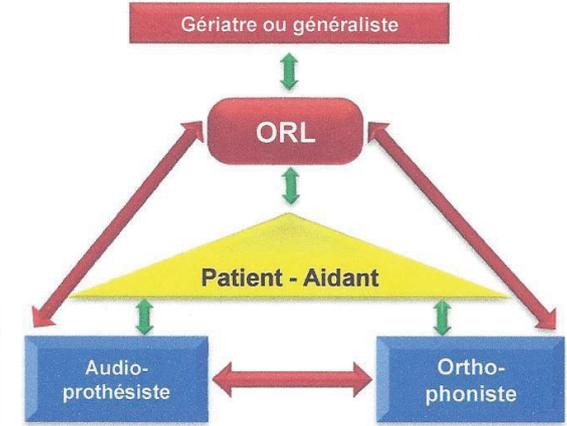
Pas de gêne sociale		Gêne sociale		
Voix chuchotée	Voix basse	Voix normale	Voix forte	Voix criée
/	/	/	/	/
Pas de surdité	Très légère	Légère	Moyenne	Sévère
0 à 5 dB	16 à 25 dB	26 à 35 dB	36 à 70 dB	71 à 90 dB

Valeur informationnelle de l'Acuométrie Vocale (AV) vs Audiométrie Tonale (AT) chez 207 sujets âgés institutionnalisés									
SEUILS	RESULTATS	AT Pathol.	AT Norm.	Sen	Spe	VPP	VPN	Prev	
STM* ≥ 21 dB HL SVC** < 75 %	AV patho. AV norm.	183 0	14 10	100%	41,7%	92,8%	100%	88,4%	
STM* ≥ 15 dB HL SVC** < 75 %	AV patho. AV norm.	196 0	1 10	100%	91%	99,5%	100%	94,7%	
STM* ≥ 30 dB HL SVC** < 75 %	AV patho. AV norm.	163 0	34 10	100%	22,7%	82,7%	100%	78,7%	

\*STM : seuil tonal moyen - \*\*SVC = seuil voix chuchotée - Prev : prévalence de la surdité - Sen = sensibilité - Spe = spécificité - VPP = valeur prédictive - VPN = valeur prédictive négative - N = 207 ; âge moyen : 85 ans,

### Les solutions proposées

- Le **circuit de l'audition** : permet en équipe de dépister, traiter et suivre les presbycousiques.
- Le **dépistage précoce** : le GRAPsanté recommande aux généralistes et gériatres de pratiquer systématiquement une **acuométrie vocale** à voix chuchotée.
- Le **port de 2 aides auditives**: le plus tôt possible, avec des AA correctement adaptées et suivies.
- La **rééducation audio-verbale** : indispensable dès la mise en place des AA.
- La **formation de l'aidant** : l'aidant est la clé de la réhabilitation auditive du presbycousique.



## Discussion

La presbycousie entraîne des distorsions perceptives qui ne peuvent pas être uniquement compensées par les aides auditives. Cette surdité sournoise, si elle n'est pas dépistée et traitée précocement constitue un handicap majeur chez la personne âgée car elle la prive d'une communication efficace conduisant à une perte d'autonomie. Le circuit du GRAPsanté consiste à réunir autour du presbycousique toutes les compétences et aides dont il a besoin grâce à une étroite collaboration entre gériatre (ou généraliste), ORL, audioprothésiste, orthophoniste et aidant du presbycousique.

## Conclusions et Perspectives

Dans une société qui veut lutter contre la maltraitance des personnes âgées, la presbycousie, qui s'inscrit en bonne place, peut et doit être compensée. Cette compensation efficiente ne pourra se faire qu'avec la participation active du presbycousique et de son aidant, principaux bénéficiaires du circuit de l'audition. Une étude interventionnelle comparative, visant à évaluer le bénéfice d'une prise en charge optimisée des sujets âgés malentendants au sein de ce circuit de l'audition, est actuellement en cours d'élaboration.

### Références

- Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol.* 2011;68(2):214-220.
- Bureau International d'Audiophonologie (1997). BIAP Recommendation n° 02/1bis: Audiometric classification of hearing impairments. Lisbon (Portugal), May 1.
- Haute Autorité de Santé (2008). Appareils électroniques correcteurs de surdité. Rapport d'évaluation de la CEPP, Avril.
- Ciorba A, Bianchini C, Pelucchi S, Pastore A. The impact of hearing loss on the quality of life of elderly adults. *Clin Interv Aging.* 2012, 7:159-163.
- McCormack A, Fortnum H. Why do people fitted with hearing aids not wear them? *Int J. Audiol.* 2013 May; 52(5): 360-8.



## **Étude 2 « FRéCAOP »**

**(acte du congrès handicap 2014)**

COMPENSATION DU HANDICAP LIÉ À LA PRESBYACOUSIE : COMMENT  
OPTIMISER LA PRISE EN CHARGE DU PATIENT ÂGÉ MALENTENDANT ?,  
*S. Leusie, X. Perrot, D. Aubel, L. Vergnon*

# Compensation du handicap lié à la presbyacousie : comment optimiser la prise en charge du patient âgé malentendant ?

Séverine Leusie

CRNL, Inserm U1028 - UMR 5292 – Université Lyon 1  
& GRAPsanté

Lyon & Eaubonne-Montmorency, France  
[sleusie@grapsante.org](mailto:sleusie@grapsante.org)

David Aubel

GRAPsanté  
Eaubonne-Montmorency, France

Xavier Perrot

Hospices civils de Lyon – Université Lyon 1 – CRNL  
Service d’Audiotologie et Explorations Orofaciales - Centre  
Hospitalier Lyon Sud  
Pierre-Bénite, France

Laurent Vergnon

GRAPsanté  
Eaubonne-Montmorency, France

**Résumé** — Les troubles auditifs liés à l’âge —désignés sous le terme générique de « presbyacousie »— sont à l’origine d’un trouble de la communication orale qui, en limitant les stimulations perceptivo-cognitives des sujets âgés malentendants, favoriserait l’émergence de troubles psychologiques et cognitifs, entre autres complications. La presbyacousie est un handicap qui entraîne une réelle perte d’autonomie, puisqu’elle prive le patient d’une communication efficace. Le traitement actuel consiste à compenser la perte auditive par le port de deux aides auditives, mais plusieurs études montrent que beaucoup de malentendants appareillés ne portent pas leurs appareils. Une des raisons principales est le manque de bénéfice ressenti de l’appareillage auditif. En effet, la presbyacousie, qui entraîne également des distorsions perceptives, ne peut pas être uniquement compensée par les aides auditives. Nous souhaitons donc exposer les limites de cette prise en charge unimodale et proposer des solutions plus adaptées.

**Mots-clés**— appareillage auditif, réseau de soins, communication, éducation thérapeutique de l’aidant, presbyacousie, rééducation audio-verbale, réhabilitation audioprothétique

## I. INTRODUCTION

La presbyacousie est une surdité de perception qualifiée de neurosensorielle, qui évolue lentement et devient patente à partir de 55-60 ans [1, 2]. Ce phénomène évolutif d’hypoacousie s’amplifie avec l’âge et est considérablement aggravé par les traumatismes sonores, l’usage de médicaments ototoxiques [3] et très probablement des facteurs génétiques [4, 5].

Si elle n’est pas traitée suffisamment tôt, la presbyacousie peut avoir des conséquences délétères sur la qualité de vie et venir perturber l’équilibre psychologique et social du patient [6]. Son installation insidieuse fait que le patient ne se rend pas compte de sa perte auditive, ce qui peut entraîner un isolement,

une dépression, des troubles de l’humeur et des troubles cognitifs [7].

Les études du GRAPsanté (2007) et de Lin (2011) [8, 9] ont permis d’identifier les troubles auditifs liés à l’âge comme un facteur de risque indépendant de dégradation cognitive chez les sujets âgés. La presbyacousie est en fait à l’origine de troubles de la communication orale qui, en limitant les stimulations perceptivo-cognitives des sujets âgés malentendants, favoriserait l’émergence de troubles cognitifs par désafférentation auditive [10]. Ainsi, d’après les résultats de l’étude *AcouDem* [8], le risque de développer des troubles cognitifs serait multiplié par 2,5 chez les patients atteints de troubles auditifs avec gêne sociale.

Ces données justifient la nécessité de proposer le port précoce de deux aides auditives qui constitue le seul traitement efficace à l’heure actuelle [11]. Mais en réalité il s’avère que beaucoup de patients appareillés ne portent pas leurs aides auditives [12]. Les principales raisons sont dues à leur inconfort, aux difficultés de manipulation, au coût de l’entretien et surtout au manque d’efficacité. Nombreux sont en effet les patients presbyacousiques appareillés insatisfaits du rendement de leurs aides auditives, qu’ils abandonnent alors. L’étude de la physiologie de la presbyacousie et de ses conséquences nous permet de comprendre cet état de fait et de proposer des solutions.

## II. LES DIFFICULTES RENCONTREES

### A. Données physiologiques

Le problème majeur du presbyacousique est qu’il entend mais ne comprend pas. Du point de vue physiologique, cela s’explique par une atteinte des cellules ciliées externes de la cochlée qui prédomine à la base, zone de codage des fréquences aiguës. Ces fréquences aiguës sont extrêmement importantes dans la communication, car 60% des éléments

pertinents pour la reconnaissance de la parole sont situés dans la zone fréquentielle supérieure à 1000Hz [13].

Ces cellules neurosensorielles situées dans l'organe de Corti sont très fragiles et n'ont pas la faculté de se restaurer ou de se renouveler. De ce fait, lorsqu'elles sont lésées, des distorsions apparaissent, sans possibilité de réparation [1]. Au début, le patient compense très bien ces déformations perceptives, mais plus la surdité évolue, plus il est difficile de les compenser. Il y a une discordance entre la forme sonore en mémoire et la forme perçue, ce qui crée des confusions pour la compréhension d'un message oral [14]. Aucun traitement curatif de la presbycusie n'existant à l'heure actuelle, la réhabilitation consiste à compenser deux ordres de troubles : la perte d'audibilité – corrigée par l'amplification fournie par l'appareillage auditif, et les distorsions supraliminaire – compensées par le travail de rééducation auditive proposé par l'orthophoniste [14]. Lorsque les cellules ciliées externes sont « malades », les aides auditives peuvent les « remettre en action ». Mais lorsqu'elles sont mortes, elles n'ont plus aucun effet. Or, l'inertie de certaines zones de la cochlée est très fréquente dans la presbycusie [15], même si l'audiogramme tonal standard ne permet pas de les repérer. De plus, les aides auditives ne sont pas suffisamment précises pour attribuer autant de canaux de réglages qu'il y a de cellules auditives. Ces quelques zones déficitaires et non « réactivables » par l'appareillage auditif accentuent le déficit de compréhension, à l'origine d'une gêne sociale persistante. Par ailleurs, si les aides auditives peuvent donner satisfaction au début de l'appareillage, la dégradation inéluctable de l'audition rendra tôt ou tard les appareils auditifs insuffisants, et il est donc indispensable de suppléer à ce déficit progressif [16]. Il est aussi important de bien comprendre dans quel état d'esprit se trouve le malentendant.

#### B. L'état d'esprit du presbycusique

Le profil du presbycusique est à appréhender dès le début de la prise en charge. Avant la preuve audiométrique de sa surdité, le patient est dans le déni. Il impute ses difficultés de compréhension aux interlocuteurs. Pour lui, ils parlent trop vite ou articulent de plus en plus mal. Sa surdité peut même le rendre agressif dans ces situations, car il lui faut davantage d'intensité pour comprendre mais sans excès pour éviter d'atteindre son seuil douloureux.

Au moment du diagnostic, souvent tardif, les contraintes liées à l'appareillage auditif (coût, esthétique, confort, idées reçues...) retardent considérablement le traitement. Or, l'appareillage précoce, outre l'adhésion du patient, est une condition essentielle pour une réhabilitation efficace [17].

Enfin, une fois appareillé, le presbycusique est souvent déçu et insatisfait du résultat. Il finit par abandonner l'idée de mieux entendre, délaisse ses aides auditives, s'isole et sombre dans la dépression [12].

L'apport technologique seul dans la réhabilitation du presbycusique ne paraît donc pas suffisant, bien qu'il soit indispensable. Une prise en charge plus précoce par une équipe pluridisciplinaire permettrait de contourner les difficultés actuelles liées à la presbycusie, d'autant plus qu'elles ont des répercussions socio-économiques importantes, mais évitables.

#### C. Données socio-économiques

D'un point de vue économique, bien que le coût des appareils soit élevé, il est bien moindre comparé à celui que les complications de cette surdité entraîne. En effet, la démence, les troubles de l'humeur, la dépression et l'isolement de la personne âgée coûtent très cher à la société. Les psychotropes par exemple n'ont pas d'efficacité face à une dépression réactionnelle liée aux troubles de l'audition [18]. Malheureusement, les cas de personnes âgées sourdes sous anxiolytiques ou antidépresseurs ne sont pas rares en maison de retraite... Ainsi, on suppose qu'en prévenant les conséquences délétères de la désafférentation auditive, grâce à un dépistage et une réhabilitation précoce, on pourrait éviter des dépenses importantes en matière de santé publique [19]. Par exemple, en permettant aux presbycusiques d'entendre et de retrouver une communication satisfaisante, on pourrait retarder l'âge d'entrée en maison de retraite et réduire les dépenses faites pour les soins de patients âgés malentendants dépendants, dont certains souffrent de troubles cognitifs associés [10]. Il existe pourtant des solutions pour améliorer la prise en charge du patient presbycusique.

### III. LES SOLUTIONS PROPOSEES

Face aux graves conséquences de la presbycusie, un dépistage précoce par l'acoumétrie vocale, la création de circuits de l'audition, la réhabilitation audio-verbale et la formation d'un aidant du presbycusique nous semblent des solutions permettant de répondre aux besoins des patients et de prévenir les complications induites [20].

#### A. Le dépistage précoce grâce à l'acoumétrie vocale

Le diagnostic de presbycusie est trop tardif et c'est généralement contraint et forcé par l'entourage que le presbycusique consulte un ORL. A ce stade, la perte est déjà bien avancée. Ce délai va rendre l'adaptation aux aides auditives plus difficile et la rééducation auditive bien plus laborieuse.

