



**HAL**  
open science

## Tests cognitifs de dépistage CODEX et MoCA chez l'adulte présentant une surdité évolutive

Marlène Lallau, Audrey Sellem

► **To cite this version:**

Marlène Lallau, Audrey Sellem. Tests cognitifs de dépistage CODEX et MoCA chez l'adulte présentant une surdité évolutive. Sciences cognitives. 2014. dumas-01081875

**HAL Id: dumas-01081875**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01081875>**

Submitted on 2 Nov 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.

ACADEMIE DE PARIS  
UNIVERSITE PARIS VI PIERRE ET MARIE CURIE  
MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONIE

TESTS COGNITIFS DE DEPISTAGE CODEX  
ET MoCA CHEZ L'ADULTE PRESENTANT  
UNE SURDITE EVOLUTIVE

Directrice de mémoire  
**Madame Emmanuèle AMBERT-DAHAN**

Année Universitaire 2013-2014

**Marlène LALLAU**  
Née le 24/08/1989

**Audrey SELLEM**  
Née le 12/01/1989

# REMERCIEMENTS

Nous remercions le Professeur Olivier Sterkers ainsi que toute son équipe du Département « Otologie, Implants Auditifs et Chirurgie de la Base du Crâne » de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière pour nous avoir accueillies et permis de réaliser notre étude, durant cette année.

Nous remercions Madame Isabelle Mosnier, pour l'aide qu'elle nous a apportée concernant le sujet âgé.

Nous tenons à remercier tout particulièrement Madame Emmanuèle Ambert-Dahan, pour nous avoir guidées tout au long de l'année dans notre projet en tant que directrice de mémoire.

Nous la saluons également dans son rôle de maître de stage, pour nous avoir pleinement intégrées à l'équipe du service dans une ambiance à la fois studieuse et chaleureuse.

Un grand merci à Madame Evelyne Ferrary pour ses précieux conseils concernant la comparaison de nos deux tests cognitifs, pour l'aide immédiate qu'elle nous a apportée en période de crise ainsi que pour sa bienveillance.

Nous remercions Mesdames Stéphanie Borel, Marion de Bergh, Amélie Liagre-Cailles et Martine Smadja, orthophonistes, pour leur extrême gentillesse, leur patience, leurs explications et réponses à nos questions. Nous les remercions aussi de nous avoir prêté leurs patients, le temps de nos bilans.

Merci à tous les patients qui se sont portés volontaires pour participer à notre étude.

Merci à Madame Emilie Ernst d'avoir accepté spontanément d'être le rapporteur de notre mémoire.

Enfin, nous ne remercierons jamais assez nos familles pour leur soutien sans faille, aussi bien tout au long de cette année de mémoire que durant ces fabuleuses mais éprouvantes années de formation à ce si beau métier que sera le nôtre. Merci.

## ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je soussignée Marlène LALLAU, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Je soussignée Audrey SELLEM, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION .....	1
PARTIE THEORIQUE.....	3
CHAPITRE I : VIEILLISSEMENT DE L' AUDITION ET DE LA COGNITION (M.LALLAU).....	4
I] Audition et vieillissement.....	4
1) Le cas de la presbycusie : l'impact de la surdité sur les fonctions cognitives .....	4
1. Définition et épidémiologie .....	4
2. Age d'apparition .....	6
3. Symptômes fonctionnels .....	6
4. Répercussions sociales et psychologiques .....	7
5. Répercussions cognitives.....	8
6. Stratégies de compensation et plasticité cérébrale .....	8
2) Les démences : interactions entre les Démences Type Alzheimer (DTA) et les fonctions auditives .....	9
1. Troubles auditifs périphériques et démence .....	9
2. Troubles auditifs centraux (TAC) et démence .....	11
a. Définition des TAC .....	11
b. Lien entre TAC et démence .....	12
- TAC et fonctions exécutives.....	12
- Le TAC : un trouble précurseur de la DTA ?.....	13
II] Cognition et vieillissement - Le vieillissement cognitif : définition et facteurs d'influence .....	14
1) Vieillissement normal et vitesse de traitement .....	14
2) Vieillissement normal et mémoire .....	14
3) Vieillissement normal et fonctions exécutives .....	15
4) Vieillissement normal et langage .....	15
5) Vieillissement normal et tâches visuo-spatiales .....	16
III] Vieillissement pathologique et fonctions cognitives : Mild Cognitive Impairment (MCI) et Démences Type Alzheimer (DTA) .....	16
1) DTA .....	16
1. Définition .....	16
2. Critères diagnostiques .....	16
2) MCI .....	18
CHAPITRE II : REHABILITATION AUDITIVE DU SUJET AGE AVEC IMPLANTATION COCHLEAIRE (A.SELLEM).....	20
I] L'implant cochléaire.....	20
1) Indications de l'IC chez l'adulte devenu sourd.....	20
2) Principe de fonctionnement .....	20
II] Implant cochléaire et sujet âgé.....	21
III] Evaluations et perspectives : l'adaptation des outils d'évaluation (M. LALLAU et A. SELLEM).....	23
1) Evaluation de la presbycusie .....	23
1. Evaluation clinique ORL .....	23
2. Evaluation audiométrique et explorations audio-vestibulaires .....	23
2) Evaluation des processus auditifs centraux .....	24
1. Dépistage par l'ORL.....	24
2. Dépistage par l'audioprothésiste .....	25
3. Dépistage par l'orthophoniste.....	26
3) Evaluation orthophonique.....	27
4) Quels outils de dépistage précoce ? .....	29
5) Les enjeux de l'évaluation : des stratégies de réhabilitation méconnues. ....	30
6) L'évaluation cognitive .....	32
PARTIE PRATIQUE.....	38
I - METHODOLOGIE .....	39
I] Etude d'adaptation et de comparaison du CODEX et du MoCA .....	39
1) Critères d'inclusion et d'exclusion de notre population d'étude.....	39
2) Répartition de notre population d'étude .....	39
1. Selon l'âge et le sexe .....	39
2. Selon le niveau d'étude et la catégorie socioprofessionnelle.....	39
3. Selon la durée de surdité profonde, les seuils tonals et l'étiologie .....	40

4. Selon les performances verbales obtenues aux différents tests du bilan orthophonique et les résultats obtenus aux questionnaires de qualité de vie ERSA et APHAB .....	40
5. Selon les résultats obtenus aux tests cognitifs CODEX et MoCA : .....	40
II] Matériel.....	41
1) Choix et présentation du matériel : les tests cognitifs CODEX et MoCA .....	41
1. Répartition de la population contrôle.....	41
2. Procédure de passation des tests cognitifs .....	41
3. Epreuves du CODEX.....	42
4. Epreuves du MOCA .....	43
2) Autres tests et questionnaires du bilan pré-implant.....	45
1. Questionnaire de qualité de vie ERSA (Evaluation du Retentissement de la Surdité chez l'Adulte) .....	45
2. Listes cochléaires de Lafon .....	45
3. Listes dissyllabiques de Fournier.....	46
4. Listes de phrases MMBA .....	46
5. Dossier patient .....	46
II - ANALYSE DES RESULTATS .....	46
I] Méthode de l'analyse statistique .....	46
II] Analyse statistique des résultats suivant les hypothèses posées .....	47
III. DISCUSSION .....	54
I] Validation/invalidation des hypothèses de travail et confrontation aux données de la littérature.....	54
II] Critique de l'étude .....	57
1) Limites intrinsèques .....	57
2) Limites extrinsèques .....	58
CONCLUSION.....	60
BILIOGRAPHIE .....	61
CD-ROM : Diaporama des tests CODEX et MoCA et Feuilles de passation	

# INTRODUCTION

Le vieillissement général de la population et l'augmentation de l'espérance de vie suscitent des interrogations sur les liens entre les modifications normales des capacités cognitives liées à l'âge, et la sénescence physiologique.

Plus particulièrement, les liens entre la baisse de l'audition due à l'âge - ou presbycusis - et le déclin des capacités cognitives, posent question. Les études concernant le bénéfice potentiel de l'implantation cochléaire ne cessent d'augmenter ces dernières années et mettent en évidence un lien entre les capacités cognitives et le niveau perceptif global.

Or, bien que des outils existent pour mesurer les compétences cognitives et d'éventuels déficits (MMSE, CODEX, MoCA), aucun d'entre eux n'est spécifiquement adapté pour des patients adultes devenus sourds présentant une surdité neurosensorielle acquise. Pour autant, dans le cas des patients devenus sourds et candidats à l'implantation cochléaire, si la Haute Autorité de Santé (HAS) ne fixe pas de limite d'âge supérieure pour l'implantation cochléaire, l'indication d'implantation cochléaire en cas de mise en évidence de troubles cognitifs chez le sujet âgé relève d'une évaluation individuelle de l'oralisation psychocognitive.

Suivant les recommandations de la HAS, le service d'implantation cochléaire de la Pitié-Salpêtrière utilise, lors du bilan de pré-implantation cochléaire, un test cognitif de dépistage rapide des démences précoces, le CODEX. Néanmoins, les conditions de passation du test ne sont d'une part pas adaptées en modalité strictement visuelle en vue d'éviter un biais perceptif pour les patients sourds, et d'autre part les performances au CODEX semblent manquer de précision par rapport au nombre de patients développant réellement une démence.

Dans ce contexte, il nous est apparu utile d'adapter en modalité visuelle les tests cognitifs CODEX et MoCA aux patients sourds candidats à l'implantation cochléaire, le MOCA évaluant davantage de domaines cognitifs que le CODEX. L'objectif de notre mémoire consiste en effet à déterminer la faisabilité clinique de la passation d'un ou de tests cognitifs de dépistage rapide et efficace des démences précoces chez le sujet âgé, au sein d'un service ORL d'implantation cochléaire lors du bilan multidisciplinaire de pré-implantation. Il s'agit aussi de déterminer si les performances cognitives des patients presbycusiques candidats à l'implantation cochléaire présentent ou non un profil différent de celui de la population contrôle de même âge et si certains

items sont plus significatifs et sensibles que d'autres.

Notre étude de faisabilité préliminaire est également destinée à être prolongée ultérieurement dans le but de comparer les performances des patients en pré et post-implant avec l'idée que la déficience auditive peut avoir un impact sur les performances cognitives mais que la réhabilitation auditivo-cognitive peut modifier leur évolution.



# **PARTIE THEORIQUE**

# CHAPITRE I

## VIEILLISSEMENT DE L'AUDITION ET DE LA COGNITION

### I] Audition et vieillissement

La surdité est un des troubles les plus fréquents et invalidants en gériatrie, surtout chez les hommes.

L'étude de la DREES permet d'estimer à 5 182 000 le nombre de déficients auditifs en France métropolitaine soit une prévalence globale de 89,2 pour 1000 habitants (prévalence de la surdité = nombre de cas de surdité dans la population sans distinction entre les nouveaux cas et les cas anciens). 302 900 sont déficients auditifs profonds, 1 429 800 sont déficients auditifs moyen à sévère et 3 449 300 sont déficients auditifs léger à moyen.

Tranche d'âge	Nombre de cas de surdité	% de cette classe d'âge en France métropolitaine
Moins de 20 ans	21100	4,1 %
20 à 39 ans	358 000	6,9 %
40 à 59 ans	1 074 600	20,7 %
60 à 74 ans	1 749 200	33,8 %
Plus de 75 ans	1 789 200	34,5 %

On observe que les personnes sourdes de plus de 60 ans représentent 68,3 % de la population sourde et les personnes sourdes de plus de 40 ans représentent 89 % de la population sourde. Un lien entre surdité et vieillissement est donc mis en évidence [43].

#### 1) Le cas de la presbycousie : l'impact de la surdité sur les fonctions cognitives

Parmi les atteintes de l'audition, la presbycousie est la cause la plus fréquente de surdités pour l'adulte de plus de 50 ans. Il s'agit de la 3<sup>ème</sup> pathologie chronique la plus fréquente chez les personnes âgées [70]. Actuellement 300 millions de personnes dans le monde ont une presbycousie - 900 millions probablement en 2050 [107]. Selon l'OMS, 25 % des patients de 65-75 ans et 70-80 % des patients de plus de 75 ans ont une presbycousie. En retour, cette pathologie contribue au vieillissement général de l'individu [44].

##### *1. Définition et épidémiologie*

La presbycousie (du grec « presby », « vieux, ancien » et « akusis », « audition ») se définit comme une détérioration progressive de la fonction auditive résultant d'un processus de

vieillesse. C'est une surdité de perception cochleaire éventuellement associée à une atteinte r trocochleaire et/ou centrale. Elle se caractérise par une surdité de perception bilatérale et symétrique prédominant sur les fréquences aiguës, d'évolution lente et insidieuse, avec recrutement et souvent mauvaise discrimination vocale traduisant l'atteinte associée des voies auditives centrales [45].

Toutefois, le terme « presbyacousie » n'exprime pas exclusivement la dégradation de l'audition, autrement dit l'évolution du système auditif en fonction de l'âge. Il a une signification plus large et il peut également désigner toutes les formes de surdités neurosensorielles dont les personnes âgées peuvent souffrir (hypoacousie neurosensorielle et hypoacousie centrale). La presbyacousie est en effet une pathologie complexe. Elle est multifactorielle, faisant intervenir une combinaison de facteurs individuels ( ge, génétique) et environnementaux (exposition au bruit, prise de médicaments). D'un point de vue physiopathologique, elle se caractérise par une dégénérescence de l'organe de Corti (presbyacousie sensorielle), et/ou du ganglion spiral (presbyacousie neurale), et/ou de la strie vasculaire (presbyacousie métabolique). Un sujet âgé peut également présenter une perte auditive dont l'étiologie peut se rencontrer chez des patients plus jeunes.

Le vieillissement est en effet une phase de développement où s'accentuent les différences interindividuelles dans tous les aspects du fonctionnement personnel (cognitif, conatif, motivationnel, relationnel, etc). Des facteurs très divers, tels que l'état général de santé, les conditions et le style de vie, la trajectoire personnelle et les activités pratiqu es, déterminent bien mieux que l'âge dans quelle mesure une personne conserve ses capacités mentales et un haut niveau d'autonomie et de contrôle [69] et [43]. Parmi les modalités sensorielles, l'audition est une de celles qui vieillit le plus mal. Du fait de leur petit nombre, cellules ciliées et neurones de la cochlée sont appelés à disparaître peu à peu, entraînant une perte d'audition irrévocable avec l'âge. Des résultats préliminaires issus d'études sur les souris montrent un processus inflammatoire massif et un dysfonctionnement mitochondrial à l'origine de la mort cellulaire (apoptose) observée dans toutes les structures cochleaires. La connaissance précise de ces mécanismes a pour but de préciser les cibles thérapeutiques potentielles pour traiter la presbyacousie[91].

Si d'un côté il est clair que la surdité altère la qualité de vie et l'état psychophysique du sujet âgé, d'un autre côté les stratégies de réhabilitation préviennent les conséquences de la surdité. Malgré la prévalence élevée dans la population âgée, malgré le handicap potentiel, on constate un réel manque d'intérêt médical et social pour la prise en charge de la presbyacousie [48].

## *2. Age d'apparition*

Le vieillissement sensoriel commence très tôt pour l'organe auditif (dès l'âge de 25 ans). Il affecte le champ auditif au niveau de l'extrême aigu et reste très longtemps infra-clinique. La Perte Auditive Moyenne (PAM) (fréquences conversationnelles) est estimée à 0, 5dB par année d'âge à 65 ans, 1 dB à 75 ans, 2dB à 85 ans [32].

### **Presbyacousie « normale »**

Il existe une presbyacousie « normale » - par opposition à une surdité induite par une pathologie - dont le profil type est difficile à établir. Malgré de nombreux travaux, il n'est pas possible de corrélér de façon précise l'âge et l'audition [28]. Néanmoins la norme AFNOR NF S31-013 permet d'estimer sur des bases statistiques les déficits auditifs permanents liés à l'âge et à l'exposition au bruit de populations de travailleurs ne présentant pas de pathologie à retentissement otologique.

Si des lésions histologiques débutent vers la 3<sup>ème</sup> décennie, les plaintes subjectives ne débutent généralement que vers 70 ans. Des pertes auditives sont constatées chez 50 à 60 % des sujets âgés de plus de 60 ans et chez 80 à 90 % des vieillards résidant dans des hospices. [43]

### **Presbyacousie accélérée ou précoce**

Beaucoup de facteurs environnementaux peuvent masquer ou interagir avec le rôle du processus général de vieillissement biologique et les susceptibilités génétiques [43]. Le vieillissement « naturel » peut être accéléré par différents facteurs : des antécédents familiaux, une anomalie génétique, des facteurs de fragilisation ou d'aggravation (traumatismes sonores de toute nature, ototoxicité, causes infectieuses ou virales, etc), des facteurs locaux (inflammation de l'oreille moyenne ou de la trompe d'Eustache), dysmétabolismes (diabète, dyslipidémie) [28]. Ces facteurs, qui ne sont pas la cause de la presbyacousie, en avancent l'apparition, parfois à 40 ans [17].

## *3. Symptômes fonctionnels*

La perte de l'audition qui caractérise la presbyacousie est un phénomène insidieux [93]. Le problème s'aggrave avec le temps. La détérioration est cliniquement perceptible sur une période de deux à quatre ans.

Initialement la perte auditive prédomine sur les fréquences aiguës, rendant la compréhension plus difficile. L'absence des sons aigus transforme totalement les formes sonores perçues par rapport

à celles stockées en mémoire : le sujet presbyacousique ne peut que les deviner avec un pourcentage d'erreurs qui peut aller jusqu'à empêcher toute communication [13]. Le traitement de l'information sonore et verbale est alors altéré : élévations des seuils auditifs tonals, dégradation de la perception supraliminaire d'intensité, distorsions en fréquence, altération des filtres auditifs, distorsion dans le temps, et dégradation de l'intelligibilité de la parole et de la perception dans le bruit.

Puis elle atteint les fréquences moyennes, rendant difficile la compréhension de certaines consonnes (p, t, k, f, s) et par conséquent la parole dans les situations quotidiennes. Les patients déclarent entendre mais ne pas comprendre les mots [54].

Ce phénomène est exacerbé par les milieux sonores défavorables, bruyants, les espaces échoïques ou par la présence de plusieurs personnes parlant ensemble.

De plus les personnes sont fréquemment gênées par un bruit constant dans leur tête ou oreilles : les acouphènes. Ils peuvent être perçus comme le principal problème car le patient se focalise plus sur l'acouphène que sur la perte auditive.

De même, le patient peut avoir des problèmes de localisation des sons, sonneries et alarmes et trouver difficile d'écouter de la musique [14].

#### *4. Répercussions sociales et psychologiques*

Les effets de la presbyacousie ne sont pas limités aux difficultés dans les activités quotidiennes. La perte progressive de l'audition pousse les patients à s'isoler et à éviter toutes les interactions verbales qui pourraient les mettre en défaut et entraîner un jugement inapproprié sur eux-mêmes. Pour toutes ces raisons, la presbyacousie est certainement une cause de dépression chez les personnes âgées ([61],[56], [21]) et de repli sur soi pouvant conduire à une perte d'autonomie [12]. Elle entraîne une diminution de l'estime personnelle, un isolement et un déséquilibre émotionnel [88]. À terme, au moins par l'isolement, elle anticipe le déclin cognitif. C'est là l'enjeu de santé publique [15].

Dans une étude portant sur 1328 sujets âgés de plus de 60 ans [77], la présence de symptômes évocateurs d'une dépression était corrélée à l'importance de la perte auditive. Cette corrélation était particulièrement forte chez les femmes de plus de 70 ans. La fréquence et la régularité de l'utilisation des prothèses auditives étaient quant à elles corrélées à un moindre risque de développer une dépression. Il apparaît ainsi évident qu'une bonne audition est une condition

préalable à de bonnes relations sociales et qu'à contrario, l'altération de l'audition peut impacter négativement sur le statut émotionnel de l'individu.