Pour que le dépistage soit le plus précoce possible, le GRAPSanté (Groupe de Recherche Alzheimer Presbycusie Santé) recommande aux médecins généralistes et gériatres de pratiquer une acoumétrie vocale à voix chuchotée à chaque consultation d'un patient âgé de plus de 60 ans. Ce test à la voix est un outil très sensible, pratique et fiable (Tableau I) qui permet de repérer facilement un trouble auditif. Le but de ce dépistage est d'adresser le patient à l'ORL dès le début clinique de la maladie [21]. Le médecin généraliste ou le gériatre devient donc l'initiateur d'un circuit de l'audition que va suivre le patient.

TABLEAU I. VALEUR INFORMATIONNELLE DE L'ACOUMETRIE VOCALE A VOIX CHUCHOTEE (PAR RAPPORT A L'AUDIOMETRIE TONALE LIMINAIRE), DANS UNE POPULATION DE SUJETS AGES INSTITUTIONNALISES

SEUILS	RESULTATS	Résultats						
		AT Pathol.	AT Norm.	Sen %	Spe %	VFP %	VPN %	Prev %
STM* ≥ 21 dB HL SVC** < 75 %	AV patho. AV norm.	183 0	14 10	100	41,7	92,8	100	88,4
STM* ≥ 15 dB HL SVC** < 75 %	AV patho. AV norm.	196 0	1 10	100	91	99,5	100	94,7
STM* ≥ 30 dB HL SVC** < 75 %	AV patho. AV norm.	163 0	34 10	100	22,7	82,7	100	78,7

\*STM : seuil tonal moyen - \*\*SVC = seuil voix chuchotée - Prev : prévalence de la surdité  
Sen = sensibilité - Spe = spécificité - VFP : valeur prédictive - VPN = valeur prédictive négative

### B. Le circuit de l'audition

Les problèmes rencontrés autour des troubles de l'audition de la personne âgée sont tels qu'ils ne peuvent pas être résolus par chaque praticien, s'il agit seul. En revanche, si sa pratique s'inscrit dans un réseau de soins, comme le circuit de l'audition, tous les espoirs sont possibles pour le presbycusique. Le presbycusique ayant souvent des difficultés à reconnaître sa surdité, à se décider à acheter des aides auditives et à se discipliner concernant le port et les réglages, s'il n'est pas suivi régulièrement et par les différents acteurs du circuit de l'audition, le risque d'échec de la prise en charge, à court ou moyen terme, est important [22].

Centré autour du patient, ce circuit de l'audition comprend 5 protagonistes indispensables :

- Le gériatre (ou le généraliste) dépiste la surdité et suit l'évolution de son patient.
- L'ORL effectue les examens audiométriques, pose le diagnostic et indique l'appareillage auditif et la rééducation orthophonique.
- L'audioprothésiste réalise ensuite une adaptation individuelle des appareils auditifs prescrits par l'ORL à l'audition du patient. Après plusieurs réglages, le bénéfice est en théorie évident. En pratique, il persiste très fréquemment des difficultés de compréhension chez les presbycusiques, notamment en condition bruitée ou concurrentielle. L'importance de la perte auditive n'est pas forcément proportionnelle aux difficultés de compréhension, mais plus l'appareillage est tardif, plus l'adaptation et la récupération seront ardues. Cependant, à audiogramme tonal équivalent, la gêne sociale du patient peut être plus ou moins importante, il en est de même quant à la réhabilitation auditive. En 2011, en nous appuyant sur un test de compréhension verbale comprenant des phrases à tendance phonémiques aiguës ou graves –l'« Acoutest » verbal–, nous avons montré que les patients presbycusiques appareillés continuaient, malgré une adaptation audioprotétique correcte, à mal percevoir les phrases aiguës alors qu'ils comprenaient relativement bien les phrases graves [23]. L'appareillage est donc indispensable, mais très souvent insuffisant, et un travail de rééducation audio-verbale s'avère alors nécessaire.
- L'orthophoniste, dernier intervenant de ce circuit, réalisera à la demande de l'ORL un bilan orthophonique, avec rééducation si nécessaire. Le bilan comprend la passation de l'« Acoutest », qui permet de repérer un déficit de reconnaissance des formes sonores aiguës de la parole chez les patients presbycusiques appareillés. Si le patient comprend toutes les phrases, l'orthophoniste pourra faire entrer le patient dans sa rééducation par une autre voie. Le but est de lui faire prendre conscience des possibilités de rééducation de son audition, d'utilisation de la lecture labiale en milieu bruyant et de l'importance d'avoir un « aidant ». En revanche, dès qu'un défaut d'entendement est mis en évidence, 5 à 15 séances d'orthophonie sont indispensables pour permettre au patient de retrouver

une parfaite autonomie et de ne plus ressentir de gêne sociale. Dans ce cadre, l'accompagnement du patient par un aidant, tout au long de sa rééducation et au-delà, est primordial.

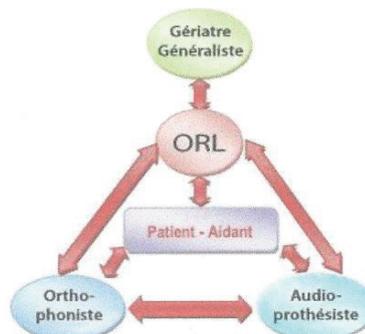


Fig. 1. Le circuit de l'audition préconisé par le GRAPSanté pour la prise en charge des patients presbycusiques

### C. La rééducation audio-verbale

Sans une rééducation audio-verbale, le bénéfice des aides auditives reste limité en termes d'amélioration de la compréhension. En revanche, notre système auditif central est capable de reconstruire par répétition des mécanismes de reconnaissance d'un mot mal perçu (la perception de ce mot étant tout de même bien améliorée par les appareils auditifs). Porter la rééducation sur l'automatisation de la reconnaissance d'une forme sonore reconstruite à partir de l'audition résiduelle et réhabilitée du patient nous semble plus efficace dans la vie réelle, que de laisser le patient persévérer dans un mécanisme de suppléance mentale s'appuyant sur des profils acoustiques antérieurement mémorisés, mais qui ne seront plus jamais perçus [24]. Lorsqu'elle est encore possible, la suppléance mentale comme seul moyen de compensation face aux confusions auditives fait également perdre un temps considérable dans les échanges verbaux. Ce temps de reconstitution cognitive ne permet pas de suivre une conversation dans la durée, puisque la fluidité des échanges disparaît, générant une grande fatigabilité. Ce jeu de devinette souvent ponctué d'échecs et de moqueries n'est donc en général pas payant et même appareillés, les presbycusiques risquent de s'isoler volontairement. Le but de la rééducation est donc de travailler à partir de l'audition résiduelle et réhabilitée du patient. Par exemple : si malgré l'appareillage auditif, le presbycusique n'entend toujours pas le « S » de « Suzie » et le « F » de « fusil », l'entraînement auditif consistera à faire émerger une différence pertinente et profitable pour le patient, qui lui devienne familière et facilement perceptible. Dans cet exemple, le patient portera son attention sur le « U » perçu plus ou moins grave selon le mot. La rééducation audio-verbale est donc incontournable dans la réhabilitation de la presbycusie, à condition que tous les intervenants potentiels –médecins, audioprothésistes et orthophonistes– en soient convaincus et qu'ils acceptent d'interagir au sein d'un circuit de l'audition !

#### D. La formation de l'aidant

L'aidant, qui accompagne le malade à chaque rendez-vous du circuit de l'audition, va occuper un rôle essentiel dans la réhabilitation du patient presbycusique. Il est donc important de le former dès l'entrée dans le protocole de soins. En effet, les professionnels de santé sont souvent confrontés à un manque de coopération et de motivation de la part du malade, pour assurer sa réhabilitation auditive. Ils sont alors heureux de pouvoir s'adresser à un « aidant », membre de la famille ou proche du patient. L'aidant permet aux soignants de mieux comprendre la situation et d'aider le patient à entrer de plain-pied dans le circuit de l'audition. Une fois formé par les différents acteurs, il peut surveiller le port correct des aides auditives –garant d'une bonne adaptation– et leur bon état de marche. Il pourra aussi aider le patient presbycusique à retrouver une audition satisfaisante, en l'assistant au cours de sa rééducation audio-verbale. Lors des séances orthophoniques, l'aidant est formé à entraîner le patient de manière quotidienne, en adaptant les techniques de rééducation aux situations de vie courante. D'autre part, l'aidant permet de mieux renseigner les professionnels sur les difficultés rencontrées. L'audioprothésiste ajustera les appareils au patient presbycusique tandis que l'orthophoniste adaptera le patient à ses aides et au monde qui l'entoure. Leurs interventions conjointes, fruit d'observations collaboratives, semblent synergiques et améliorent très significativement les résultats immédiats et l'adaptation régulière dans le temps (étude en cours, Fig. 2). Enfin, l'aidant permettra au patient de bénéficier « à domicile » d'une rééducation « gratuite » et à vie, dont il sera à terme lui-même aussi bénéficiaire, s'il devient presbycusique.

#### IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La presbycusie entraîne des complications telles qu'il est indispensable de la traiter et ce, en acceptant sa « complexité ». L'approche précoce et la prise en charge du patient par une équipe pluridisciplinaire, organisées dans un circuit de l'audition, a pour but d'aider les patients à mieux tirer profit de leurs aides auditives, en « amplifiant » du même coup les bénéfices potentiels des progrès techniques permanents. La compensation du handicap se veut donc à la fois instrumentale, fonctionnelle et psychosociale.

Le circuit de l'audition, qui existe déjà pour les enfants sourds et les adultes porteurs d'implant cochléaire, a toute sa raison d'être dans le cadre de la prise en charge de la personne âgée malentendante, souvent laissée pour compte. Sa vocation est de prévenir les conséquences liées à la presbycusie et d'éviter autant que possible les situations de handicap et de perte d'autonomie du patient.

Dans une société qui veut lutter contre la maltraitance des personnes âgées, la presbycusie, qui s'inscrit en bonne place, peut et doit être compensée. Cette compensation efficiente ne pourra se faire qu'avec la participation active du presbycusique et de son aidant, principaux bénéficiaires du circuit de l'audition.



Fig. 2. Une étape collaborative du circuit de l'audition : l'audioprothésiste, l'orthophoniste, le patient et son aidant.

Une étude interventionnelle comparative, visant à évaluer le bénéfice d'une prise en charge optimisée des sujets âgés malentendants au sein de ce circuit de l'audition, est actuellement en cours d'élaboration. Dans ce cadre, la réhabilitation audioprothétique combinée à la rééducation auditivo-verbale sera comparée à la prise en charge habituelle, par réhabilitation audioprothétique seule, suivie dans un second temps par une rééducation auditivo-verbale. Un groupe contrôle de patients témoins, refusant tout traitement, sera également constitué : ils bénéficieront d'un suivi médical simple à l'issue duquel leur sera reproposé une prise en charge thérapeutique adaptée.

#### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le GRAP<sup>santé</sup> pour son soutien et son aide dans ce travail de longue haleine.

#### REFERENCES

- [1] Perrot, X., 2012. Déficit neuro-sensoriel chez le sujet âgé - Troubles auditifs. Rev. Prat. 62, 1311-1319.
- [2] Vergnon L. L'audition dans le chaos. Elsevier Masson. 2008:460.
- [3] Bouccara D., Dhoub S., Vergnon L., pour le GRAP<sup>santé</sup>. Les surdités de l'adulte : le vieillissement de l'oreille : la presbycusie. La revue de Gériatrie.2011 ; 7:435-450.
- [4] Van Laer L, DeStefano AL, Myers RH, Flothmann K, Thys S, Fransen E, et al. Is DFNA5 a susceptibility gene for age-related hearing impairment? Eur J Hum Genet 2002;10:883-6.
- [5] Kemperman MH, De Leenheer EM, Huygen PL, van Wijk E, van Duijnhoven G, Cremers FP, et al. A Dutch family with hearing loss linked to the DFNA20/26 locus. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2004; 130 :281-8.
- [6] Tardy M. Réseau de santé audition et langage, Vieillesse et perte d'audition ou la perte du statut de « personne », Journées de la Prévention 2009, INPES, Paris, [http://www.inpes.sante.fr/jp/cr/pdf/2009/session8/PPT\\_TARDY\\_Mireille.pdf](http://www.inpes.sante.fr/jp/cr/pdf/2009/session8/PPT_TARDY_Mireille.pdf).
- [7] Prevel M, Dhoub S, Aubel D, Vergnon L. La presbycusie Signes Diagnostic et conduite à tenir. La Revue de Gériatrie. 2003 ;10 : 807-820.