### *5. Répercussions cognitives*

Il a été prouvé qu'en vieillissant, les personnes âgées recrutent davantage de ressources cognitives pour bien comprendre la parole même dans des conditions d'écoute optimale [46] : ce phénomène est accentué chez les personnes âgées malentendantes. L'étude AcouDem (GRAP 2007) a établi que la prévalence des troubles cognitifs était significativement plus élevée chez les patients atteints d'hypoacousie (étude épidémiologique transversale sur 319 sujets institutionnalisés de plus de 75 ans) [100]. Une perception auditive correcte malgré des entrées sensorielles dégradées ne serait possible que grâce à la consommation de ressources attentionnelles [102], normalement utilisées pour encoder en mémoire épisodique ce qui a été entendu ([81], [89], [98], [114], [113]). Cette théorie est appelée « effortfulness hypothesis ».

La presbycousie est en effet souvent associée à une baisse des capacités cognitives liée à l'âge, telles que l'attention [35], la mémoire de travail [60] et la vitesse de traitement, qui rend encore plus problématique la compréhension et la mémorisation du langage parlé dans la vie quotidienne. En plus de la compréhension impossible ou incorrecte de certains mots, la baisse auditive peut également être la cause de traces mnésiques plus faibles et moins discriminables [108] et [81]. Enfin, il a été montré que l'effet de complexité syntaxique dans des tâches de rappel était particulièrement sensible chez des sujets âgés et malentendants [94, 107], quel que soit le niveau d'intensité. Cet effet est attribué à la diminution des ressources en MDT due d'une part à l'âge, d'autre part à l'effort dans l'écoute induit par la perte auditive [107]. A contrario, en 2012, une étude de Gallacher [51] a montré que la perte auditive peut mener à une dégradation du processus phonologique mais pas à la dégradation de domaines indépendants de l'audition telle que la mémoire de travail.

### *6. Stratégies de compensation et plasticité cérébrale*

Peele a mis en évidence l'existence d'une réorganisation du fonctionnement cérébral en cas de perte auditive, même si cette dernière est légère à modérée. On peut observer l'activité d'une zone corticale grâce à la mesure de consommation de glucose. Même dans le cerveau mature, une privation auditive diminue l'activité neuronale. Cette diminution de l'activité neuronale a lieu dans le cortex auditif primaire (B 41) et les régions associées. Il est en outre probable qu'à plus ou moins long terme une réorganisation fonctionnelle prenne place dans le cortex auditif associé (B42), dans le gyrus para-hippocamique droit et dans le gyrus cingulaire antérieur (B24)

[94]. Un lien entre la durée de la surdité et la diminution du métabolisme est également prouvé [68].

Parallèlement, il n'y a pas de corrélation entre le degré de presbyacousie et l'histologie cochléaire. Le nombre de cellules ciliées et/ou neurones cochléaires résiduels est souvent beaucoup plus faible que les examens physiologiques le laissent prévoir [91]. L'audition peut rester convenable avec toute une partie de la cochlée endommagée. Cela est dû au phénomène de plasticité cérébrale : le cortex auditif, privé d'un certain nombre d'afférences, traite « mieux » les messages qui continuent à lui parvenir. Par exemple, quand la base de la cochlée est détériorée, les neurones corticaux qui décodaient spécifiquement les fréquences aiguës, vont s'intéresser aux fréquences moyenne et basse, améliorant ainsi les capacités « perceptives » de ces mêmes fréquences ([91], [57], [85]). Une réorganisation corticale se produit.

## **2) Les démences : interactions entre les Démences Type Alzheimer (DTA) et les fonctions auditives**

### *1. Troubles auditifs périphériques et démence*

La prévalence de la démence augmente avec l'âge : 3 % entre 65 et 74 ans, 50 % au-delà de 85 ans. En revanche, les liens entre la vieillesse, la surdité et la démence sont quant à eux encore peu connus.

Ainsi, parmi les trois obstacles à l'appareillage auditif recensés, le plus sérieux et le plus sous-estimé n'est pas le coût élevé et l'adaptation difficile à l'appareillage mais la méconnaissance des personnes âgées concernant le retentissement de la surdité sur les troubles cognitifs comme ceux de la mémoire, les troubles de l'attention et la compréhension verbale. Ils peuvent pourtant mener à un sévère état confusionnel [13]. Cette méconnaissance a des conséquences cliniques et sociales. Les études indiquent en effet une surreprésentation des presbyacousiques dans la population démente. Lindenberger et Baltes [9] ont prouvé que la baisse des capacités sensorielles - visuelles ou auditives- est une cause importante de déclin intellectuel, évalué par les performances aux tests de rapidité mentale, de mémoire, de raisonnement, de connaissance et de fluidité, chez les personnes de 70 ans et plus.

D'après Lin [78], le risque d'incidence de démence devient évident pour les personnes âgées de plus de 60 ans à partir de 25 dB de perte auditive. Ce risque augmente de façon logarithmique plus la perte auditive augmente [75]. Après 60 ans, à partir d'une perte auditive de 25 dB, existe une réduction des performances cognitives équivalentes à une différence d'âge de 7 ans entre l'âge réel du patient et son âge cognitif. La perte auditive est corrélée à de plus faibles scores au

test de substitution de symboles. Ces résultats sont corrélés à ceux de précédentes études portant sur des subtests cognitifs verbaux et non verbaux issus du MMSE ainsi qu'aux résultats d'études transversales et prospectives [77].

Les déficits de communication causés par la perte auditive peuvent mener à un isolement social chez les personnes âgées ([22], [25]). Or des études épidémiologiques ([24], [26]) et neuro-anatomiques [28] ont démontré des associations entre des réseaux sociaux pauvres et la démence. Les résultats de l'étude de Lin confirment la possibilité de ce processus. Le risque de démence associé à la perte auditive n'a effectivement montré d'augmentation qu'à partir de seuils auditifs supérieurs à 25 dB ; or il s'agit du seuil pour lequel la perte auditive commence à entraver la communication verbale [30]. En effet, un mécanisme hypothétique par lequel la perte auditive pourrait avoir un effet direct sur la neuropathologie de la démence type Alzheimer est suggéré par les études sur des souris démontrant qu'il existe un lien neurobiologique direct entre la perte auditive et/ou l'enrichissement environnemental, et le fonctionnement cognitif (réduction des niveaux d'amyloïde bêta) [35]. Cette hypothèse est aussi confirmée par les études montrant que les individus restant engagés dans des activités de loisir ont un risque plus faible de développer une démence [34]. Dans cette étude longitudinale de Baltimore, Lin et al concluent que la perte auditive, évaluée en audiométrie tonale, est associée à l'incidence de toute sorte de démence après appariement en termes d'âge, sexe, ethnie, niveau d'éducation, diabète, tabagisme et hypertension.

Une autre étude longitudinale de Lin [91] incluant 639 cas ne souffrant pas de démence au départ a permis de confirmer le lien entre le degré de surdité et le risque de développer une démence. Le risque de développer une démence est multiplié par deux chez les sujets atteints d'une surdité légère, par trois chez les sujets présentant une surdité moyenne et par cinq si la surdité est sévère.

Différentes hypothèses sont émises pour expliquer l'association entre surdité et démence. La surdité pourrait favoriser la survenue d'une démence précoce par un isolement social, une désafférentation environnementale mais aussi par l'épuisement de la réserve cognitive. Les ressources cognitives seraient mobilisées pour améliorer la perception auditive au détriment d'autres zones cognitives comme la MDT ([109] et [73]). Des mécanismes dégénératifs reconnus dans certains types de démence comme la maladie d'Alzheimer pourraient aussi être à l'origine de la détérioration de l'appareil auditif.

## *2. Troubles auditifs centraux (TAC) et démence*



### a. Définition des TAC

Sous la dénomination « atteintes centrales de l'audition », on regroupe chez l'adulte les surdités centrales dues à des lésions cortico-sous-corticales, donnant des tableaux sémiologiques anciennement connus (surdité verbale, surdité corticale et agnosie auditive), et d'autre part des troubles auditifs moins marqués et d'identification plus récente, tels que certaines surdités contrastant avec des seuils auditifs périphériques dans les limites de la normale (dysfonction auditive obscure) et certaines presbyacousies à participation centrale. L'altération auditive n'est pas imputable à la défaillance de la fonction auditive périphérique.

Les processus centraux de l'audition permettent les phénomènes comportementaux suivants : localisation et latéralisation des sons, reconnaissance du type de signal auditif, aspects temporels de l'audition (résolution, intégration), audition des signaux simultanés, audition possible de signaux acoustiques dégradés. La presbyacousie centrale est caractérisée par des difficultés à comprendre la parole dans les situations bruyantes [46] et par des seuils plus ou moins préservés en audition tonale alors que l'audition vocale est chutée.

Des atteintes auditives centrales discrètes sont souvent rencontrées par les personnes âgées atteintes de presbyacousie dont l'intelligibilité vocale est très détériorée. Le sujet âgé peut vraisemblablement souffrir de troubles centraux de l'audition se confondant avec ou faisant partie du tableau de certaines presbyacousies.

Dès la 4<sup>ème</sup> décennie, des troubles auditifs centraux de l'audition dus à la dégénérescence des voies auditives depuis le tronc cérébral jusqu'au cortex peuvent devenir symptomatiques. La détection de ces troubles centraux de la personne âgée est rendue difficile par le fait que l'atteinte auditive périphérique est quasiment toujours présente et peut masquer la surdité centrale. L'atteinte centrale probablement responsable des TAC chez la personne âgée serait une détérioration du corps calleux, résultant en une diminution des transferts d'information auditive inter-hémisphériques [85]. D'autres facteurs impliqués dans l'atteinte centrale sont peut-être également dus à une perte de population neuronale, une diminution des connexions synaptiques, une diminution de la synthèse des neurotransmetteurs, une dégénérescence d'autres voies neuronales influençant l'attention, la localisation dans l'espace et la mémorisation.

Les modifications de l'activité neuronale du système central auditif peuvent être présentées de deux manières [27]. D'une part, il existe les atteintes liées aux effets biologiques directs du vieillissement proprement dit (effets centraux dus au vieillissement biologique), comme la perte

neuronale et la réduction du nombre de contacts synaptiques. D'autre part, il existe les atteintes liées aux conséquences centrales de la détérioration périphérique, (effets centraux dus à une perturbation périphérique), comme la diminution des afférences neuronales le long des voies auditives ascendantes (ou désafférentation), conséquence de l'atteinte cochléaire.[33]

#### b. Lien entre TAC et démence

La prévalence des mauvaises performances des tests auditifs centraux est de 33 % dans la population avec des tests cognitifs normaux contre 80 % en cas de troubles de la mémoire et 90 % en cas de démence.

Des recherches supplémentaires restent nécessaires pour confirmer l'existence de la presbyacousie centrale comme une entité à part entière ou l'existence de la presbyacousie centrale comme une condition multifactorielle qui implique l'âge et/ou les changements liés à la maladie dans le système auditif et le cerveau [62].

#### - TAC et fonctions exécutives

La compréhension de la parole dans un environnement bruyant est particulièrement difficile chez les personnes âgées, un fonctionnement cochléaire adéquat et des capacités du processus auditif central sont tous les deux nécessaires. L'altération des fonctions exécutives [7] avec des déficits d'attention soutenue et d'attention sélective est commun chez les Démences Type Alzheimer (DTA) précoces ou tardives [8] et ces déficits peuvent coexister avec un trouble auditif central dans le cas des DTA [10]. Les fonctions exécutives incluent des sous-domaines cognitifs tels que la Mémoire De Travail (MDT), le concept de génération et de compréhension, et des habiletés à planifier, initier, maintenir, changer ou inhiber des réponses comportementales [13], compétences également sollicitées pour la compréhension de la parole dans le bruit. Des déficits mineurs des fonctions exécutives peuvent diminuer la performance aux tâches auditives centrales même lorsque d'autres domaines cognitifs tels que la Mémoire à Long Terme (MLT) ou l'expression langagière sont normaux.

Le score des fonctions exécutives chez les patients presbyacousiques s'est révélé significativement associé avec le seuil moyen d'audition dans la moins bonne oreille après appariement en termes d'âge, sexe et niveau d'éducation. Une perte de 1,2 dB du seuil d'audition s'est avérée être corrélée avec un score aux fonctions cognitives chutant de -1 déviation standard (DS).

Chez les personnes âgées, l'altération du fonctionnement exécutif est associée au processus de

dégénérescence de l'audition centrale mais pas au système auditif primaire. La presbycousie centrale et les dysfonctionnements exécutifs pourraient résulter d'un processus neuro-dégénératif commun [15].

#### - Le TAC : un trouble précurseur de la DTA ?

Il reste à savoir si la perte auditive est un marqueur du stade précoce de démence ou si la perte auditive est un facteur de risque pouvant engendrer une démence.

Les troubles auditifs centraux peuvent être un signe de déclin cognitif précoce et surtout préclinique. Il a été démontré dans la cohorte de l'étude The Framingham Heart qu'une fonction auditive centrale déficitaire était un facteur prédictif significatif de déclin au MMSE après appariement en termes d'âge [6].

Dans cette étude, les 3 tests auditifs centraux ont été passés : l'identification dichotique de phrases, de chiffres ainsi que l'identification de phrases synthétiques avec un message ipsilatéral compétitif. Il a été conclu que le trouble auditif central est un précurseur de la Démence Type Alzheimer. Les auteurs recommandent une évaluation incluant des tests auditifs centraux chez les personnes âgées qui rapportent des troubles de l'audition. Les patients avec de sévères troubles auditifs centraux pourraient bénéficier d'un programme de réhabilitation modifié et pourraient bénéficier d'une évaluation neurologique [53].

Les résultats de récentes études suggèrent que la perte auditive et le déclin cognitif progressif sont causés par un processus neuropathologique commun, probablement le même que dans la Démence Type Alzheimer. Les noyaux auditifs centraux requérant un plus fort processus auditif peuvent en effet être affectés chez les patients ayant une DTA [53].

Des études supplémentaires sont nécessaires pour déterminer si la perte auditive est un facteur de risque de modification des performances cognitives ou un marqueur précoce de déclin cognitif.

## **II] Cognition et vieillissement - Le vieillissement cognitif : définition et facteurs d'influence**

A l'instar de l'audition, de la vision, de la marche et de l'équilibre, les fonctions cognitives, maximales entre 20 et 30 ans, déclinent de façon globale et progressive jusqu'à la fin de la vie. Après 60 ans, le poids du cerveau diminue de 2 % par décennie, cette réduction touchant en particulier la substance blanche. La perte de myéline due à l'âge touche d'abord les régions à myélinisation tardive au cours de l'ontogenèse tels que les cortex associatif et limbique. L'âge d'apparition de plaques séniles (substance amyloïde) diffère d'un individu à l'autre. Malgré ce déclin progressif, le sujet vieillissant normalement reste autonome et capable de résoudre les problèmes quotidiens.

Il existe une importante variabilité interindividuelle du vieillissement cognitif normal lié à de multiples facteurs tels que les facteurs socioculturels (sexe, niveau de scolarité, activité professionnelle, niveau économique, statut occupationnel, statut marital, impact du réseau et du support social) et les facteurs socio-sanitaires : état de santé, consommation médicamenteuse, état nutritionnel, personnalité, état psychologique.

### **1) Vieillissement normal et vitesse de traitement**

Selon Salthouse et al. (1996) [103], le ralentissement du traitement des tâches simples serait déterminant dans l'explication du vieillissement cognitif. Ce ralentissement affecterait aussi bien les processus sensori-moteurs que les processus cognitifs centraux et diminuerait les performances en raison de l'impossibilité de mener toutes les opérations pertinentes à leur terme, le produit d'un premier traitement n'étant plus disponible lorsque le second s'achève.

### **2) Vieillissement normal et mémoire**

On entend fréquemment des plaintes mnésiques relativement précoces chez le sujet vieillissant : 1/3 des sujets âgés de 60 ans et plus s'en plaignent. Il s'agit d'oublis bénins (retrouver des noms propres, des objets, ou encoder un nouveau numéro de téléphone etc...) liés à un déficit de la mémoire épisodique.

Cette plainte est corrélée aux résultats des recherches en imagerie neurofonctionnelle de Schacter et al. (1996) [105] ayant démontré le lien entre le dysfonctionnement frontal (le niveau d'activation des régions préfrontales) et les difficultés des sujets âgés dans la mise en œuvre des stratégies de récupération contrôlée en mémoire. D'autre part, Jacoby (1999) [59] a mis en évidence une difficulté particulière des sujets âgés à récupérer consciemment les détails

contextuels d'un événement épisodique. Il apparaît donc que les effets de l'âge sont plus prononcés dans les tâches de mémoire reposant sur le système stratégique frontal (rappel, mémoire de contexte...) que dans les tâches impliquant le fonctionnement du système temporal hippocampique (reconnaissance). Selon Insignini (2004) [106], le déficit exécutif entraînerait une moindre efficacité de la méta-mémoire qui aurait elle-même une répercussion négative sur la performance mnésique. En revanche, chez le sujet âgé, la mémoire sémantique reste préservée et reflète le niveau de connaissances encyclopédiques antérieur.

Concernant la Mémoire de Travail (MDT), l'administrateur central est plus sensible au vieillissement que la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial : les différences liées à l'âge sont plus importantes dans les tâches doubles, qui nécessitent à la fois le stockage et le traitement de l'information. Il existerait donc une baisse des performances de l'administrateur central. Les effets de l'âge sur l'efficacité de la MDT seraient également liés à la vitesse à laquelle sont effectuées des opérations simples de traitement. [47]

### **3) Vieillesse normale et fonctions exécutives**

Les modifications neuro-anatomiques et neurochimiques liées à l'âge sont les plus précoces et les plus importantes dans le cortex frontal (Raz et al., 2000) [55]. En outre, dans le vieillissement normal, un déficit dopaminergique modifie et ralentit les opérations du circuit striato-frontal (comme dans la maladie de Parkinson) (Prull et al. 2000) [101]. Les sujets âgés présentent un déficit exécutif révélé par leurs performances aux tests cliniques classiques (évoquant lexicale, strop, tour de Hanoï, test de classement de cartes du Wisconsin) et ce quel que soit le niveau antérieur des sujets. D'après Levine (1997) [71] la diminution significative de la performance des processus exécutifs observés dans le vieillissement normal révèle des similitudes importantes entre le profil exécutif des sujets âgés et celui des patients frontaux : réduction des capacités d'abstraction, de la flexibilité mentale, des ressources attentionnelles et de la mémoire de travail.

### **4) Vieillesse normale et langage**

La capacité langagière est généralement considérée comme la mieux préservée avec un système phonologique et phonétique qui reste stable. En revanche, la syntaxe subit progressivement une réduction des structures à enchevêtrement, liée aux limitations imposées par la mémoire de travail (Kynette et al.) [92]. Il existe un effet important de l'âge sur le lexique tant pour la dénomination que pour l'évoquant lexicale. Le discours subit des modifications tant quantitatives que qualitatives avec de plus fréquents recours à des paraphrasies sémantiques pour remplacer le mot-cible. Au niveau sémantique, la définition de mots devient moins précise : un relatif « manque du

mot » semble apparaître surtout après 70 ans et les sujets de plus de 90 ans deviennent « économes » dans leurs conversations. En compréhension, des difficultés apparaîtraient plus tardivement, essentiellement pour les phrases longues et complexes.

### **5) Vieillesse normale et tâches visuo-spatiales**

L'altération des fonctions visuo-spatiales commence à s'observer entre 70 et 80 ans, notamment dans la production de figures tridimensionnelles tel que le cube [41]. Néanmoins, son interprétation est souvent délicate car cette tâche fait intervenir des variables annexes (vision, proprioception, niveau socioculturel etc.) à prendre en compte dans l'interprétation des résultats.

## **III] Vieillesse pathologique et fonctions cognitives : Mild Cognitive Impairment (MCI) et Démences Type Alzheimer (DTA)**

### **1) DTA**

#### *1. Définition*

Le type étiologique de démence le plus fréquent dans les pays à longue espérance de vie est la Maladie d'Alzheimer qui représente l'archétype, historique et sémiologique, du syndrome démentiel.

La maladie d'Alzheimer est la cause la plus fréquente des démences (environ 45 %) et représente 75 % des démences dégénératives. Les facteurs de risque les mieux établis sont l'âge, l'existence d'antécédents familiaux, le sexe féminin et l'allèle e4 du gène codant pour l'apolipoprotéine E.