- [8] Pouchain D, Dupuy C, San Jullian M, Dumas S, Vogel MF, Hamdaoui J, et al. La presbycousie est-elle un facteur de risque de démence ? La revue de gériatrie. 2007;32:439-445.
- [9] Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. Arch Neurol. 2011;68(2):214-220.
- [10] Petitot C, Perrot X, Collet L, Bonnefoy M. Maladie d'Alzheimer, troubles de l'audition et appareillage auditif : une revue des données actuelles. Psychol NeuroPsychiatr Vieil 2007 ; 5(2) : 121-5.
- [11] Direction Générale de la Santé, Insem. Rapport du GTNDO [Internet]. 2004 May p. 469-75. Available from: [http://www.eps-polelorraine.fr/actions/S0004/docs/observation\\_locale/rapport\\_gndb.pdf](http://www.eps-polelorraine.fr/actions/S0004/docs/observation_locale/rapport_gndb.pdf)
- [12] McCormack A, Fortnum H. Why do people fitted with hearing aids not wear them? Int J. Audiol. 2013 May; 52(5): 360-8.
- [13] Tran Ba Huy P, Sauvaget E, Azema B. La presbycousie. Les surdités de perception. Masson. Paris ; 2001. p. 105-13.
- [14] Leusie S, Rousseau T, Denni-Krichel N., Lambert E., Danel E., Guibert J., Aubel D. & Vergnon L. pour le GRAPsanté et Lurco-ERU 35. Le réseau de l'audition. La place de l'orthophonie dans le traitement de la presbycousie. L'Orthophonie n° 314, 2011, pp19-26.
- [15] Ching, T.Y., Dillon, H., 2013. A brief overview of factors affecting speech intelligibility of people with hearing loss: implications for amplification. Am J Audiol., in press.
- [16] Prevel M, Dhouib S, Aubel D, Vergnon L. Évolution de l'audition au cours de la vie. La Revue de Gériatrie. 2003 ; 9:735-740.
- [17] Kvam M.H., Loeb M., Tambs K. Mental health in deaf adults: symptoms of anxiety and depression among hearing and deaf individuals. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 2007, vol.12, n°1.p.1-7.
- [18] Chatatan FB. Depression in old age. NY State J Med. 1975; 75:2505-9.
- [19] Arlinger S. Negative consequences of uncorrected hearing loss. A review», International Journal of Audiology, 2003;42; 2S17-2S20.
- [20] Vergnon L., Perrot X., Vetel JM., Leusie S., Ferry M. Le GRAPsanté et la Presbycousie. Journées annuelles de la société de Gériatrie et de Gérontologie, 8 - 10 octobre 2013. La Revue de Gériatrie, 2013 ;38 ;779-784.
- [21] Leusie S, Collet L, Perrot X, Pouchain D, Prevel M, Aubel D, Puisieux F, Taurand P, Broquet E, San Jullian M, Renard C, Batchy C, Loustau M, Lahoussine J, Vergnon L, pour le GRAPsanté. L'acoumétrie vocale : un outil pratique et fiable pour dépister la presbycousie [Poster]. Rencontres Scientifiques 2013 de l'Ecole Doctorale Neurosciences et Cognition, Université Claude Bernard Lyon 1, 2013.
- [22] Vétel JM, Prevel M, Taurand Ph, Leusie S, San Jullian M, Vergnon L. pour le GRAPsanté. "Le réseau audition". La revue de Gériatrie. 2011 ; 36:549-554
- [23] Leusie S, Prevel M, Aubel D, Dhouib S, Ferry M, Taurand P, Vergnon L., pour le GRAPsanté. L'appareillage auditif est-il la réponse unique à la presbycousie ? La revue de gériatrie, 2011 ; Tome 36-37 ; 50-55.
- [24] Denni-Krichel N., Dumont A., Leusie S., Lambert E., Batchy C., Loustau M., Vergnon L. pour le GRAPsanté. La place et le travail de l'orthophoniste dans le traitement de la Presbycousie. La Revue de Gériatrie, 2011;36:529-539

## **Étude 2 « FRéCAOP »**

**(article sélectionné pour revue amse)**

## **Compensating for presbycusis-related disability: how to optimize the care of hearing-impaired elderly patients?**

\* Leusie S, \*\*Perrot X, \*\*\*Aubel D, \*\*\*Vergnon L

\* Lyon Neuroscience Research Center, Inserm U1028 – CNRS UMR 5292 – Brain Dynamics and Cognition Team, Lyon1 University & GRAPsanté  
France, Lyon & Eaubonne-Montmorency, [sleusie@grapsante.org](mailto:sleusie@grapsante.org)

\*\* Lyon Teaching Hospital, Department of Audiology and Orofacial Explorations – Lyon 1 University – Lyon Neuroscience Research Center  
France, Lyon & Pierre-Bénite

\*\*\* Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAPsanté), Simone Veil Hospital  
France, 1 rue Jean Moulin 95160 Montmorency

### **Abstract**

Age-related hearing loss—also known under the generic term of "presbycusis"—causes disorders of oral communication. By limiting the perceptual-cognitive stimulation of hearing-impaired elderly subjects, it can favor the emergence of psychological and cognitive impairments, among other complications. Presbycusis is a handicap causing a real loss of autonomy, since it deprives the patient of effective communication. Current treatment consists in compensation for hearing loss by wearing bilateral hearing aids, but several studies show that many presbycusis patients do not wear their devices. A major reason is the lack of benefit felt by the patients when using hearing aids. Indeed, presbycusis, which also leads to perceptual distortions, cannot be compensated by hearing aids only. In this paper, we wish to expose the limits of this unimodal approach and suggest more appropriate solutions.

*Les troubles auditifs liés à l'âge – désignés sous le terme générique de « presbyacousie » – sont à l'origine d'un trouble de la communication orale qui, en limitant les stimulations perceptivo-cognitives des sujets âgés malentendants, favoriserait l'émergence de troubles psychologiques et cognitifs, entre autres complications. La presbyacousie est un handicap qui entraîne une réelle perte d'autonomie,*

*puisque'elle prive le patient d'une communication efficace. Le traitement actuel consiste à compenser la perte auditive par le port de deux aides auditives, mais plusieurs études montrent que beaucoup de malentendants appareillés ne portent pas leurs appareils. Une des raisons principales est le manque de bénéfice ressenti de l'appareillage auditif. En effet, la presbycusis, qui entraîne également des distorsions perceptives, ne peut pas être uniquement compensée par les aides auditives. Nous souhaitons donc exposer les limites de cette prise en charge unimodale et proposer des solutions plus adaptées.*

## **Key words**

Hearing aid, healthcare network, communication, education of caregiver, presbycusis, audioverbal therapy, hearing aid rehabilitation.

*Appareillage auditif, réseau de soins, communication, éducation thérapeutique de l'aidant, presbycusis, rééducation audio-verbale, réhabilitation audioprothétique.*

## **1. Introduction**

Presbycusis is a sensorineural hearing loss that slowly evolves and becomes obvious at 55-60 years [1, 2]. The evolving phenomenon of hearing loss increases with age and is considerably aggravated by acoustic trauma, the use of ototoxic drugs [3] and probably genetic factors [4, 5].

If not treated early enough, presbycusis can have deleterious effects on quality of life and disrupt the psychological and social balance of the patient [6]. Its insidious gradual onset means that the patient does not recognize his hearing loss, thereby potentially causing isolation, depression, mood disorders and cognitive impairment [7].

Studies of the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAPsanté, 2007) [8] and the Lin's team (2011) [9] have identified age-related hearing loss as an independent risk factor for cognitive deterioration in the elderly. Presbycusis actually causes disorders of oral communication which, by limiting the perceptual-cognitive stimulation of hearing-impaired elderly subjects, anticipates the emergence of cognitive impairment by auditory deafferentation [10]. Thus, according to the results of the AcouDem study [8], the risk of developing cognitive problems is multiplied by 2.5 times in patients with hearing impairment with social impact.

These data support the need to provide bilateral hearing aids at an early stage, which is the only effective treatment at the present time [11]. But in effect, it turns out that many patients who are fitted do not wear their hearing aids. [12] The main reasons are a discomfort, difficulties in handling, maintenance

costs, and especially lack of perceived efficiency. Indeed, many presbycusis patients are dissatisfied by the performance of their hearing aids and often give up wearing them. A study of the pathophysiology of presbycusis and its consequences allows us to understand this situation and propose solutions.

## **2. Experienced difficulties**

### **2.1. Physiological data**

The main problem of the presbycusis patient is that he hears but does not understand. Physiologically speaking, this is due to an impairment of outer hair cells which predominates at the cochlear base, region of high frequency coding. These high frequencies are extremely important in communication because 60% of elements relevant for speech recognition are located within the upper area to 1000Hz frequency [13].

These neurosensory hair cells of the Cortiorgan are very fragile and do not have the ability to restore or renew themselves. Therefore, when injured, distortions appear beyond repair. [1] Initially, the patient compensates very well for these perceptual distortions, but the more the deafness evolves, the harder it is to offset them. There is a discrepancy between sound shape in memory and the perceived form, creating confusion in understanding a verbal message [14]. For the moment, no cure for presbycusis exists. The rehabilitation is to balance two types of disorders: loss of hearing, corrected by the amplification provided by hearing aids, and suprathreshold distortions, compensated by the aural rehabilitation work proposed by a speech therapist [14]. When outer hair cells are "sick", hearing aids can "put them again into action". But when dead, they no longer have any effect. The inertia of certain areas of the cochlea, called "dead regions", is very common in presbycusis [15], although the standard pure tone audiometry does not identify them. In addition, hearing aids are not sophisticated enough to assign as many channels as there are in the cochlea. These few silent areas cannot be "reactivated" by hearing aids and accentuate the lack of understanding, thereby causing a persistent social disorder. In addition, if hearing aids can be satisfactory at beginning, the inevitable deterioration of hearing will cause them to become insufficient. It is therefore necessary to compensate for this gradual deficit [16]. It is also important to understand the state of mind of the hard of hearing person.

### **2.2. The presbycusic's state of mind**

The presbycusic's profile should be determined from the beginning of the rehabilitation process. Before receiving audiometric evidence of his deafness, the patient is in denial. He blames his difficulties of understanding on his interlocutors. For him, they speak too fast or articulate increasingly poorly. Deafness may even make him aggressive in these situations because understanding requires higher sound levels, at the risk of reaching the pain threshold.

When diagnosis is made, often late, constraints related to hearing aids (cost, aesthetics, comfort, misconceptions ...) can significantly delay the treatment. However, the early adoption of equipment, in addition to patient compliance, is essential for effective rehabilitation [17].

Finally, when he gets hearing aids, presbycusis patient is often disappointed and dissatisfied with the outcomes. He finally gives up the idea of hearing better and leaves his hearing aids, isolating himself and sinking into depression [12].

Technological advances alone thus do not seem sufficient in presbycusis' rehabilitation, although they are indispensable. An earlier treatment supported by a multidisciplinary team would bypass the current difficulties arising from presbycusis, especially since these difficulties have important, but preventable, socioeconomic impacts.

### **2.3. Socioeconomic data**

From an economic point of view, although the cost of hearing aids is high, it is much less when compared to the complications caused by deafness. Indeed, dementia, mood disorders, depression, and social isolation of the elderly are very costly to society. Psychotropic drugs, for example, are not effective against a reactive depression related to hearing loss [18]. Unfortunately, cases of elderly deaf persons taking anxiolytics or antidepressants are not uncommon in nursing homes. Thus we assume that preventing the deleterious consequences of auditory deafferentation, through an early screening and an effective rehabilitation, could significantly cut public health care spending [19]. For example, allowing presbycusis patients to better hear and communicate could delay the entry age into a retirement home and reduce expenditures for the care of deaf dependent elderly, some of whom suffering from associated cognitive impairment [10]. Indeed, solutions exist to improve the management of presbycusis patient.

## **3. Proposed solutions**

In the face of serious consequences of presbycusis, early detection through vocal acoumetry, creating hearing circuits, audioverbal rehabilitation and caregiver training for helping the presbycusis patients are potential solutions to meet their individual needs and prevent hearing loss-induced complications [20].

### **3.1. Early detection through vocal acoumetry**

The diagnosis of presbycusis is often too late and it is usually constrained and forced by his entourage that the presbycusis patient consults an ENT. At this point, the hearing loss is already

advanced. This delay makes it more difficult to adapt to hearing aids and aural rehabilitation is much more laborious.

To enable an early screening, the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*) advises general practitioners and geriatricians to systematically practice a whispered vocal acoumetry during every consultation with an elderly patient over 60 years old. This voice test is a convenient, reliable and very sensitive tool (see Table I) that makes it easy to detect a hearing problem. The purpose of this screening is to refer the patient to ENT at the very beginning of the clinical onset of the disease [21]. The GP or geriatrician then becomes the initiator of a hearing care circuit that the patient will follow.

Table 1. Informational value of vocal acoumetry (VAcou) at whispered voice versus pure tone audiometry (TAudio) in an institutionalized elderly population

Thresholds	Results	Pathol. TAudio	Normal TAudio	Sen	Spe	PPV	NPV	Prev
RPT 15 dB HL VAS 75%	Pathol. VAcou	196	1	100%	91%	99.5%	100%	94.7%
	Normal VAcou	0	10					
RPT 21 dB HL VAS 75%	Pathol. VAcou	183	14	100%	41.7%	92.9%	100%	88.4%
	Normal VAcou	0	10					
RPT 30 dB HL VAS 75%	Pathol. VAcou	163	34	100%	22.7%	82.7%	100%	78.7%
	Normal VAcou	0	10					

RPT= reference pathological threshold for tonal audiometry; VAS= vocal acoumetry score; VAcou=vocal acoumetry; TAudio= tonal audiometry; Prev=prevalence of deafness in the experimental population; Sen=sensitivity; Spe=specificity; PPV=positive predictive value; NPV=negative predictive value

### 3.2 The hearing circuit

The different problems encountered around hearing disorders in elderly are such that they cannot be solved by a practitioner acting alone. However, if the practice is part of a care network, such as the hearing circuit, more favorable outcomes are possible for presbycusis patients. The presbycusis patient often has difficulty recognizing his deafness, deciding to purchase hearing aids and disciplining himself about hearing aids wearing and setting. If he is not followed regularly, by the different members of the hearing circuit, the risk of failure in the short to medium term is important [22].

Centered around the patient, the hearing circuit includes five indispensable partners:

- The geriatrician (or GP) detects deafness and follows patient's evolution.

- The ENT performs audiometric tests, makes the diagnosis and prescribes hearing aids and speech therapy.

- The hearing aid specialist then makes an individual adaptation of the hearing aids relative to the patient's hearing. After several adjustments, the benefit is obvious, in theory. In practice, difficulties in comprehension frequently persist among presbycusis patients, especially in noisy environment or challenging conditions. The degree of hearing loss is not necessarily proportional to difficulties of understanding, but the later the patient begins using the equipment, the more difficult adaptation and recovery will be. With equivalent pure tone audiogram, patient's social impact may be more or less important, likewise for auditory rehabilitation. In 2011, building on a verbal comprehension test including sentences with high and low phonemic frequencies, called verbal "Acoutest," we showed that presbycusis patients wearing hearing aids, and despite correct adaptation, continued to misperceive high-pitched sentences even while they understood the low-pitched sentences quite well [23]. Wearing hearing aids is essential, but often not enough, and audioverbal therapy is then necessary.

- The speech therapist, last stakeholder of this hearing circuit, effects at the ENT's request a speech therapy assessment with rehabilitation if necessary. This assessment includes verbal "Acoutest" that allow to identify a lack of recognition of high pitched forms of speech in presbycusis patients wearing hearing aids. If the patient understands all the sentences, the speech therapist may focus the rehabilitation on another point. The goal is to make patients aware of aural rehabilitation possibilities, such as using lip reading in noisy environments, and of the importance of having a "caregiver". However, when the test indicates a failure of understanding, 5 to 15 speech therapy sessions are essential to enable the patient to regain full autonomy and to not feel social exclusion. In this context, accompanying patient by a caregiver, throughout his rehabilitation and beyond, is essential.