Son mode d'installation souvent insidieux est relativement stéréotypé, associant des difficultés mnésiques et des modifications du comportement. Le trouble mnésique épisodique lié aux lésions entorhinales et hippocampiques est très caractéristique car il touche l'enregistrement des informations nouvelles donc uniquement le passé récent, ce qui provoque une méconnaissance relative des difficultés, un retentissement rapide sur l'activité quotidienne et une désorientation temporelle. On constate au fil du temps une aggravation progressive du tableau avec une augmentation continue de déficits instrumentaux aphaso-apraxo-agnosiques, liés à l'extension des lésions à l'ensemble du néocortex associatif.

#### *2. Critères diagnostiques*

Les critères de démence utilisés depuis une trentaine d'années sont en réalité basés sur les signes et symptômes des démences primitives en général et de la maladie d'Alzheimer en particulier. Plus récemment, l'individualisation d'autres types de démences (par exemple les démences

vasculaires) a amené à séparer des critères constitutifs du syndrome démentiel et des critères spécifiques de telle ou telle étiologie.

Le DSM IV-TR définit la démence et la maladie d'Alzheimer avec les critères diagnostiques de Mc Khann (1984) [82] : le diagnostic de démence et de maladie d'Alzheimer nécessite l'apparition de déficits cognitifs multiples tels que l'altération de la mémoire (altération de la capacité à apprendre des informations nouvelles ou à se rappeler les informations apprises antérieurement) et l'une ou plusieurs des perturbations cognitives suivantes : une aphasie ; une apraxie (altération de la capacité à réaliser une activité motrice malgré des fonctions motrices intactes) ; une agnosie (impossibilité de reconnaître ou d'identifier des objets malgré des fonctions sensorielles intactes) ; une perturbation des fonctions exécutives (faire des projets, organiser, ordonner dans le temps, avoir une pensée abstraite).

Les déficits cognitifs observés sont à l'origine d'une altération significative du fonctionnement social ou professionnel et représentent un déclin significatif par rapport au niveau de fonctionnement antérieur. Ils ne surviennent pas de façon exclusive au cours de l'évolution d'une confusion mentale. Ils ne sont dus ni à d'autres affections du système nerveux central qui peuvent entraîner des déficits progressifs de la mémoire et du fonctionnement cérébral (par exemple : maladie cérébro-vasculaire, maladie de Parkinson, maladie de Huntington, hématome sous-dural, hydrocéphalie à pression normale, tumeur cérébrale) ni à des affections générales pouvant entraîner une démence (par exemple hypothyroïdie, carence en vitamine B12 ou en folates, pellagre, hypercalcémie, neurosyphilis, infection par le VIH) ni à des infections induites par une substance. La perturbation n'est pas mieux expliquée par un trouble de l'Axe I (par exemple schizophrénie ou trouble dépressif majeur). La codification est fondée sur l'absence ou la présence de perturbation du comportement Il s'agit enfin de préciser le sous-type de DTA : à début précoce (avant et jusqu'à 65 ans) ou à début tardif (après 65ans).

Selon Mc Kahn, suivant le nombre de critères observés et après exclusion progressive des autres causes de démence, le diagnostic de DTA passe de « probable » à « possible » mais n'est certain que par la mise en évidence d'altérations histopathologiques caractéristiques obtenues par biopsie ou autopsie, à savoir : les plaques séniles (dépôt exagéré de protéine amyloïde dans le tissu nerveux), les dégénérescences neuro-fibrillaires (accumulation de protéines du cytosquelette neuronal et d'ubiquitine) et les angiopathies amyloïdes, dont la densité et la répartition sont différentes de celles du vieillissement normal.

La CIM 10 mentionne « le trouble du traitement de l'information », particulièrement pertinent en clinique et bien étudié sur le plan neuropsychologique. Les difficultés « à saisir plus d'un stimulus à la fois » et à « déplacer l'attention d'un sujet à l'autre » sont rarement absentes d'un syndrome démentiel, et ce quelle que soit son étiologie. Pour que le diagnostic de démence soit certain, les troubles doivent évoluer depuis au moins 6 mois.

Ces critères permettent de différencier les diagnostics de démence de la confusion mentale, de la dépression et du vieillissement normal.

La neuro-imagerie permet de faire un diagnostic différentiel avec une démence fronto-temporale, une maladie à Corps de Léwy ou une aphasie primaire progressive. La Démence de Type Alzheimer est en effet visible par une hypoperfusion diffuse de l'ensemble du cortex associatif, qui prédomine classiquement dans les aires postérieures (cortex pariéto-temporal); une hypoperfusion des structures temporales internes ainsi qu'une relative préservation des aires primaires, des noyaux gris centraux, des thalami et du cervelet.

## 2) MCI

Par ailleurs, entre le diagnostic de vieillissement normal et de vieillissement pathologique, existe une frontière encore mal définie, aujourd'hui baptisée « MCI » (Mild Cognitive Impairment) ou « déficit cognitif mineur ». Le MCI consiste en un stade clinique intermédiaire menant à une démence dans la plupart des cas ; cette entité évolue et est controversée. Néanmoins les études neuropsychologiques, neuropathologiques et d'imagerie soutiennent sa nature transitionnelle. Le concept a été affiné en 2001 par Petersen et al. [97] en trois profils dissociés :

**Le MCI amnésique**, le plus connu, correspond à une plainte mnésique de type hippocampique confirmée par l'entourage ; un fonctionnement cognitif globalement normal ; des activités de la vie quotidienne normales ; des performances aux tests mnésiques à environ - 1,5 DS de la moyenne des sujets du même âge et de même niveau socioculturel ainsi qu'une absence de démence.

Ce cadre fait référence aux patients ayant un risque d'évoluer vers une MA sachant que 15 à 19 % des sujets MCI évolueraient en un an vers une démence contre 5 % pour les sujets vieillissant normalement. C'est pourquoi de nombreux auteurs évoquent le terme de « Maladie d'Alzheimer pré-déméntielle ».

Selon Laurent et Thomas (2002) [64], « la normalité des fonctions cognitives hors mémoire est



donnée en définition du MCI mais elle n'est souvent que relative si l'on explore avec autant d'attention que la mémoire les fonctions attentionnelles et exécutives ».

Quant à lui, **le MCI avec des déficits cognitifs légers multiples** pourrait plutôt évoluer vers une démence vasculaire, une maladie d'Alzheimer ou ne serait que le reflet du vieillissement normal.

Enfin, **le MCI non amnésique** correspond au déficit d'un seul domaine cognitif autre que la mémoire (langage, visuo-spatialité, fonctions exécutives...), orientant vers une évolution démentielle type démence fronto-temporale, ou démence à Corps de Léwy, démence vasculaire, aphasie progressive primaire, maladie de Parkinson.

Si la neuro-imagerie présente une hypoperfusion du cortex cingulaire postérieur et/ou pariéto-temporal, cela est prédictif d'une évolution du MCI vers une maladie d'Alzheimer dans les 1 à 3 ans à venir.

## **CHAPITRE II**

### **REHABILITATION AUDITIVE DU SUJET AGE AVEC IMPLANTATION COCHLEAIRE**

#### **I] L'implant cochléaire**

##### **1) Indications de l'IC chez l'adulte devenu sourd**

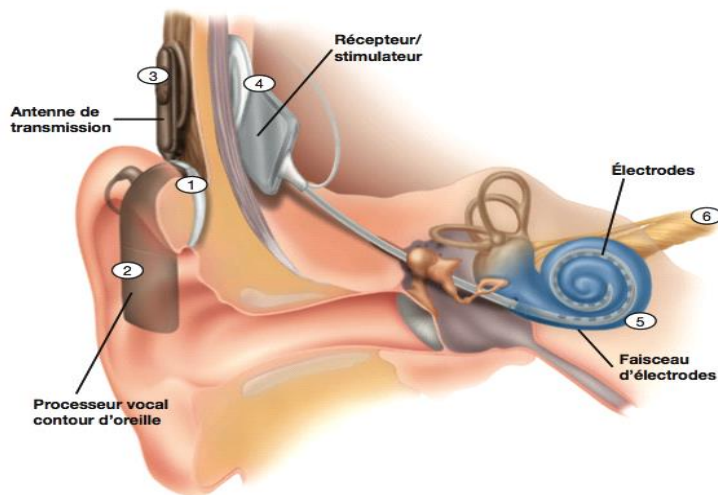
L'implant cochléaire s'adresse aux personnes présentant une surdité endocochléaire sévère à profonde et pour lesquelles le bénéfice d'un appareillage auditif classique est limité. D'après la Haute Autorité de Santé il n'y a pas de limites d'âge supérieur chez l'adulte sauf en cas de mise en évidence de troubles neurocognitifs. [58]

Il existe des limites audiométriques : la discrimination doit être inférieure ou égale à 50 % lors de la réalisation de tests d'audiométrie vocale avec les listes cochléaires de Fournier (ou équivalent). Les tests doivent être pratiqués à 60dB, en champ libre, avec des prothèses bien adaptées et sans lecture labiale. Enfin, une implantation cochléaire bilatérale peut être indiquée en cas de surdité risquant de s'accompagner à court terme d'une ossification cochléaire bilatérale, quelle qu'en soit la cause, en particulier en cas de méningite bactérienne, ou de fracture du rocher bilatérale. Elle peut également être indiquée chez un adulte porteur d'un IC unilatéral, en cas de perte du bénéfice audioprothétique du côté opposé, accompagnée de conséquences socioprofessionnelles ou d'une perte d'autonomie chez une personne âgée.