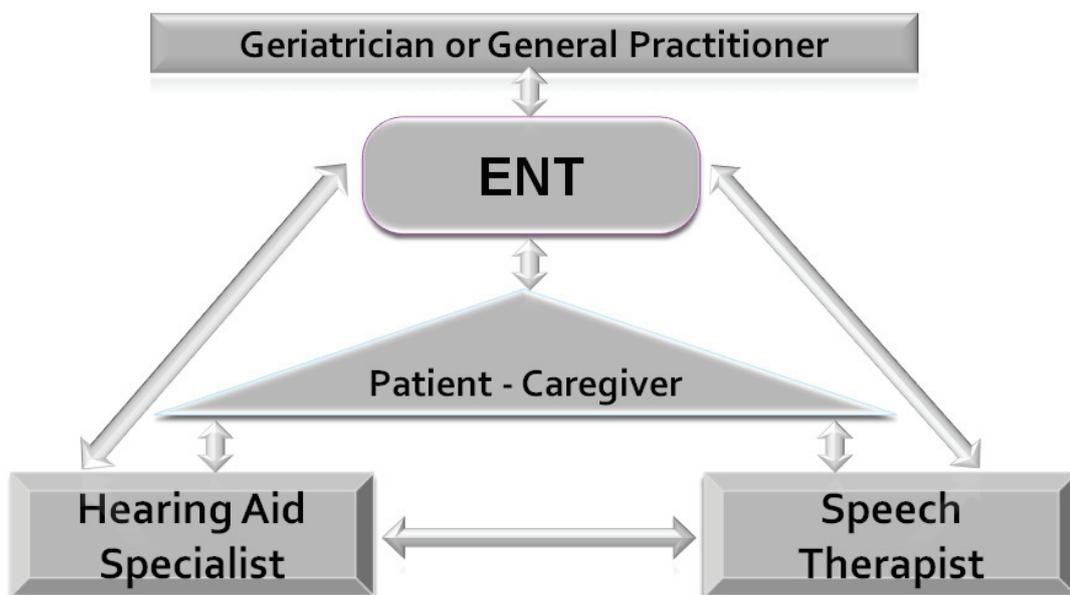


Fig. 1. The hearing circuit recommended by the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAPsanté) for presbycusis patients' health care management.

### **3.3. Audioverbal therapy**

Without audioverbal therapy, the benefit of hearing aids is limited in terms of improving speech understanding. On the other hand, our central auditory system is able to reconstruct recognition mechanisms for misunderstood words, through repetition-based training (perception of these words being already improved by hearing aids). Focusing rehabilitation on the automation of new sound form recognition, reconstructed from patient's residual and rehabilitated hearing, seems more efficient in real life than letting him persevere in using mental substitution mechanisms based on acoustic profiles previously stored but which will never be perceived again [24]. When it is still possible, mental substitution as the unique way of compensation for auditory confusion is also time consuming during verbal exchanges. The time spent on cognitive reconstruction does not allow presbycusis patients to follow a conversation over time, since the fluidity of exchange disappears, generating a large degree of fatigue. This guessing game, often punctuated by failures and teasing, does not generally pay off and as a result even patients wearing hearing aids may isolate themselves voluntarily. The main goal of the rehabilitation is to work from the patient's residual and rehabilitated hearing. For example, if a presbycusis still does not hear the "S" of "Suzie" and "F" of "Fusil" (rifle, in French), despite his hearing aids, audio-verbal training will consist in bringing out a relevant and beneficial difference for the patient, which becomes familiar enough to him to be easily noticeable. In the above example, the patient would focus on the "U" perceived more or less lowly depending on the word. Audioverbal therapy is therefore essential in presbycusis patient's rehabilitation, provided that all potential stakeholders –GP or geriatrician, hearing aid specialist and speech therapist– agree to interact in a hearing circuit!

### **3.4. Designation of the caregiver**

The caregiver, who comes with the patient at each appointment in the hearing circuit, occupies a key role in the presbycusis's rehabilitation. It is therefore important to also educate him when entering in treatment protocol. Indeed, health professionals are often faced with a lack of cooperation and motivation on the part of the patient for his hearing rehabilitation. They are happy then to be allowed to speak with a "caregiver", a family member or other close acquaintance. The caregiver gives the professionals better insight into the situation and helps the patient to enter fully into the hearing circuit. Once educated by the various stakeholders, the caregiver can monitor the correct wearing of hearing aids and their good working order, guaranteeing good adaptation. The caregiver may also help the presbycusis patient in regaining a satisfactory hearing by assisting him during his audioverbal therapy. During speech therapy sessions, the caregiver is trained to exercise daily with the patient, adapting rehabilitation techniques to real-life and individual situations. The caregiver also helps to better inform professionals about the presbycusis's challenges. The hearing aid specialist adjusts the hearing aids to the patient while the speech therapist adapts the patient to his hearing aids and to his surrounding world. Their joint action,

resulting from collaborative observations, seems very synergistic and can significantly improve the immediate results and regular adjustment over time (based on the current study). Finally, having a personal caregiver enables the patient to receive a "home" and "free" audioverbal rehabilitation for life. The caregiver himself would benefit from this rehabilitation if he became presbycusis in his turn.

## Conclusions and Perspectives

Presbycusis causes such extensive complications that it is essential to treat it, accepting its "complexity". Early approach and multidisciplinary management, organized in a hearing circuit, intend to help patients making better use of their hearing aids, by "amplifying" at the same time potential benefits of the standing technical progress. Compensation for the disability therefore is instrumental, functional and psychosocial.

The hearing circuit, which already exists for deaf children and adults with cochlear implants, is a logical addition to the health management of older persons with hearing loss who are often disregarded. Its purpose is to prevent the consequences of presbycusis and avoid as much as possible handicap situations and loss of patient autonomy.

In a society that wants to fight against the abuse of elderly, presbycusis, which features prominently, can and must be treated. An efficient compensation cannot be achieved without the active participation of presbycusis patient and his caregiver, the primary beneficiaries of the hearing circuit.

A comparative interventional study aiming at evaluating the benefits of an optimized management of older deaf subjects in this hearing circuit is currently under development. In this context, the hearing aid rehabilitation combined with audioverbal therapy will be compared to standard care with instrumental rehabilitation only, followed in a second stage by audioverbal therapy. A control group of patients refusing any treatment will also be established: they will benefit from a simple medical follow after which they will be re-offered an appropriate therapeutic management.

## Acknowledgements

We thank the Alzheimer Presbycusis Research Group (GRAP*santé*) for its support and assistance in this long process.

## References

1. X Perrot, "Neurosensory deficit in the elderly. Hearing disorders", *Rev Prat*, 62: 1311–1319, 2012.
2. L Vergnon, "L'audition dans le chaos", Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux, 2008.
3. D Bouccara, S Dhouib, L Vergnon, pour le GRAP*santé*, "Hearing losses of the adult. Aging and hearing loss: the presbycusis", *Rev Geriatr*, 7:435-450, 2011.

4. L Van Laer, AL DeStefano, RH Myers, K Flothmann, S Thys, E Fransen, GA Gates, G Van Camp, CT Baldwin, “Is DFNA5 a susceptibility gene for age-related hearing impairment?”, *Eur J Hum Genet*, 10:883-6, 2002.
5. MH Kemperman, EM De Leenheer, PL Huygen, E van Wijk, G van Duijnhoven, FP Cremers, H Kremer, CW Cremers, “A Dutch family with hearing loss linked to the DFNA20/26 locus”, *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 130:281-8, 2004;
6. M Tardy, “Réseau de santé audition et langage, Vieillesse et perte d’audition ou la perte du statut de « personne » ”, Journées de la Prévention 2009, INPES, Paris, France [http://www.inpes.sante.fr/jp/cr/pdf/2009/session8/PPT\\_TARDY\\_Mireille.pdf](http://www.inpes.sante.fr/jp/cr/pdf/2009/session8/PPT_TARDY_Mireille.pdf).
7. M Prevel, S Dhoub, D Aubel, L Vergnon, “La presbycusis : Signes, Diagnostic et conduite à tenir”. *Rev Geriatr*,10:807-820, 2003.
8. D Pouchain, C Dupuy, M San Jullian, S Dumas, MF Vogel, J Hamdaoui, L Vergnon, “Is presbycusis a risk factor for dementia? AcouDem study”, *Rev Geriatr*, 32: 439–445, 2007.
9. Lin FR, Metter EJ, O’Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L, “Hearing loss and incident dementia”, *Arch Neurol*, 68(2):214-220, 2011
10. C Petitot, X Perrot, L Collet, M Bonnefoy, “Maladie d’Alzheimer, troubles de l’audition et appareillage auditif : une revue des données actuelles”,*PsycholNeuroPsychiatr Vieil*, 5(2):121-5, 2007.
11. Direction Générale de la Santé, Inserm. Rapport du GTNDO [Internet],Availablefrom: [http://www.eps-polelorraine.fr/actions/S0004/docs/observation\\_locale/rapport\\_gtndo.pdf](http://www.eps-polelorraine.fr/actions/S0004/docs/observation_locale/rapport_gtndo.pdf), May p. 469–75, 2004.
12. A McCormack, H Fortnum, “Why do people fitted with hearing aids not wear them?” *Int J. Audiol*, 52(5): 360-8, 2013.
13. P Tran Ba Huy, E Sauvaget, B Azema, “La presbycusis. Les surdités de perception”, Masson, Paris, France, 2001.
14. S Leusie, T Rousseau, N Denni-Krichel, E Lambert, E Danel, J Guibert, D Aubel, L Vergnon, pour le GRAPsanté et Lurco-ERU 35, “Le réseau de l’audition. La place de l’orthophonie dans le traitement de la presbycusis”, *L’Orthophoniste*, 314:19-26, 2011.
15. T.Y Ching, H Dillon, “A brief overview of factors affecting speech intelligibility of people with hearing loss: implications for amplification”, *Am J Audiol*, 2013.
16. M Prevel, S Dhoub, D Aubel, L Vergnon, “Évolution de l’audition au cours de la vie”, *RevGeriatr*, 9:735-740, 2003.
17. MH Kvam, M Loeb, K Tambs, “Mental health in deaf adults: symptoms of anxiety and depression among hearing and deaf individuals”. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12:1;1-7, 2007.

18. FB Chatatan, "Depression in old age", *N Y State J Med*, 75:2505-9, 1975.
19. S Arlinger, "Negative consequences of uncorrected hearing loss. A review", *International Journal of Audiology*, 42:2S17-2S20, 2003.
20. L Vergnon, X Perrot, JM Vétel, S Leusie, M Ferry, "Compte-Rendu : Le GRAPsanté et la Presbyacousie. Journées annuelles de la société de Gériatrie et de Gérologie, 8 - 10 octobre 2013", *RevGeriatr*, 38:779-784, 2013.
21. S Leusie, X Perrot, C Renard, D Aubel, L Vergnon, "Vocal acoumetry: A valid, easy and reliable tool for detecting, quantifying and following up hearing impairment in the elderly. AcoumAudio, a French institutionalized population study", Cernobbio (Lake Como), Italy, June 2014, HEAL 2014: Abstract Book HEaringAcross the Lifespan, p43.
22. JM Vétel, M Prevel, Ph Taurand, S Leusie, M San Jullian, L Vergnon, pour le GRAPsanté. "The audition Network", *RevGeriatr*, 36:549-554, 2011.
23. S Leusie, M Prevel, D Aubel, S Dhouib, M Ferry, P Taurand, L Vergnon, pour le GRAPsanté. Is hearing aid the only solution for presbycusis? *Rev Geriatr*, 36-37:50-55, 2011.
24. N Denni-Krichel, A Dumont, S Leusie, E Lambert, C Batchy, M Loustau, Vergnon L, pour le GRAPsanté. La place et le travail de l'orthophoniste dans le traitement de la Presbyacousie. *Rev Geriatr*, 36:529-539, 2011.

# **Étude 2 « FRéCAOP »**

## **(cahier d'observation)**



## Étude FaBeRA2

# CAHIER D'EXAMEN

## Bimodal

**Faisabilité et Bénéfices de la Rééducation audio-verbale chez les patients malentendants**

### Observation initiale

Initiales : /	Sujet N° :	GROUPE : Bimodal
<i>Trois 1<sup>ères</sup> lettres du nom et deux 1<sup>ères</sup> lettres du prénom</i>		
Évaluateur : Prénom et NOM	Date de l'appareillage :	
Date de visite : / /	- Nom de l'aidant :	

Notice d'information concernant  
les modalités de l'étude interventionnelle  
(FaBeRA2)

**Titre de l'étude : «Faisabilité et bénéfices d'une prise en charge combinant réhabilitation  
audioprothétique et rééducation auditivo-verbale  
chez les sujets âgés malentendants (étude FaBeRA2) »**

Madame, Monsieur,

Nous vous proposons de participer à une étude clinique portant sur la rééducation auditive des sujets presbyacousiques de plus de 50 ans, soit en faisant partie du groupe témoin (c'est à-dire que vous bénéficierez d'une simple surveillance), soit en faisant partie d'un des deux groupes traités (vous bénéficierez soit d'un appareillage auditif seul, soit d'un appareillage auditif accompagné d'une rééducation auditive).

• **Organisation :**

L'étude est organisée par l'Hôpital Simone Veil - Groupement Hospitalier Eaubonne – Montmorency au sein du Groupe de Recherche Alzheimer et Presbyacousie (GRAP*santé*), en collaboration avec le service d'Audiologie et Explorations Orofaciales du Centre Hospitalier Lyon-Sud et l'Université Lyon 1 dans le cadre de la thèse de Neurosciences et Cognition de Mlle Séverine LEUSIE. Elle sera réalisée sous la responsabilité du Dr. Xavier PERROT, investigateur-coordonateur de cette étude, maître de conférences - praticien hospitalier au CHU de Lyon et 1er vice-président du GRAP*santé*, association reconnue d'intérêt général hébergée au sein de l'Hôpital Simone Veil.

Cette étude a été présentée le 20 janvier 2014 au Comité de Protection des Personnes de Lyon – Centre Léon Bérard, qui n'a noté aucune objection éthique à sa mise en place.

• **Pré requis :**

Des recommandations professionnelles récentes conseillent d'associer à la réhabilitation audioprothétique, une rééducation orthophonique centrée sur un entraînement auditif spécifique qui permette au patient de mieux utiliser les informations transmises par son appareillage auditif. Si sur le plan théorique et scientifique, cette approche bimodale est parfaitement justifiée, il reste cependant à évaluer sa faisabilité pratique et son bénéfice réel.

- **Objectifs :**

La présente étude se propose donc de comparer la prise en charge habituelle des sujets âgés malentendants – par réhabilitation audioprothétique– avec une prise en charge théoriquement optimale –combinant réhabilitation audioprothétique et rééducation auditivo-verbale. L'évaluation des bénéfices portera sur les capacités de communication, la qualité de vie, les capacités cognitives et la faisabilité pratique de cette prise en charge combinée.

- **Méthodologie et déroulement de l'étude**

L'étude proposée se déroule au sein d'un circuit de l'audition qui réunit un ORL, le Docteur Samir DHOUB (consultation ORL Hôpital Simone Veil - 14 rue de Saint Prix 95600 Eaubonne 01.34.06.61.10), un audioprothésiste, Monsieur David AUBEL (Laboratoires de Correction Auditive Aubel - 11 rue de Mora 95880 Enghien les Bains 01.39.89.52.52), et une orthophoniste, Mlle Séverine LEUSIE (GRAPsanté Hôpital Simone Veil Pavillon Demirleau 1 rue Jean Moulin 95160 Montmorency – 06.64.11.17.46).

Vous pourrez choisir d'être traité ou non pour votre presbyacousie.

- Si vous choisissez de ne pas être traité pour le moment, vous appartierez au GROUPE 1 qui bénéficiera d'une simple surveillance ORL et orthophonique (1 bilan au début de l'étude et 1 bilan à 6 mois). Vous pourrez bien sûr changer d'avis au bout de 6 mois et demander le traitement.
- Si vous choisissez d'être traité, vous bénéficierez d'une prise en charge audioprothétique accompagnée d'une rééducation orthophonique. Après tirage au sort, la rééducation commencera soit après 6 mois d'adaptation aux prothèses auditives (GROUPE 2), soit dès 3 semaines à 1 mois d'adaptation aux prothèses auditives (GROUPE 3).

Pour participer à cette étude, vous aurez besoin d'un « aidant », une personne qui vous accompagnera à chaque rendez-vous, et qui voudra bien être formée à la rééducation auditive dont vous aurez besoin. Cette rééducation demande un entraînement quotidien, il est important que la personne puisse vous voir tous les jours.

- **Bénéfices :**

Par rapport à la prise en charge usuelle par appareillage auditif bilatéral, la prise en charge optimisée –combinant réhabilitation audioprothétique et rééducation auditivo-verbale– est susceptible d'améliorer votre compréhension verbale et d'augmenter votre bénéfice audioprothétique en termes de capacités de communication orale. Pour les patients du groupe non traité (GROUPE 1), la consultation de contrôle à six mois permettra de détecter précocement toute aggravation de votre audition et pouvant vous inciter à une prise en charge audioprothétique. Pour les patients des GROUPE 2 et 3, les séances d'orthophonie vous permettront de comprendre comment vous rééduquer et cela toute votre vie grâce à la formation de votre aidant.

• **Contraintes et risques liés à l'étude :**

Aucun risque pour votre intégrité personnelle n'est à prévoir. S'agissant d'une procédure justifiée dans le cadre du soin, il n'y aura pas de contraintes supplémentaires pour les patients participant à cette étude, et ce d'autant qu'il vous sera laissé le choix d'être traité ou non. Par ailleurs, les deux modalités de prise en charge (GROUPES 2 et 3) ne comportent aucun risque particulier ou supplémentaire, par rapport à une prise en charge habituelle. En dehors du prix des deux prothèses auditives, et des rendez-vous médicaux, toutes les séances d'orthophonie et de tests seront gratuites et cela pendant toute votre vie.

J'atteste avoir pris connaissance de ces informations,

**Date :**

**Nom et signature  
du sujet :**

**Date :**

**Nom et signature  
de l'aidant :**

**Date :**

**Nom et signature  
de l'investigateur :**

# Dossier ORL

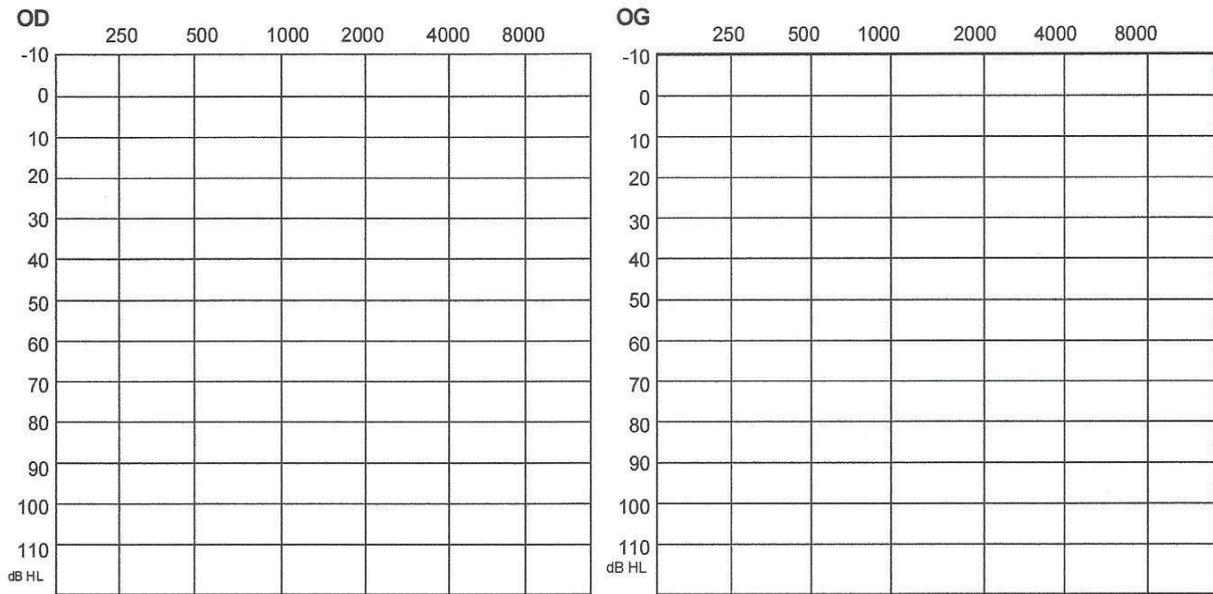
## Observation initiale

**Docteur Samir DHOUIB**

Initiales : /	Sujet N° : Bimodal
<i>Trois 1<sup>ères</sup> lettres du nom et deux 1<sup>ères</sup> lettres du prénom</i>	
Évaluateur : Prénom et NOM	Date de l'appareillage :
Date de visite : / /	- Nom de l'aidant :



## Audiométrie tonale au casque

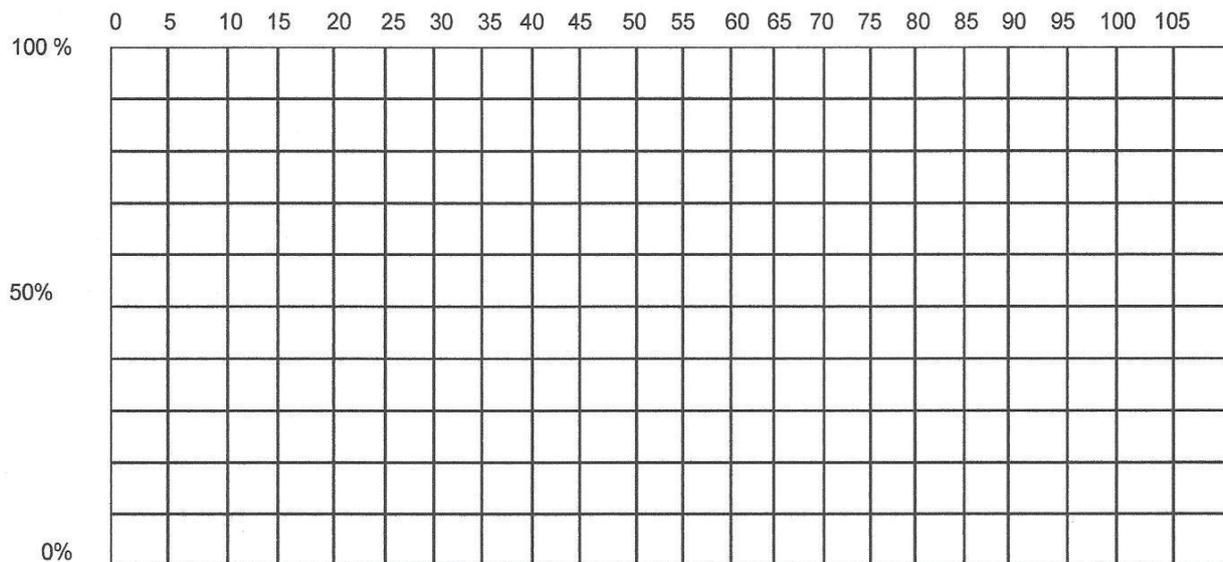


Épreuve de Weber				
250	500	1000	2000	4000

Assourdissement de l'oreille					
	250	500	1000	2000	4000
CA V. utile					
CO V. utile					
Rainville					

<b>Calcul de la perte</b>		
Moyenne des seuils à : 500, 1 000, 2 000, 4 000.		
OD		dB
OG		dB
Bil.		dB

### Audiométrie vocale au casque



# Dossier Audioprothèse

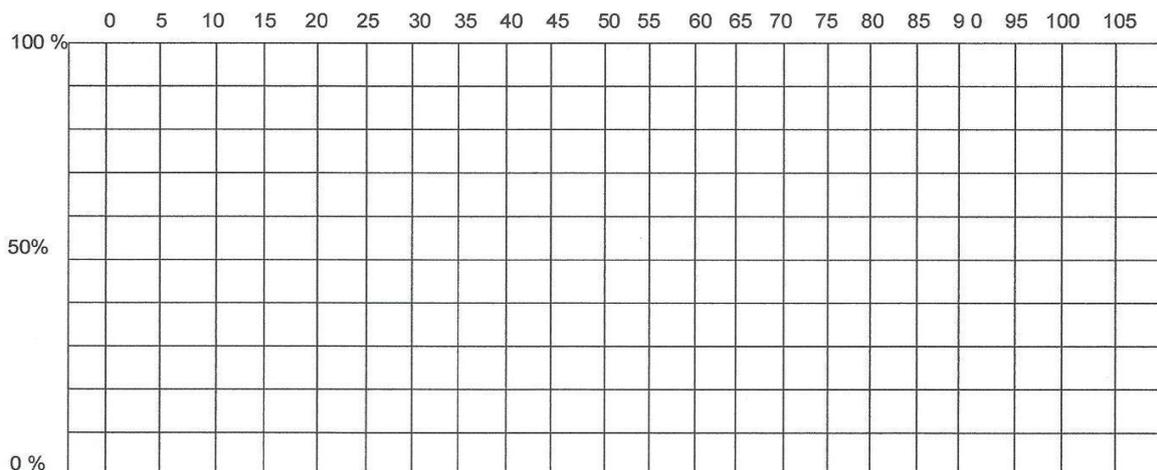
## Observation initiale

**David AUBEL**

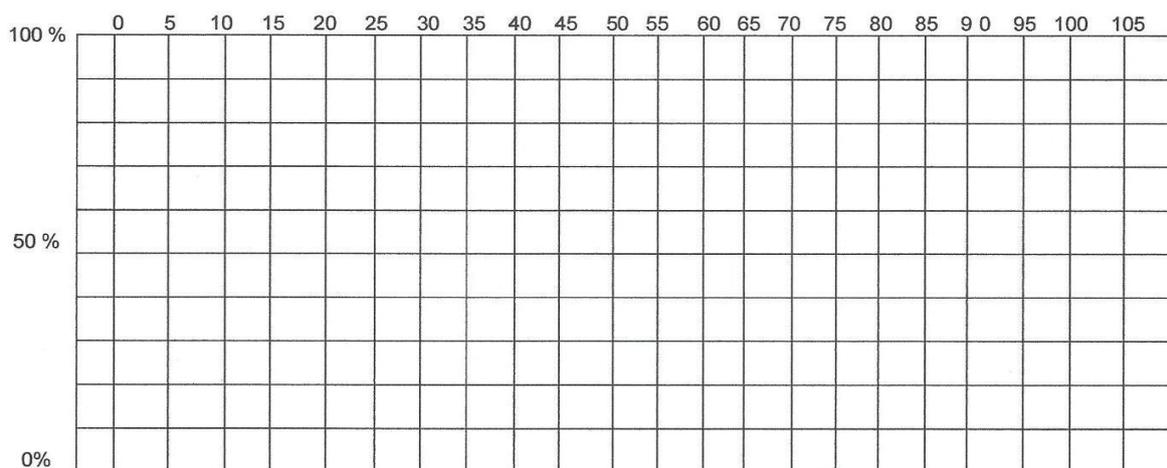
Initiales : /	Sujet N° :	<b>Bimodal</b>
<small>Trois 1<sup>ères</sup> lettres du nom et deux 1<sup>ères</sup> lettres du prénom</small>		
Évaluateur : <small>Prénom et NOM</small>	Date de l'appareillage :	
Date de visite : / /	- Nom de l'aidant :	

## II. Bilan de l'audioprothésiste

### II.1. Audiométrie binaurale vocale en champ libre dans le calme et dans le bruit avant appareillage



### II.2. Audiométrie binaurale vocale en champ libre dans le calme et dans le bruit avec prothèses après 1 mois d'adaptation