##### **2) Principe de fonctionnement**

Le principe de l'implant cochléaire est de stimuler directement les fibres du nerf auditif par l'intermédiaire d'électrodes insérées dans la cochlée, au niveau de la rampe tympanique, et d'effectuer une transformation du message sonore en stimulations électriques. Contrairement aux prothèses auditives qui amplifient les sons à l'entrée de l'oreille, les implants cochléaires permettent de stimuler les voies auditives centrales, pouvant ainsi restaurer les capacités de compréhension et de communication, grâce à une rééducation orthophonique et des réglages adaptés. [39]

L'implant cochléaire est composé de différentes parties : une partie externe amovible (microphone, processeur vocal, antenne de transmission) et une partie implantée chirurgicalement (récepteur stimulateur et porte-électrodes). [19]



Le son est capté au niveau du microphone (1). Il est ensuite codé en signaux numériques au niveau du processeur (2). Les signaux numériques sont envoyés à l'antenne de transmission (3) qui les envoie à travers la peau au récepteur (4) où ils sont convertis en signaux électriques. Les signaux électriques sont alors transmis au faisceau d'électrodes afin de stimuler les fibres du nerf auditif de la cochlée (5). Ils sont enfin transmis au cerveau qui les identifie comme des sons (6). [31]

## II] Implant cochléaire et sujet âgé

Actuellement, 50 à 60 % de la population de plus de 70 ans souffre de perte auditive. La prévalence de surdité profonde à totale chez les patients âgés de plus de 65 ans, est estimée entre 0,6 et 1,1 %. D'après les études épidémiologiques, cette population âgée augmente rapidement dans les pays développés, et devrait atteindre plus de 20 % de l'ensemble de la population en 2030. Ce qui représenterait, selon les prévisions de l'INSEE, plus de 135 000 patients âgés de plus de 65 ans en 2030, candidats potentiels à l'implantation cochléaire [86].

D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), le sujet âgé peut présenter une indication d'implant cochléaire, dans les cas de surdité sévères à profondes post-linguales, lorsque la prothèse auditive conventionnelle est insuffisante. Il n'y a pas de limite d'âge supérieur mais un bilan neurocognitif doit être réalisé. L'implantation cochléaire ne présente pas plus de risque chez le sujet âgé et se révèle efficace.

De nombreuses études montrent en effet un bénéfice pour la compréhension et la perception de la parole, après implantation cochléaire, chez le sujet âgé.

Une étude multicentrique [86] réalisée en France auprès de 95 patients candidats à l'implantation cochléaire et âgés de 72 ans en moyenne (65 à 84 ans), a montré une amélioration significative

des performances dans le silence, dans le bruit et de la qualité de vie, après implantation cochléaire. Afin d'apprécier le coût d'un traitement en fonction de son efficacité, il s'agit de tenir compte de la qualité de vie obtenue, et de l'augmentation de longévité éventuellement apportée. Les résultats des études réalisées en Angleterre et aux USA concernant le coût-efficacité de l'implant cochléaire montrent que l'implant cochléaire est relativement peu onéreux en matière d'amélioration de la qualité de vie. [50]

Enfin, le succès d'une implantation chez l'adulte devenu sourd est sous-tendu par différents facteurs prédictifs : le maintien d'une activité sensorielle dans les voies auditives est un facteur de bon pronostic pour l'implant cochléaire. Il est en effet prouvé que si la période de privation auditive est faible, le bénéfice sera meilleur [16]et[79]. Comme l'a montré l'étude du UK Cochlear Implant Study Group [110], les résultats attendus d'un IC dépendent de la durée de la privation auditive (2004).

De plus, les résultats d'une étude suggèrent un lien entre de bonnes performances cognitives (MCT, raisonnement, visuo-construction) et une perception auditive fine chez les sujets adultes porteurs d'un implant cochléaire [83]. Les stratégies cognitives personnelles pourraient être un facteur prédictif de réussite de l'utilisation de l'implant cochléaire [15] mais plus encore l'amélioration des fonctions cognitives après l'implantation cochléaire pourrait également prévenir l'apparition de démences [12]. Dans l'étude multicentrique réalisée en France auprès de 95 patients candidats à l'implantation cochléaire, l'influence des fonctions cognitives sur les performances avec l'implant cochléaire n'a pas été retrouvée. En revanche, le nombre de patients ayant des tests cognitifs anormaux avant l'implantation a diminué de façon considérable 12 mois après l'implantation.

Dans un article paru en 2012 [76], Lin souligne l'absence d'étude contrôlée randomisée sur plusieurs années et composée de cohortes représentatives concernant l'apport d'une aide technologique telle que l'aide auditive digitale ou l'implant cochléaire chez les personnes âgées qui pourraient améliorer la réhabilitation du point de vue de la cognition et du fonctionnement social. Une seule étude a été effectuée il y a 20 ans afin de démontrer les effets positifs à 4 mois post-traitement des aides auditives sur la cognition et d'autres domaines fonctionnels [87].

D'un point de vue clinique, déterminer si le traitement de la perte auditive pourrait avoir un impact sur des questions de santé publique telles que le ralentissement du déclin cognitif et le recul de l'apparition de la démence reste une question majeure à laquelle n'ont pas encore

répondu les études épidémiologiques.

Des questions majeures, telles que les conséquences d'une perte auditive non traitée chez les personnes âgées ou l'impact des interventions de réhabilitation auditive, restent encore sans réponse [29]. Or au sein d'une société dont la population vieillit rapidement, ces questions relèvent de la santé et de l'économie publiques ainsi que d'un impératif moral nécessitant le regroupement des chercheurs et des différents corps médicaux et paramédicaux. La réhabilitation auditive des sujets âgés relève en effet d'implications substantielles pour la société et la santé en général, des personnes âgées.

### **III] Evaluations et perspectives : l'adaptation des outils d'évaluation**

#### **1) Evaluation de la presbyacousie**

##### *1. Evaluation clinique ORL*

La consultation ORL permet de retracer l'histoire de la maladie du patient et les facteurs favorisant la survenue de la presbyacousie ou l'aggravation de celle-ci : antécédents personnels et familiaux de pathologie auditive, exposition au bruit (loisirs, professionnel), et présence éventuelle de signes associés (vertiges, acouphènes).

Un examen otoscopique du canal auditif externe et de la membrane tympanique permet de vérifier l'absence de pathologie locale ou d'éléments qui pourraient justifier une adaptation prothétique spécifique.

##### *2. Evaluation audiométrique et explorations audio-vestibulaires*

L'évaluation ORL comporte un **bilan audiométrique tonal et vocal**. Ce bilan permet de confirmer ou non le diagnostic de presbyacousie, d'en préciser l'importance et de décider des modalités thérapeutiques adaptées. L'audiogramme des individus souffrant de presbyacousie est caractérisé par une élévation excessive- donc pathologique- des seuils auditifs. Les seuils de la conduction osseuse s'élèvent à l'instar de ceux de la conduction aérienne (surdité neurosensorielle).

Une altération importante de l'intelligibilité en **audiométrie vocale** doit faire remettre en cause le diagnostic de « presbyacousie simple ». Il faut alors rechercher une altération des processus du système nerveux central impliqués dans l'audition, en particulier la mémoire et l'attention, par un bilan audiolinguistique comprenant des tests auditifs centraux. La présence de troubles cognitifs débutants fait suspecter une pathologie dégénérative, le plus souvent la maladie d'Alzheimer.

Ceci justifie un bilan cognitif par le médecin traitant et le gériatre. [18]

## **2) Evaluation des processus auditifs centraux**

### *1. Dépistage par l'ORL*

Les atteintes centrales du vieillissement de l'audition peuvent être liées, d'une part aux conséquences centrales du vieillissement de l'organe périphérique, d'autre part au vieillissement neurologique intrinsèque du sujet, lui-même influencé par l'état de santé général du patient (ce qui inclut une éventuelle majoration de pathologies neurologiques et/ou neurocognitives préexistantes). L'ensemble de ces facteurs retentit nécessairement ensuite sur les fonctions cognitives. Le clinicien doit déterminer sur quels éléments il peut suspecter l'existence de troubles centraux de l'audition même s'ils ne sont pas évidents de prime abord chez l'adulte, l'atteinte périphérique ne devant pas dépasser un certain seuil.

Les signes centraux de presbyacousie peuvent apparaître dès 50 ans. La gêne dans le bruit à audition subnormale (sans même d'atteinte des fréquences aiguës) peut être le premier signe d'atteinte centrale. Une difficulté à suivre une conversation à plusieurs locuteurs, voire seulement deux interlocuteurs, est aussi décrite. De même, le patient peut évoquer de lui-même la difficulté à bien localiser et à latéraliser une source sonore alors même que l'audiogramme tonal est sensiblement symétrique. Cela signe une dégradation des fonctions centrales de filtrage et d'inhibition au niveau des différentes structures du tronc cérébral.

Dans ces cas de figure et lors de l'examen audiométrique standard, certains éléments peuvent attirer l'attention sur la possibilité de l'existence de troubles centraux : une augmentation de l'intensité des seuils stapédiens (une fois l'atteinte rétrocochléaire éliminée) surtout si elle reste sensiblement parallèle aux seuils tonals ; un différentiel de plus de 7 dB entre la moyenne pondérée des fréquences médianes en audiométrie tonale ( $500 \text{ Hz} + 2 \times 1000 \text{ Hz} + 2000 \text{ Hz}$ ) / 4 et le seuil d'intelligibilité en audiométrie vocale (technique de Fournier avec une courbe « en cloche » (ou roll-over)), et ce d'autant plus que l'intelligibilité maximale sera plus médiocre. Une exploration auditive spécifique peut mettre en évidence d'autres signes d'appel : il s'agit de tester la reconnaissance des profils auditifs ; les aptitudes incluant les aspects temporels de l'audition comme le masquage ; l'intégration et le décodage temporel ; ainsi que les performances auditives en présence soit des signaux compétitifs soit de signaux altérés ([3], [25], [38]).

Puisque les processus auditifs centraux impliquent la mobilisation de processus neurocognitifs plus globaux tels que l'attention et la mémoire, leurs troubles peuvent être observés chez l'adulte

présentant des lésions avérées du système nerveux (par exemple, traumatisme, thrombose/infarctus, Alzheimer...) ou seulement suspectées.

Le bilan auditif central (BAC) élaboré au CHU de Liège, disponible sur support numérique (CD audio) et normalisé sur une population répartie par tranches d'âge comprises entre 5 et 80 ans, permet la mesure des aptitudes suivantes : le décodage phonétique ou closure de stimuli acoustiques à redondance réduite par superposition d'un bruit blanc : Lafon 60 ; l'aptitude dichotique (capacité d'un sujet à répéter une information verbale en présence d'un autre stimulus présenté à l'oreille controlatérale) et la prévalence d'oreille à l'égard de signaux acoustiques en compétition ; la reconnaissance de configurations auditives variables en hauteur ou en durée : « Pitch Patterns Test » et « Duration Patterns Test » et l'interaction binaurale évaluée par le test du « Masking Level Difference ».