## II.3. Bilan pré prothétique (Date : / / )

<b>Lecture prescription ORL et audiogramme</b>	Il s'agit la plupart du temps d'une prescription d'appareillage auditif bilatéral accompagnée d'un audiogramme (type de surdité et degré).	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<b>Tests pré-prothétiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen des conduits auditifs externes (forme, rétrécissement, séquelles d'intervention).</li> <li>- 2<sup>e</sup> Audiogramme : réduit subjectivité, permet contact avec patient, explication de sa courbe avec éléments auditifs perdus et conséquences. Seuils aériens et osseux importants.</li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
<b>Relever contre-indications</b>	<b>les</b> Conduit auditif externe trop déformé, voire fermé [prothèse BAHA utilisant conduction osseuse et court-circuitant l'oreille moyenne, ou vibreur utilisant conduction osseuse avec lunettes ou boîtier peuvent être envisagés en dernier recours].	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<b>Analyser personnalité patient</b>	<b>la du</b> <p><i>Age</i> : adaptation aux aides auditives plus facile chez sujets jeunes.</p> <p><i>Vision</i> : manipulation, nettoyage difficile, lecture labiale difficiles si basse ou mal vision.</p> <p><i>Habilité manuelle</i> : installation de l'aide dans l'oreille + ou – délicate.</p> <p><i>Motivation</i> : l'appareillage doit être « désiré », la mise en place acceptée et l'adaptation bien supportée. Donner des réponses concrètes et rester très disponible.</p> <p><i>Esthétique</i> : proposer l'aider la plus discrète possible dès le début et faire rapidement ressentir les bénéfices à mieux entendre et mettre l'accent sur l'importance du suivi de l'adaptation de l'oreille à l'appareillage.</p>	<p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
<b>Choix matériel - marque</b>	- Concilier désirs et besoins du patient. Cf Catalogue avec les gammes.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<b>Choix de l'embout</b>	<b>de</b> Matière et forme varient selon les patients (tolérance du conduit auditif et caractéristiques acoustiques perçues).	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
- <b>Matière</b>	<p><i>Embouts durs</i> : longue durée de vie, faciles à meuler (modif forme, augmentation évent, vitrification), et étanchéité correcte.</p> <p><i>Embouts mi-durs mi-souples, souples, voire très souples</i> : à envisager préférentiellement pour les surdités sévères ou profondes. Plus l'embout est souple et meilleure est l'étanchéité. Attention aux brûlures du CAE.</p> <p><i>Embouts souples</i> : s'imposent dans surdités profondes.</p>	<p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
- <b>Forme</b>	Une dizaine existe : la coquille prend toute la conque, la demi-conque dont la canule ne sort presque pas du conduit, la canule avec un épaulement, la canule avec une patte de fixation vers le haut et le bas en forme de pince de crabe, l'embout squelettique en forme de coquille creusée en son milieu...	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<b>Choix d'un Dôme</b>	Avec ou sans écouteur déporté.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

## II.4. Questionnaire de C. RENARD

### II.4.1. Situation du patient :

A domicile sans aide  - A domicile avec aide  - Établissement gériatrique  Établissement spécialisé  - Autre :  
.....

### II.4.2. Type d'appareillage :

Contour d'oreille  - Intra auriculaire  - Écouteur conduit  - Life tube  - Autre : .....

Date de l'évaluation : ..... / ..... / ..... - Age du patient au moment de l'évaluation : ..... ans

### II.4.3. Autonomie :

Le sujet peut :

- |   |  |
|---|--|
| 1. Contacter son audioprothésiste               | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 2. Se rendre chez son audioprothésiste          | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 3. Reconnaître l'auditive droite de la gauche   | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 4. Mettre en place et retirer l'aide auditive   | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 5. Retirer l'aide auditive                      | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 6. Mettre en marche et arrêter l'aide auditive  | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 7. Changer la pile ou les accus                 | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 8. Recharger les aides auditives (accumulateur) | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 9. Nettoyer son aide auditive quotidiennement   | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |
| 10. Comprendre seul les consignes de port       | Autonome : <input type="checkbox"/> - A besoin d'aide : <input type="checkbox"/> |

**Score d'autonomie : \_\_\_\_\_/10**

## II.5. Suivi de l'appareillage – Procédure

### 1<sup>er</sup> rendez-vous : Mise en place de l'appareillage et réglage

Date : / /

1. Livraison :  Programmation :  Essai :
2. Routines : 
  - a. Apprentissage de la mise en place des appareils :
  - b. Nettoyage, entretien :
  - c. Changement des piles
  - d. Recueil des premières sensations, conseils :

## 2<sup>e</sup> rendez-vous : Amélioration du réglage

Date : / /

Contrôle du port et de l'usage :

- a. Vérification de la mise en place des appareils :
- b. Vérification entretien :
- c. Changement des réglages
- d. Recueil des sensations :
- e. Correction des problèmes remarqués :

Retours d'expérience :

Remarques :

## 3<sup>e</sup> rendez-vous : Affinage du réglage

Date : / /

Contrôle du port et de l'usage :

- a. Vérification de l'usage des appareils :
- b. Vérification entretien :
- c. Changement des réglages :
- d. Recueil des sensations :
- e. Correction des problèmes remarqués :
- f. Nouveau réglage en fonction du vécu et du gain cible :

Retours d'expérience :

Remarques :

## 4<sup>e</sup> rendez-vous : Feu vert pour la rééducation

Date : / /

Contrôle du port et de l'usage :

- a. Vérification de l'usage des appareils :
- b. Vérification entretien :
- c. Changement des réglages
- d. Recueil des sensations :
- e. Correction des problèmes remarqués
- f. Nouveau réglage en fonction du vécu et du gain cible

Retours d'expérience :

Remarques :

Date des réglages éventuels intermédiaires : / / et / / et / / et / /

Nombre de réglages au total :

# Dossier Orthophonique

## Observation initiale

**Séverine LEUSIE**

Initiales : /	Sujet N° :	Bimodal
<i>Trois 1<sup>ères</sup> lettres du nom et deux 1<sup>ères</sup> lettres du prénom</i>		
Évaluateur : Prénom et NOM	Date de début : / /	
Date de visite : / /	- Nom de l'aidant :	

### III. Le Bilan Orthophonique : L'orthophoniste

#### III.1. Acoumétrie vocale (AcoumAudio) SANS prothèse

N°	Questions	Type de voix	Abr.	Résultat	
1	Quel âge avez-vous ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Procédure de calcul</b>  On multiplie l'indice attribué arbitrairement à la voix par le nombre de fois où il est rencontré dans le test  Exemple : 5B 3N donnera $2 \times 5 + 3 \times 3 = 19$ <u>Score pondéré</u>	
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		
		Voix forte	F		
		Voix criée	Cr		
2	Où habitez-vous ?	Voix chuchotée	Ch		
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		
		Voix forte	F		
		Voix criée	Cr		
3	Quel est le nom de votre médecin de famille ?	Voix chuchotée	Ch		
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		
		Voix forte	F		
		Voix criée	Cr		
4	Quel est votre métier ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Résultats bruts</b>	
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		Ch = 1 x =
		Voix forte	F		
		Voix criée	Cr		
5	Avez-vous des enfants ?	Voix chuchotée	Ch	B = 2 x =	
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		
		Voix forte	F		
		Voix criée	Cr		
6	Quelle est votre saison préférée ?	Voix chuchotée	Ch	N = 3 x =	
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		
		Voix forte	F	F = 4 x =	
		Voix criée	Cr		
7	Où êtes-vous parti en vacances la dernière fois	Voix chuchotée	Ch	Cr = 5 x =	
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		
		Voix forte	F		
		Voix criée	Cr		
8	Qu'avez-vous mangé hier soir ?	Voix chuchotée	Ch	+ =	
		Voix basse	B		
		Voix normale	N		
		Voix forte	F		
		Voix criée	Cr		

Observation :

Score pondéré

SP=

## III.2. Acoumétrie vocale (AcoumAudio) **AVEC** prothèses

N°	Questions	Type de voix	Abr.	Résultat
1	Aimez-vous lire ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Procédure de calcul</b>  On multiplie l'indice attribué arbitrairement à la voix par le nombre de fois où il est rencontré dans le test  Exemple : 5B 3N donnera $2 \times 5 + 3 \times 3 = 19$ <u>Score pondéré</u>
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
2	Allez-vous souvent vous promener ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Résultats bruts</b>  $Ch = 1 \times =$  $B = 2 \times =$  $N = 3 \times =$  $F = 4 \times =$  $Cr = 5 \times =$  $+ =$
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
3	Voyez-vous souvent le médecin ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Gain Auditif</b> Pour obtenir le gain auditif on soustrait le SPAA du SP  Exemple : $5B \ 3N - 8Ch$ $19 - 8 = 11$
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
4	Avez-vous du mal à dormir ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Gain Auditif</b> Pour obtenir le gain auditif on soustrait le SPAA du SP  Exemple : $5B \ 3N - 8Ch$ $19 - 8 = 11$
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
5	Vous réveillez-vous la nuit ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Gain Auditif</b> Pour obtenir le gain auditif on soustrait le SPAA du SP  Exemple : $5B \ 3N - 8Ch$ $19 - 8 = 11$
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
6	Êtes-vous satisfait(e) de vos appareils auditifs ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Gain Auditif</b> Pour obtenir le gain auditif on soustrait le SPAA du SP  Exemple : $5B \ 3N - 8Ch$ $19 - 8 = 11$
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
7	Êtes-vous sensible au froid ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Gain Auditif</b> Pour obtenir le gain auditif on soustrait le SPAA du SP  Exemple : $5B \ 3N - 8Ch$ $19 - 8 = 11$
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
8	Aimez-vous le théâtre ?	Voix chuchotée	Ch	<b>Gain Auditif</b> Pour obtenir le gain auditif on soustrait le SPAA du SP  Exemple : $5B \ 3N - 8Ch$ $19 - 8 = 11$
		Voix basse	B	
		Voix normale	N	
		Voix forte	F	
		Voix criée	Cr	
Gain auditif = SP – SPAA =		GA =	Score Pondéré AA	SPAA =

### III.3. Informations à recueillir concernant le patient :

III.3.1. Date de naissance :                    \_\_ \_ / \_\_ \_ / \_ \_ \_ \_

III.3.2. Âge :                                        \_\_ \_ \_\_ \_ ans

III.3.3. Sexe :                                       Masculin     Féminin

III.3.4. Niveau d'éducation :                 < Certificat d'étude (1)  
 Certificat d'étude acquis (2)  
 Études secondaires (3)  
 Études universitaires (4)

#### III.3.4. Étude de la vision

III.3.4.1. Pathologie oculaire /visuelle :     oui                     non

III.3.4.2. Port de lunettes :                     oui                     non

#### III.3.5. Acuité visuelle binoculaire

III.3.5.1. De près :                                Parinaud : \_\_ \_

III.3.5.2. De loin :                                Monoyer : \_\_ \_

### III.4. Informations à recueillir concernant l'aidant:

III.4.1. Date de naissance                    \_\_ \_ / \_\_ \_ / \_ \_ \_ \_

III.4.2. Âge                                         \_\_ \_ \_\_ \_ ans

III.4.3. Sexe :                                       Masculin     Féminin

III.4.4. Niveau d'éducation :                 < Certificat d'étude (1)  
 Certificat d'étude acquis (2)  
 Études secondaires (3)  
 Études universitaires (4)

III.4.5. Relation avec le patient :            \_\_\_\_\_

### III.5. Évaluation de l'aidant :

III.5. Évaluation de l'aidant :				
III.5.1. L'aidant est capable de réaliser les cinq différents niveaux de voix : chuchotée, basse, normale, forte et criée :	<input type="checkbox"/> Très facilement	<input type="checkbox"/> Facilement	<input type="checkbox"/> Difficilement	<input type="checkbox"/> Pas du tout
III.5.2. L'aidant est capable dans une phrase de repérer un mot mal compris par le presbyacousique :	<input type="checkbox"/> Très facilement	<input type="checkbox"/> Facilement	<input type="checkbox"/> Difficilement	<input type="checkbox"/> Pas du tout
III.5.3. L'aidant connaît le bon usage des appareils auditifs (mise en marche, mise en place, entretien, vérification du fonctionnement, changement des piles) :	<input type="checkbox"/> Très facilement	<input type="checkbox"/> Facilement	<input type="checkbox"/> Difficilement	<input type="checkbox"/> Pas du tout

### III.6. L'Acoutest (Version 3) – phrases enregistrées (examen à réaliser avec prothèses)

III.6.1. Intensité choisie suite aux phrases graves d'essai : _____ dB	
Bernard avait beaucoup d'amis.	C'est une belle histoire d'amour.
Nous arrivons bientôt à la gare.	Comment entrainer sa mémoire ?
Aimez-vous les bonbons à la menthe ?	Avez-vous arrêté de fumer ?
Les professeurs doivent appliquer le programme de l'année.	La voiture est en panne.
Ma grand-mère m'a donné de l'argent.	Elle aime beaucoup le chocolat.

<i>Dominance de phonèmes graves</i>		<i>Résultat</i>	<i>Dominance de phonèmes aigus</i>		<i>Résultat</i>
1	« Vous allez entendre des sons, trouvez à quoi ils correspondent. »		« Différents bruits vont être émis, dites ce qu'ils vous inspirent. »		
2	« Fermez vos yeux à chaque fois qu'un son apparaîtra ».		« Levez votre index à chaque stimulation sonore ».		
3	« Regardez bien ces trois photos pour leur attribuer un état d'âme. »		« Fixez bien ces six images afin de leur associer une émotion. »		
4	« Je vais murmurer des mots courts, essayez de les comprendre. »		« Je vais articuler des petits mots, tentez de les identifier. »		
5	a) « Répétez-moi la phrase suivante : » b) « elle s'en va là-bas pour rejoindre son frère. »		a) « Redites-moi la phrase qui suit : » c) « ici ils s'enfuirent pour protéger sa nièce. »		
6	« Retenez le début du mot ' <u>ballon</u> ' et la fin du mot ' <u>gâteau</u> '. »		« Gardez la première syllabe de ' <u>piscine</u> ' et la dernière de ' <u>cliché</u> '. »		
7	« Des histoires vont être lues. Faites-en un résumé. »		« Des récits vous sont contés. Dites ce qu'il s'est passé. »		
8	« Dessinez-moi quatre maisons bleues. »		« Veuillez rechercher dix villes voisines. »		
9	« Composez une courte phrase avec 'loup' et 'doux'. »		« Inventez une petite phrase avec 'fille' et 'quille'. »		
10	« Trouvez dans l'ordre un vêtement, un mobilier et un numéro. »		« Citez dans l'ordre un habit, un meuble et un chiffre. »		
<b>III.6.2. TOTAL Phrases Graves :</b>			<b>III.6.3. TOTAL Phrases Aigües :</b>		

## III.7. Lecture labiale (Test de J. GUIBERT)

### III.7.1. Reconnaissance de voyelles

Score = \_\_\_ /5

A I O U OI

### III.7.2. Reconnaissance de consonnes

Score = \_\_\_ /5

LA PA CHA FA SA

### III.7.3. Discrimination : Dire si les deux mots sont pareils

Score = \_\_\_ /5

chaud / veau	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
laine / peine	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
dents / dents	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
houle/foule	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
soin/soin	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non

### III.7.4. Reconnaissance de mots courts

Score = \_\_\_ /10

La porte	<input type="checkbox"/>	Le vélo	<input type="checkbox"/>
Le café	<input type="checkbox"/>	La fumée	<input type="checkbox"/>
Bonjour	<input type="checkbox"/>	Le voisin	<input type="checkbox"/>
La baguette	<input type="checkbox"/>	Le chien	<input type="checkbox"/>
La maison	<input type="checkbox"/>	L'armoire	<input type="checkbox"/>

### III.7.5. Reconnaissance de mots longs

Score = \_\_\_ /10

Le village	<input type="checkbox"/>	L'étagère	<input type="checkbox"/>
La pharmacie	<input type="checkbox"/>	La salle à manger	<input type="checkbox"/>
La chemisette	<input type="checkbox"/>	Les épaules	<input type="checkbox"/>
Les finances	<input type="checkbox"/>	Le pantalon	<input type="checkbox"/>
Le téléphone	<input type="checkbox"/>	La lumière	<input type="checkbox"/>

### III.7.6. Reconnaissance de phrases

Score = \_\_\_ /10

Je vais manger.	<input type="checkbox"/>	Mon père / habitait / à Paris.	<input type="checkbox"/>
Il va pleuvoir.	<input type="checkbox"/>	Viens vite / s'il te plait.	<input type="checkbox"/>
A tout à l'heure.	<input type="checkbox"/>	Arrête de crier.	<input type="checkbox"/>
Je n'en veux pas.	<input type="checkbox"/>	On frappe / à la porte.	<input type="checkbox"/>
Je n'aime pas / ce fromage.	<input type="checkbox"/>	Le boulanger fait du pain.	<input type="checkbox"/>

Total LL : /45

## III.8. Questionnaires relatifs à la qualité de vie **actuelle**

### III.8.1. Questions adressées à l'**aidant**

Instructions : Indiquer votre degré de motivation à participer à l'étude FaBeRA2, de 0 (pas du tout motivé) à 4 (Très motivé) : | \_\_\_ |, Puis répondez aux questions ci-dessous.

1	<b>La surdité de votre proche vous indispose-t-elle ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
2	<b>Limitez-vous les échanges avec votre proche ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
3	<b>Votre proche vous paraît-il triste ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
4	<b>Votre proche a-t-il des problèmes d'attention ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
5	<b>La surdité de votre proche est-elle à l'origine de conflits ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
6	<b>Souffrez-vous du fait que votre proche dépende de vous ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
7	<b>Vous sentez-vous impuissant(e) face à la surdité de votre proche ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
8	<b>Votre proche est-il souvent de mauvaise humeur ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
9	<b>La surdité de votre proche affecte-t-elle vos activités ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
10	<b>Pensez-vous que votre proche est passif devant sa surdité ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
11	<b>Votre proche a-t-il des problèmes de mémoire ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
12	<b>Sentez-vous votre proche s'isoler ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
13	<b>Votre proche est-il agressif ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
14	<b>Votre proche semble-t-il ailleurs lors d'une réunion familiale ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
15	<b>Les difficultés de votre proche retentissent-elles sur sa qualité de vie ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
	X 1 =	X 2 =	X 3 =	X 4 =	
	Score total des réponses 1, 2, 3, et 4 =.....				

## III.8. Questionnaires relatifs à la qualité de vie **actuelle**

### III.8.2. Questions adressées au **Patient**

Instructions : Indiquer votre degré de motivation à participer à l'étude FaBeRA2, de 0 (pas du tout motivé) à 4 (Très motivé) : |\_\_|, Puis répondez aux questions ci-dessous.

1	<b>Les gens articulent-ils de moins en moins bien ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
2	<b>Êtes-vous fatigué(e) lors de conversations prolongées ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
3	<b>Avez-vous peur de ne pas comprendre ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
4	<b>Hésitez-vous à faire répéter ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
5	<b>Vos difficultés de compréhension entraînent-elles des conflits ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
6	<b>Fuyez-vous les réunions ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
7	<b>Vous sentez-vous plus irritable qu'avant ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
8	<b>Pensez-vous que votre surdité vous empêche d'être heureux(se) ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
9	<b>Ressentez-vous de la frustration en situation de communication du fait de votre baisse d'audition ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
10	<b>Avez-vous l'impression que votre surdité agace vos proches ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
11	<b>Avez-vous l'impression de ne plus jamais être de bonne humeur ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
12	<b>Votre vie est-elle perturbée par votre surdité ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
13	<b>Votre baisse d'audition est-elle à l'origine d'erreurs, de confusions ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
14	<b>Vous sentez-vous seul(e) ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
15	<b>Considérez-vous votre surdité comme une fatalité ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
	X 1 =	X 2 =	X 3 =	X 4 =	
	Score total des réponses 1, 2, 3, et 4 =.....				

### III.9. Questionnaires relatifs à la qualité de vie : 1 mois après appareillage

#### III.9.1. Questions adressées à l'aidant

1	<b>La surdité de votre proche vous indispose-t-elle ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
2	<b>Limitez-vous les échanges avec votre proche ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
3	<b>Votre proche vous paraît-il triste ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
4	<b>Votre proche a-t-il des problèmes d'attention ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
5	<b>La surdité de votre proche est-elle à l'origine de conflits ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
6	<b>Souffrez-vous du fait que votre proche dépende de vous ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
7	<b>Vous sentez-vous impuissant(e) face à la surdité de votre proche ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
8	<b>Votre proche est-il souvent de mauvaise humeur ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
9	<b>La surdité de votre proche affecte-t-elle vos activités ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
10	<b>Pensez-vous que votre proche est passif devant sa surdité ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
11	<b>Votre proche a-t-il des problèmes de mémoire ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
12	<b>Sentez-vous votre proche s'isoler ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
13	<b>Votre proche est-il agressif ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
14	<b>Votre proche semble-t-il ailleurs lors d'une réunion familiale ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
15	<b>Les difficultés de votre proche retentissent-elles sur sa qualité de vie ?</b>	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
		X 1 =	X 2 =	X 3 =	X 4 =
Score total des réponses 1, 2, 3, et 4 = .....					

## III.9. Questionnaires relatifs à la qualité de vie **1 mois après** appareillage

### III.8.2. Questions adressées au **Patient**

<b>1</b>	<b>Les gens articulent-ils de moins en moins bien ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>2</b>	<b>Êtes-vous fatigué(e) lors de conversations prolongées ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>3</b>	<b>Avez-vous peur de ne pas comprendre ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>4</b>	<b>Hésitez-vous à faire répéter ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>5</b>	<b>Vos difficultés de compréhension entraînent-elles des conflits ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>6</b>	<b>Fuyez-vous les réunions ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>7</b>	<b>Vous sentez-vous plus irritable qu'avant ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>8</b>	<b>Pensez-vous que votre surdité vous empêche d'être heureux(se) ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>9</b>	<b>Ressentez-vous de la frustration en situation de communication du fait de votre baisse d'audition ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>10</b>	<b>Avez-vous l'impression que votre surdité agace vos proches ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>11</b>	<b>Avez-vous l'impression de ne plus jamais être de bonne humeur ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>12</b>	<b>Votre vie est-elle perturbée par votre surdité ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>13</b>	<b>Votre baisse d'audition est-elle à l'origine d'erreurs, de confusions ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>14</b>	<b>Vous sentez-vous seul(e) ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
<b>15</b>	<b>Considérez-vous votre surdité comme une fatalité ?</b>			
	<input type="checkbox"/> Oui très souvent	<input type="checkbox"/> Oui parfois	<input type="checkbox"/> Non rarement	<input type="checkbox"/> Non jamais
	X 1 =	X 2 =	X 3 =	X 4 =
	Score total des réponses 1, 2, 3, et 4 =.....			

### III.10. Évaluation des capacités du presbyacousique :

<b>Mode d'emploi</b>		
<b>APHAB* – Formulaire A</b>		
<p><b>Instructions</b></p> <p>Veillez sélectionner les réponses qui correspondent le mieux à votre expérience quotidienne. Si vous n'avez pas connu la situation que nous décrivons, essayez d'imaginer comment vous y répondriez dans une situation similaire que vous connaissez.</p> <p>Dans la pratique, après avoir compris la question, vous vous servez de la grille à 7 niveaux pour entourer la lettre qui correspond à la fréquence qui vous semble le plus correspondre à ce que vous pensez.</p> <p>Par exemple à une question qui vous semble se poser une fois sur deux, vous entourez le <b>D</b> avec un stylo noir.</p>	<b>A</b>	Toujours
	<b>B</b>	Presque toujours
	<b>C</b>	En général
	<b>D</b>	La moitié du temps
	<b>E</b>	Parfois
	<b>F</b>	Rarement
	<b>G</b>	Jamais

\*Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit

### III.10.1. AVANT L'APPAREILLAGE

#### APHAB – Formulaire A Groupes 1, 2 et 3

		<i>Non appareillé</i>
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
2	Quand j'écoute une conférence, beaucoup d'informations sont perdues pour moi.	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
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
5	J'ai de la peine à comprendre les dialogues au cinéma ou au théâtre.	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
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
8	Les bruits de la circulation sont trop forts.	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
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
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
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
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
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
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
16	Je comprends les conversations même quand plusieurs personnes sont en train de parler.	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
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
19	J'arrive à communiquer avec les autres dans une foule.	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
21	Je peux suivre le sermon, lors d'un service religieux.	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
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
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

### III.10.2. APRÈS L'APPAREILLAGE

#### APHAB – Formulaire A Groupes 2 et 3 à 1 mois d'appareillage

		<i>Appareillé</i>
<b>1</b>	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
<b>2</b>	Quand j'écoute une conférence, beaucoup d'informations sont perdues pour moi.	A B C D E F G
<b>3</b>	Des bruits inattendus, tels qu'un détecteur de fumée ou une sonnerie d'alarme, me sont pénibles.	A B C D E F G
<b>4</b>	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
<b>5</b>	J'ai de la peine à comprendre les dialogues au cinéma ou au théâtre.	A B C D E F G
<b>6</b>	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
<b>7</b>	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
<b>8</b>	Les bruits de la circulation sont trop forts.	A B C D E F G
<b>9</b>	Quand je parle avec quelqu'un à travers une grande pièce vide, je comprends ses paroles.	A B C D E F G
<b>10</b>	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
<b>11</b>	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
<b>12</b>	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
<b>13</b>	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
<b>14</b>	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
<b>15</b>	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
<b>16</b>	Je comprends les conversations même quand plusieurs personnes sont en train de parler.	A B C D E F G
<b>17</b>	Les bruits de chantier sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G
<b>18</b>	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
<b>19</b>	J'arrive à communiquer avec les autres dans une foule.	A B C D E F G
<b>20</b>	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
<b>21</b>	Je peux suivre le sermon, lors d'un service religieux.	A B C D E F G
<b>22</b>	Les crissements de pneus sont trop forts et me sont pénibles.	A B C D E F G
<b>23</b>	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
<b>24</b>	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

## IV. Partie cognitive

### IV.1. Échelle de gravité de l'anxiété de Covi

ÉCHELLE DE COVI		
<b>Discours du sujet</b>	Nerveux, pas dans son assiette, agité, effrayé sans raison, peureux, tendu, noué, doit éviter certaines conduites, certains lieux, difficultés à se concentrer.	—
<b>Comportement</b>	Semble effrayé, angoissé, mal à l'aise, agité.	—
<b>Plaintes somatiques</b>	Sudation, tremblements, sensation de striction cardiaque, tachycardie, oppression respiratoire, sensation de chaud ou froid, sommeil agité, estomac noué, boule dans la gorge.	—
<b>Cotation :- Inexistant :-0 - Faible-1 - Moyen-2 - Beaucoup-3 - Énorme-4</b>		
<b>IV.1. SCORE = _____</b>		

### IV.2. Mini GDS

MINI GDS		
Vous sentez-vous souvent découragé(e) et triste ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Avez-vous le sentiment que votre vie est vide ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Êtes-vous heureux (se) la plupart du temps ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Avez-vous l'impression que votre situation est désespérée ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
<b>IV.2. SCORE = _____</b>		

**Cotation :**

A la question 1 : oui = 1, non = 0

A la question 3 : oui = 0, non = 1

A la question 2 : oui = 1, non = 0

A la question 4 : oui = 1, non = 0

**Résultats :**

**Si le score = 0** : très forte probabilité d'absence de dépression

**Si le score = 1 ou plus** : très forte probabilité de dépression

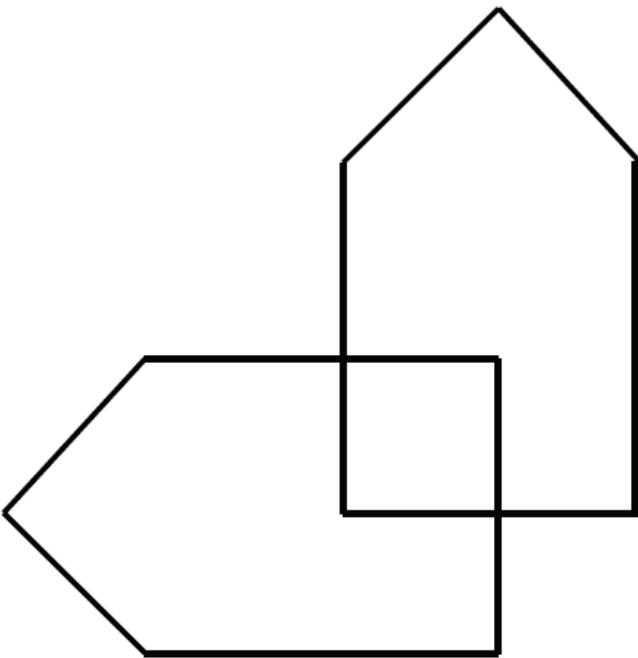
### IV.3. Mini Mental State Examination (Folstein)