Les épreuves du BAC sont administrées soit en cabine audiométrique soit dans un local calme (< 50 dB SPL), à partir d'un CD audio à une intensité de 70 dB SPL au casque. Chez les sujets adultes porteurs d'appareils auditifs, cette intensité est portée à 80 dB SPL lorsque les 50 % d'intelligibilité de spondée ne sont obtenus qu'à des intensités supérieures à 35 dB SPL. Les sujets dont le seuil d'intelligibilité pour les spondées est supérieur à 75 dB SPL ne sont pas inclus.[33]

## *2. Dépistage par l'audioprothésiste*

Dans de nombreux cas, le diagnostic n'a pas été évoqué, et l'audioprothésiste se retrouve en première ligne dans la découverte de problèmes auditifs centraux, du fait de difficultés inattendues rencontrées lors de l'appareillage auditif.

Par exemple, alors même que le résultat fonctionnel de l'appareillage binaural devrait être satisfaisant, il persiste une gêne importante non améliorée par le port des deux appareils, qui peut même amener le patient à retirer un appareil (voire les deux) et traiter alors moins d'informations sonores. C'est là fréquemment un premier signe d'alerte à la présence de troubles centraux.

De même, la sommation des deux oreilles peut engendrer un désagrément, voire un inconfort, à la place du bénéfice auditif attendu, ce qui peut amener certains patients mélomanes, plus sensibles à une certaine qualité d'écoute, à préférer écouter leurs œuvres en monophonie, ce qui est pour ce type de population un comportement pour le moins paradoxal. Un autre type d'alerte est le porteur d'un appareillage stéréophonique qui rencontre une gêne grandissante au niveau de la localisation spatiale : alors même qu'il perçoit des informations spatiales, qu'il peut les analyser ou les assimiler

à une action, il se trouve dans l'incapacité de situer la scène ou la provenance de la source sonore. Le patient peut aussi se plaindre de la prévalence d'une oreille sur l'autre.

On peut également observer un ralentissement du décodage de l'information. Même si la compensation est satisfaisante, le déficient auditif peut conserver des difficultés d'intelligibilité et ressentir le besoin d'une communication à débit ralenti qui lui procure ainsi une légère amélioration de la compréhension. Un réglage conférant une filtration importante des informations (microphone directionnel, réducteur de bruit, réducteur de bruit impulsionnel...) peut réduire la gêne.

D'autres problèmes peuvent être révélés par des difficultés de compréhension selon le niveau d'émission de la voix alors même que le gain des sons forts, des sons moyens et des sons faibles permet d'obtenir de bons seuils liminaires, que les seuils de confort avec appareillage ramenés au niveau de la voix moyenne sont satisfaisants, et que l'on a vérifié que les sons forts traités par l'aide auditive n'atteignent pas des niveaux inconfortables.

Par conséquent, le cerveau est l'organe du décodage de l'information et « il convient de systématiquement penser qu'il peut exister un problème central lorsque l'appareillage monaural donne de meilleurs résultats que l'appareillage binaural » (James Jerger).

### *3. Dépistage par l'orthophoniste*

Les troubles auditifs centraux sont repérés par l'orthophoniste au niveau du traitement du langage et de l'information verbale dans le cas où des patients ont un comportement assimilable à celui d'une personne présentant une atteinte auditive, alors même que leur audiogramme tonal est (quasi) normal.

L'orthophoniste envisage également la possibilité de troubles auditifs centraux lorsqu'un patient, venu consulter pour un trouble de la mémoire ou des difficultés de concentration, présente les difficultés suivantes : difficultés à suivre de longues conversations, réponses inappropriées, et/ou retardées à des questions, difficultés à suivre des conversations téléphoniques, difficultés pour apprendre des langues étrangères, incompréhension en cas de débit verbal accéléré, mémorisation difficile d'une information orale, surtout si elle est longue et sans support visuel, s'il ne parvient pas à maintenir son attention en présence d'autres bruits, s'il éprouve des difficultés à traiter des informations verbales tels qu'épeler des mots, retenir des noms, des dates ou l'heure ; s'il ne comprend pas la radio, s'il présente des difficultés dans les tâches organisationnelles et attentionnelles (orienter, soutenir, séparer) ; s'il rencontre en général des



difficultés de mémorisation et d'apprentissage, s'il ne maîtrise pas les processus neurocognitifs (reconnaissance sémantique) et enfin s'il présente des anomalies de l'intonation.

Chacun des troubles de la liste présentée ci-dessus pris isolément n'implique pas en soi une atteinte centrale de l'audition, mais l'association de plusieurs de ces signes doivent conduire l'orthophoniste à évoquer cette hypothèse et à adresser le patient au médecin ORL pour une évaluation otologique et audiométrique complète afin d'orienter ensuite la thérapie orthophonique vers des moyens supplétifs adaptés en fonction du diagnostic évoqué. [33]

Ainsi, l'atteinte centrale est une composante importante de la presbyacousie et devrait être évaluée systématiquement chez les personnes âgées avec des plaintes auditives. Elle est à prendre en compte dans la réhabilitation auditive mais aussi cognitive pour retarder l'apparition de démence [52] et [4].

### **3) Evaluation orthophonique**

Le bilan orthophonique complète le bilan général (examen clinique O.R.L, bilan audiométrique, vestibulaire, psychologique, gériatrique et neuropsychologique) en procurant une évaluation quantitative et qualitative précises des troubles auditifs et cognitifs (Sanchez et al., 2008) [104] ainsi que des capacités de communication.

Les difficultés de compréhension de la parole avec l'entourage, la gêne dans le bruit et pour traiter le message à la télévision rapportées au médecin ORL peuvent aussi résulter de difficultés attentionnelles et de rétention immédiate d'informations, ainsi que de troubles de la compréhension ou du raisonnement, relevant d'une rééducation orthophonique. Au-delà des nombreuses déviances dans les modalités de communication du fait de l'atteinte auditive tels que les chevauchements de paroles, un discours souvent superficiel ou des énoncés réduits et limités à un lexique concret, l'évaluation orthophonique permet d'évaluer l'éventuelle atteinte des différents systèmes de mémoire : mémoire de travail, mémoire épisodique ou prospective [36].

Le premier objectif du bilan orthophonique est de recueillir les informations relatives à la période et au mode de survenue de la surdité ainsi qu'aux modalités d'appareillage s'il y en a déjà un. Au cours de l'entretien, il s'agit d'étudier la plainte, ou souvent l'absence de plainte, du patient et sa motivation afin de définir la nature de sa demande, la prise de conscience des troubles auditifs et mnésiques étant une condition sine qua non de la réhabilitation. De plus, l'observation du comportement général, pouvant aller du retrait à l'envahissement, et des stratégies d'adaptation au handicap, notamment par la mise en place de stratégies de compensation telles que la lecture

labiale, est importante car elle rend compte d'une plasticité cérébrale pouvant être présente tout au long de la vie.

Par ailleurs, l'observation globale des processus d'attention et de mémorisation au cours du bilan permet de dessiner peu à peu le profil auditivo-cognitif du patient et donc de déterminer la nécessité de le compléter par des tests plus spécifiques en cas de suspicion d'altération des fonctions cognitives. On s'intéresse plus particulièrement à l'attention, fonction cognitive de base impliquée dans toutes les activités quotidiennes regroupant un ensemble de notions plus spécifiques qui sont l'alerte et la vigilance, ainsi que l'attention soutenue, partagée et sélective.

De même, on observe les fonctions exécutives dont le rôle est de contrôler, intégrer et organiser les autres habiletés cognitives, notamment la mémoire et l'attention, afin de faciliter l'adaptation aux situations nouvelles ou complexes pour lesquelles il est nécessaire de faire des choix et de prendre des décisions car il n'y a pas de réponse automatique [36].

Ces fonctions permettent également de formuler des buts et des plans d'action, d'en identifier les conséquences à terme et les diverses alternatives ainsi que d'inhiber des informations distractives et inutiles à la tâche en cours. Elles comprennent l'inhibition, la mise à jour, la flexibilité mentale, la récupération active d'informations en mémoire, l'attention divisée et la planification. Ainsi le Mini Mental State (MMSE, Folstein et al. 1975) [49], le CODEX (Belmin et al., 2007) [11] ou le MoCA sont des tests rapides donnant une première approche de l'altération des fonctions cognitives et pouvant induire un bilan gériatrique et neuropsychologique en cas de suspicion de démence.

Une évaluation quantitative des capacités auditives au moyen de listes de mots monosyllabiques (Lafon), de mots dissyllabiques (Fournier) ainsi que de listes ouvertes de phrases dans le silence et le bruit permet de compléter les données audiométriques. Ces tests permettent de rendre compte des performances auditives en situation de communication facilitée, c'est-à-dire en voix directe, avec une possibilité de répétition et un débit de parole plus lent qu'en cabine audiométrique. Il est donc intéressant de comparer les scores dans les deux situations, notamment lorsque le comportement adaptatif de l'examineur ne suffit pas à améliorer les performances du patient. Ces tests de compréhension sont réalisés dans différentes configurations auditives : audition seule, avec les aides auditives, audition/aides auditives et lecture labiale, puis lecture labiale seule.

Enfin, il est important d'évaluer le niveau de langage dans ses aspects morphologiques et

pragmatiques ainsi que le niveau socioculturel, les centres d'intérêt et l'appétence du sujet pour les activités linguistiques, ceux-ci pouvant être des points d'ancrage pour la rééducation des troubles cognitifs. Le contrôle vocal (intensité, timbre et débit) est également analysé car il reflète l'efficacité du feedback et donc un certain contrôle cognitif. [1]

Enfin une rencontre avec une personne implantée peut être organisée grâce à des associations créées par les patients. [100]

#### **4) Quels outils de dépistage précoce ?**

Avec l'âge, les seuils audiométriques s'élèvent physiologiquement. Le seuil auditif des fréquences aiguës s'élève progressivement et inéluctablement à tous les âges, alors que le seuil des fréquences graves s'élève plus tardivement dans la vie (Wiley et al 2008) [112]. En outre, la capacité de compréhension des mots décline plus rapidement chez la personne âgée car elle implique des mécanismes cognitifs - au-delà de l'audition - particulièrement vulnérables chez les personnes d'un âge avancé (Divenyia et al 2005) [42]. Il s'agit donc de mettre en place une réhabilitation auditive ainsi qu'une rééducation auditivo-cognitive le plus tôt possible.