<p><b>IV.3.1. Orientation temporelle</b> /10</p> <p>Je vais vous poser quelques questions pour apprécier comment fonctionne votre mémoire. Les unes sont très simples, les autres un peu moins. Vous devez répondre du mieux que vous pouvez.</p> <p>Quelle est la date complète d'aujourd'hui ? _____</p> <p><i>Si la réponse est incorrecte ou incomplète, poser les questions restées sans réponse, dans l'ordre suivant :</i></p> <p>IV.3.1.1. En quelle année sommes-nous ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.1.2. En quelle saison ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.1.3. En quel mois ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.1.4. Quel jour du mois ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.1.5. Quel jour de la semaine ? <input type="checkbox"/></p>
<p><b>IV.3.2. Orientation spatiale</b></p> <p>Je vais vous poser maintenant quelques questions sur l'endroit où nous nous trouvons.</p> <p>IV.3.2.1. Quel est le nom de l'hôpital où nous sommes ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.2.2. Dans quelle ville se trouve-t-il ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.2.3. Quel est le nom du département dans lequel est située cette ville ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.2.4. Dans quelle province ou région est située ce département ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.2.5. A quel étage sommes-nous ? <input type="checkbox"/></p>
<p><b>IV.3.3. Apprentissage</b> /3</p> <p>Je vais vous dire trois mots ; je voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir car je vous les redemanderai tout à l'heure.</p> <p>IV.3.3.1. Fauteuil <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.3.2. Tulipe <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.3.3. Canard <input type="checkbox"/></p> <p>Répéter les 3 mots.</p>
<p><b>IV.3.4. Attention et calcul</b> /5</p> <p>Voulez-vous compter à partir de 100 en retirant 7 à chaque fois ?</p> <p>IV.3.4.1. 93 <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.4.2. 86 <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.4.3. 79 <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.4.4. 72 <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.4.5. 65 <input type="checkbox"/></p> <p><i>Pour tous les sujets, même pour ceux qui ont obtenu le maximum de points, demander :</i></p> <p>Voulez-vous épeler le mot MONDE à l'envers ?</p>
<p><b>IV.3.5. Rappel</b> /3</p> <p>Pouvez-vous me dire quels étaient les 3 mots que je vous ai demandés de répéter et de retenir tout à l'heure ?</p> <p>IV.3.5.1. Fauteuil <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.5.2. Tulipe <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.5.3. Canard <input type="checkbox"/></p>
<p><b>IV.3.6. Langage</b> /8</p> <p><i>Montrer un crayon.</i> IV.3.6.1. Quel est le nom de cet objet ? <input type="checkbox"/></p> <p><i>Montrer votre montre.</i> IV.3.6.2. Quel est le nom de cet objet ? <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.6.3. Écoutez bien et répétez après moi : « PAS DE MAIS, DE SI, NI DE ET » <input type="checkbox"/></p> <p>Poser une feuille de papier sur le bureau, la montrer au sujet en lui disant : « Écoutez bien et faites ce que je vais vous dire :</p> <p>IV.3.6.4. Prenez cette feuille de papier avec votre main droite, <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.6.5. Pliez-la en deux, <input type="checkbox"/></p> <p>IV.3.6.6. Et jetez-la par terre. » <input type="checkbox"/></p> <p><i>Tendre au sujet une feuille de papier sur laquelle est écrit en gros caractères: «FERMEZ LES YEUX » et dire au sujet :</i></p> <p>IV.3.6.7. « Faites ce qui est écrit» <input type="checkbox"/></p> <p><i>Tendre au sujet une feuille de papier et un stylo, en disant :</i></p> <p>IV.3.6.8. « Voulez-vous m'écrire une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière. » <input type="checkbox"/></p>
<p><b>IV.3.7. Praxies constructives</b> /1</p> <p><i>Tendre au sujet une feuille de papier et lui demander :</i> IV.3.6.9. « Voulez-vous recopier ce dessin ? » <input type="checkbox"/></p>
<p><b>IV.3.8. Total général</b> ___/30</p>

# « FERMEZ LES YEUX »

.....Plier ici pour que le patient puisse écrire la phrase en-dessous.....

*Présenter la feuille en format paysage, le dessin à gauche face au patient.*



Musée

Limonade

Sauterelle

Passoire

Camion

## IV.4. Épreuve des 5 mots (Dubois)

Codage : Mot correct = 1 Mot incorrect = 0

### A- PRESENTATION DE LA LISTE

#### **Lecture des mots**

Montrer la liste des 5 mots au patient, et dire :

*“ Je vais vous demander de lire ces cinq mots à voix haute et d’essayer de les retenir car je vous les redemanderai tout à l’heure ”*

musée \_\_\_ limonade \_\_\_ sauterelle \_\_\_ passoire \_\_\_ camion \_\_\_

#### **Encodage indicé**

Une fois la liste lue, dire au patient :

*“ Pouvez-vous, en regardant la feuille, me dire quel est le nom de ... ”*

ustensile de cuisine \_\_\_ moyen de transport \_\_\_ boisson \_\_\_ bâtiment \_\_\_ insecte \_\_\_

### B- SCORE D’APPRENTISSAGE

#### **Rappel immédiat libre**

Retourner alors la feuille et demander au patient :

*“ Pouvez-vous me dire les mots que vous venez de lire ? ”*

musée \_\_\_ limonade \_\_\_ sauterelle \_\_\_ passoire \_\_\_  
camion \_\_\_

**IV.4.1. Total 1 = Total de bons mots rappelés (RIL) : \_\_\_ /5**

*Si les cinq mots ne sont pas rappelés, passer directement au test de l’horloge  
(page 14)*

**Rappel immédiat indicé**

Pour les mots non rappelés, et seulement pour ceux-ci, demander :

*“ quel était le nom de ... ? ” :*

**ustensile de cuisine** \_\_\_ **moyen de transport** \_\_\_ **boisson** \_\_\_ **bâtiment** \_\_\_ **insecte**

—

**IV.4.2. Total 2 = Total de bons mots rappelés (RII) : \_\_\_/5**

*Si ce score est égal à 5, passer au test de l'horloge (page 14).*

*S'il est inférieur à 5, présenter à nouveau la liste au patient et montrer du doigt les mots non rappelés pour effectuer un nouvel indiciage*

**Rappel immédiat indicé**

Pour les mots non rappelés, et seulement pour ceux-ci, demander :

*“ quel était le nom de ... ? ” :*

**ustensile de cuisine** \_\_\_ **moyen de transport** \_\_\_ **boisson** \_\_\_ **bâtiment** \_\_\_  
**insecte** \_\_\_

**IV.4.3. Score d'apprentissage = Total 1 + Total 2 = \_\_\_/5**

## IV.5. Test de l'horloge

Fournir au patient la page suivante (à conserver ensuite dans ce cahier de recueil) et un stylo.

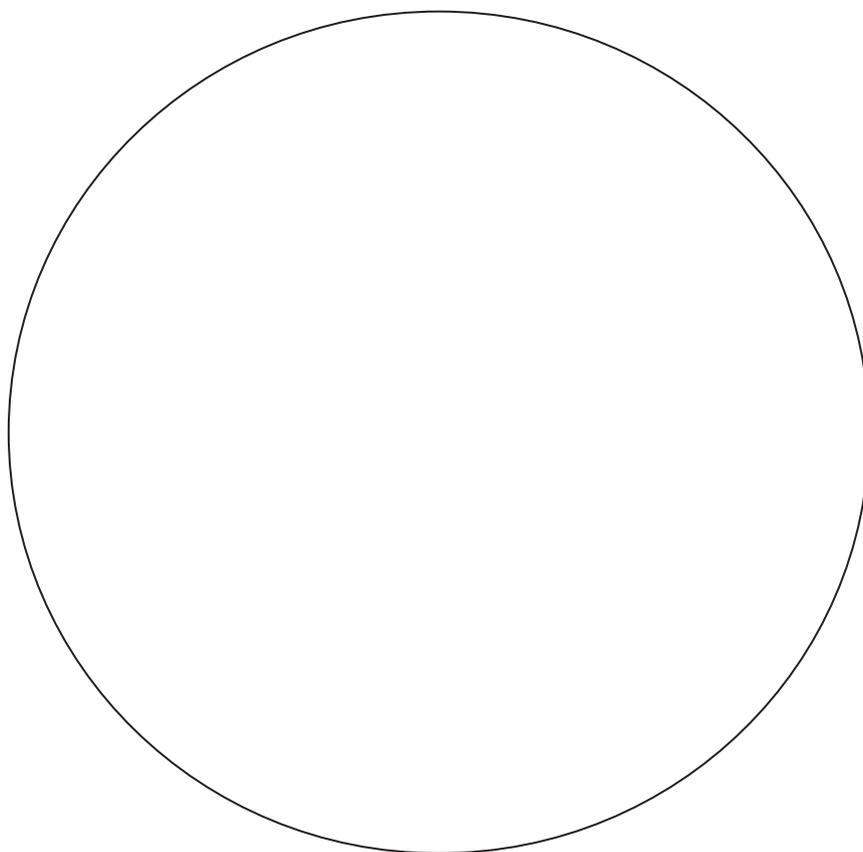
Dire au patient : “ *J'attends de vous que vous dessiniez une horloge. Marquez tous les nombres qui indiquent les heures.* ”.

Après que le patient ait dessiné l'horloge, dire au patient : “ *Maintenant dessinez les aiguilles marquant quatre heures moins vingt* ”.

Évaluez le score de dessin de l'horloge en donnant un (1) point pour chaque élément correct (tel que décrit dans la feuille de calcul ci-dessous).

- ✓ Seuls les nombres 1 – 12 sont présents (Arabe ou Romain) \_\_\_\_\_ /1
  - Incorrect si il manque un nombre ou plus entre 1 et 12
  - Incorrect si il y a des nombres autres que de 1 à 12
  - Incorrect si des nombres superflus (tels que "20") sont présents.
  
- ✓ Nombres dans le bon ordre \_\_\_\_\_ /1
  - Les nombres doivent toujours être en position croissante;
  - Les nombres peuvent ne pas atteindre "12".
  
- ✓ Nombres en position correcte \_\_\_\_\_ /1
  - Diviser mentalement l'horloge en 4 cadrans contenant 3 nombres chacun;
  - Les nombres doivent être disposés dans le bon cadran (i.e. 1, 2, 3 dans le cadran supérieur droit).
  
- ✓ 2 aiguilles sont présentes \_\_\_\_\_ /1
  - L'utilisation d'aiguilles est indispensable. Des  $\frac{3}{4}$ , pointes ou nombres cerclés seuls constituent une réponse incorrecte.
  
- ✓ L'heure ("4") est indiquée \_\_\_\_\_ /1
  - Elle peut être indiquée par une petite flèche ou un cerclage ;
  - Qui doit être plus proche du nombre "4" que de n'importe quel autre nombre.
  
- ✓ Le nombre cible des minutes \_\_\_\_\_ /1
  - Peut être indiqué par une petite flèche ou un cerclage;
  - Doit être plus proche du nombre "8" que de tout autre nombre.
  
- ✓ Les aiguilles doivent être dans des proportions correctes (l'aiguille des heures est plus petite que celle des minutes) \_\_\_\_\_ /1
  - Le patient peut indiquer que "cette aiguille (heure) est plus petite".

**IV.5. Score : \_\_\_\_\_ /7**



## IV.4. Épreuve des 5 mots : Rappel différé

Codage :

Mot correct : 1

Mot incorrect : 0

### **Rappel différé libre**

Demander au patient :

« *Pouvez-vous me redire maintenant les cinq mots que vous avez lus tout à l'heure ?* »

**musée** \_\_\_ **limonade** \_\_\_ **sauterelle** \_\_\_ **passoire** \_\_\_ **camion**

**IV.4.4. Total 3 = Total de bons mots rappelés (RDL) : \_\_\_ / 5**

*IV.4.5. Total intrusions (rappel des mots du MMSE) : \_\_\_ / 5*

### **Rappel différé indicé**

Pour les **mots non rappelés** et **seulement pour ceux-ci**,  
demander : *“quel était le nom de ... ?”* :

**ustensile de cuisine** \_\_\_ **moyen de transport** \_\_\_ **boisson** \_\_\_ **bâtiment** \_\_\_ **insecte** \_\_\_

**IV.4.6. Total 4 = Total de bons mots rappelés (RDI) : \_\_\_ / 5**

*IV.4.7. Total intrusions (rappel des mots du MMSE) : \_\_\_ / 5*

**IV.4.8. Score de mémoire = Total 3 + Total 4 = \_\_\_ / 5**

**IV.4.9. SCORE TOTAL (score d'apprentissage + score de mémoire)**  
**= Total 1 + Total 2 + Total 3 + Total 4 = \_\_\_ / 10**

## IV.6. Test de fluence verbale (Isaacs)

Dire au patient : **Vous devez produire le plus de mots possible pour les catégories que je vais vous proposer sans faire de répétition ni donner de noms de la même famille. Il s'agit d'aller très vite car le temps est limité à 15 secondes.**

**« Commençons par les couleurs. Citez-moi toutes les couleurs que vous pourrez pendant 15 secondes. »**

Déclencher le chronomètre dès le premier mot et interrompre le sujet au bout de 15 secondes ou s'il atteint 10 couleurs ou s'il dit ne plus pouvoir en nommer davantage. Noter le nombre de couleurs énoncées.

**« Citez-moi tous les animaux que vous pourrez pendant 15 secondes. »**

Déclencher le chronomètre dès le premier mot et interrompre le sujet au bout de 15 secondes ou s'il atteint 10 animaux ou s'il dit ne plus pouvoir en nommer davantage. Noter le nombre d'animaux énoncés.

**« Citez-moi tous les fruits que vous pourrez pendant 15 secondes. »**

Déclencher le chronomètre dès le premier mot et interrompre le sujet au bout de 15 secondes ou s'il atteint 10 fruits ou s'il dit ne plus pouvoir en nommer davantage. Noter le nombre de fruits énoncés.

**« Citez-moi toutes les villes que vous pourrez pendant 15 secondes. »**

Déclencher le chronomètre dès le premier mot et interrompre le sujet au bout de 15 secondes ou s'il atteint 10 villes ou s'il dit ne plus pouvoir en nommer davantage. Noter le nombre de villes énoncées.

Couleurs	Animaux	Fruits	Villes
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
<b>IV.6.1. Total</b> /10	<b>IV.6.2. Total</b> /10	<b>IV.6.3. Total</b> /10	<b>IV.6.4. Total</b> /10

**IV.6.5. Score total = \_\_\_ / 40**