Or, le délai entre l'apparition des premiers signes et le diagnostic de presbycusie peut varier de 8 à 20 ans (Carson, 2005) [23]. Les individus souffrant de surdité commencent à porter des prothèses auditives environ 10 ans après l'apparition des premiers signes de la gêne auditive. L'âge moyen est de 60,5 ans en Europe. En outre, un tiers des personnes possédant des prothèses auditives ne les utilise pas suffisamment. Certaines barrières peuvent en effet freiner l'utilisation des prothèses auditives. Il peut s'agir de l'échec de la prise en compte du diagnostic de surdité (ni le candidat à l'appareillage, ni sa famille ni le médecin traitant ne sont sensibilisés) ; l'individu peut échouer dans l'utilisation de sa prothèse : cela nécessite un temps d'adaptation qui doit aller à son terme. L'interruption peut être liée à son impatience, au problème de sa dextérité manuelle ou d'une intolérance. En réalité, ces motifs cachent souvent la mauvaise acceptation sociale et la connotation négative vis-à-vis de l'appareillage auditif.

Or le bénéfice des prothèses auditives dépend de la précocité de leur mise en place. Dans une étude [37] conduite à partir d'un échantillon de la population âgée de plus de 65 ans, Benedetto et Cuda ont montré que plus le sujet est âgé, plus le risque de ne pas avoir les bénéfices de la prothèse auditive est élevé. Il apparaît raisonnable de se demander s'il serait intéressant de développer un test préventif qui permettrait d'identifier les sujets devant bénéficier de prothèses plus rapidement. Alors que de nombreuses mesures de sensibilisation sont prises comme des

campagnes d'information ciblant les patients ou les médecins concernés, peu est fait en faveur d'un dépistage systématique de la presbyacousie.

Même si aucun consensus ne se dégage au sein de la communauté scientifique sur le meilleur dépistage de la presbyacousie (Lin et al., 2013 [77]), de nombreux tests peuvent être utilisés pour la dépister chez des personnes âgées. L'utilisation d'un questionnaire comme le HHIE (Hearing Handicap Inventory for the Elderly-version dépistage) proposé par Ventry et Weinstein (1983) [111] est largement répandue. Un score élevé est fortement corrélé à une presbyacousie sévère (Lichtenstein et al 1988 [72] ; Mc Bride et al 1994 [80]). La meilleure solution est de répéter les tests auditifs périodiquement après l'âge de 60 ans.

La presbyacousie, surdité permanente de la personne âgée, représente un problème de santé publique avec des répercussions sociales ainsi que sur la santé et sur la qualité de vie. Seule une partie des sujets sont pris en charge et le diagnostic est rarement précoce. Le délai de diagnostic varie de 8 à 20 ans après l'apparition des premiers signes. En l'absence de prise en charge, un lent et progressif déclin des fonctions cognitives peut survenir, ce qui accentue les problèmes de communication. Inversement, il a été démontré que la réhabilitation peut aider la communication et limiter les répercussions cognitives de la maladie. Le port de prothèse auditive représente la prise en charge la plus efficace ; des études contrôlées ont démontré leur efficacité en termes d'amélioration de qualité de vie.

##### **5) Les enjeux de l'évaluation : des stratégies de réhabilitation méconnues.**

La perte auditive est extrêmement prévalente chez les personnes âgées. Or elle peut être potentiellement prévenue et traitée par des stratégies de réhabilitation globalement sous-utilisées. Des recherches plus approfondies afin de savoir si des interventions pourraient impacter sur la cognition et la démence restent nécessaires.

La survenue de la perte auditive liée à l'âge est très subtile chez de nombreux adultes et elle est considérée à tort uniquement comme un processus inévitable lié à la vieillesse, à tel point qu'aux Etats-Unis, seuls moins de 15 % des 26,7 millions de sujets de 50 ans ou plus victimes d'une perte auditive utilisent des aides auditives. De plus larges conséquences de la perte auditive chez les personnes âgées commencent en effet seulement à émerger dans les études épidémiologiques, à savoir la plus grande pauvreté du fonctionnement cognitif et l'incidence avec la démence : les sujets avec une perte auditive légère, modérée et sévère ayant respectivement 2, 3 et 5 fois plus de risques de développer une démence que les normo-entendants [74].

Les mécanismes spécifiques sous-tendant cette association sont inconnus mais pourraient être reliés aux effets de la perte auditive sur les processus corticaux qui augmentent la charge cognitive et l'isolement social pouvant entraîner des effets en cascade sur la perte auditive, la santé et le fonctionnement des personnes âgées. Si l'on ne connaît pas encore les mécanismes interagissant entre eux, les effets délétères de la perte auditive sur la communication verbale et l'engagement social sont reconnus. Or, l'engagement social est un point déterminant concernant la morbidité et la mortalité en fin de vie avec un lien de causalité direct et des processus neurobiologiques reliant la solitude avec la pathologie physique. Il paraît donc urgent de déterminer les conséquences à long terme de la presbycousie afin de mettre en place des thérapies de rééducation auditivo-cognitive chez les personnes âgées ainsi que des aménagements de leur environnement et des lieux publics.

Ainsi, les approches thérapeutiques actuelles basées sur un appareillage auditif bilatéral sont justifiées par le statut potentiellement réversible de la désafférentation auditive survenant au cours de la presbycousie, et du fait que la restauration du message auditif afférent est susceptible d'améliorer le fonctionnement cognitif (Kricos, 2006 [63] et Pichora-Fuller & Singh, 2006) [99]. La réafférentation sensorielle auditive – par son « potentiel préventif » sur le vieillissement cognitif pathologique et la survenue de troubles cognitifs – doit donc être proposée aux sujets âgés malentendants (Laurent et al., 2011) [65].

Enfin, du fait d'un déficit de traitement des informations temporelles lié à l'âge, la récupération d'une bonne audibilité n'entraînera pas forcément la restauration d'une bonne compréhension de la parole, notamment dans le bruit. Ainsi, la réhabilitation auditive du patient âgé malentendant – dans une approche globale visant à compenser tous les déficits liés au vieillissement – doit donc également faire appel à la rééducation orthophonique (Denni-Krichel et al., 2011) [40].

Enfin, le fait que la presbycousie ne se limite pas à une atteinte auditive périphérique – répercussions indirectes centrales (voire cognitives) et association à une atteinte directe du système nerveux central auditif et à un vieillissement cognitif – et que cette atteinte combinée explique le caractère complexe des troubles de l'audition du sujet âgé, justifie pleinement la réalisation d'un bilan auditif central et d'un bilan cognitif. La surdité du sujet âgé étant un facteur de risque indépendant de la démence, par la désafférentation auditive et par ses répercussions centrales et cognitives, toute surdité (même légère) du sujet âgé doit impérativement être traitée précocement. [96]

## 6) L'évaluation cognitive

Dans les études, divers tests cognitifs ont été utilisés mais sans consensus.

Dans l'étude multicentrique du sujet âgé (Mosnier, 2012) [86], le bilan neuropsychologique pré-implantation et post 6 et 12 mois a été effectué avec les tests suivants : MMS, 5 mots de Dubois (mémoire antérograde épisodique), test de l'horloge, test d'attention partagée D2, fluences catégorielles et phonologiques, Trail Making Test A (teste la vitesse de traitement et les ressources attentionnelles), Trail Making Test B (teste la flexibilité mentale réactive).

Avant l'implantation, 75 % des patients ont eu au moins un test pathologique et 25 % ont eu des résultats corrects à l'ensemble des tests. En revanche, 12 mois après l'IC, 40 % des patients n'ont aucun test anormal. L'efficacité de l'implant cochléaire est significative pour les tests suivants : TMT- A et TMT-B et attention partagée d2. On observe donc une amélioration de l'attention et de la flexibilité mentale réactive. Les résultats sont stables pour les tests de mémoire (pas d'amélioration au test MMSE). Ces résultats sont en corrélation avec la littérature : le TMT s'est avéré être fortement associé aux problèmes auditifs. La relation entre les fonctions exécutives et l'audition centrale étaient toujours significatives quand les sujets diagnostiqués MCI ou déments étaient exclus des analyses statistiques.[5]. Selon Belmin [12], la mémorisation des 3 mots au test CODEX ne s'améliore pas au fil du temps et l'horloge n'est pas systématiquement échouée.

Les tests de dépistage des démences précoces chez le sujet âgé dans un service hospitalier d'implantation cochléaire doivent être spécifiques, sensibles et rapides. Il s'agit alors de confronter les avantages des tests en termes de durée de passation par rapport à leur sensibilité et leur spécificité, dans le but d'effectuer un dépistage binaire (patient aux performances normales versus patient aux performances anormales) et non détaillé. L'objet de notre étude est la comparaison du test CODEX avec le MoCA, ces deux tests étant tous deux dérivés du MMSE, test référent auprès des médecins généralistes.

Le CODEX est un test de passation très rapide (moins de trois minutes) et très simple ; le test a été conçu en analysant les données de tests classiques sur un large effectif de patients d'une consultation mémoire [1]. L'analyse statistique a permis de sélectionner les sous-items du test Mini Mental State Examination de Folstein [95] et un test de l'horloge simplifié qui permettaient la meilleure discrimination pour le diagnostic de démence selon les critères du guide DSM-IV. Les items ainsi sélectionnés ont été combinés pour obtenir un arbre de décision à 2 étapes : rappel différé de 3 mots du MMSE et test de l'horloge simplifié pour la 1<sup>ère</sup> étape ; orientation

temporo-spatiale du MMSE pour la 2<sup>ème</sup> étape. Le test est considéré comme normal si les deux premiers items sont réussis et il est considéré comme anormal si les deux premiers items ne le sont pas. Si un des deux premiers items est réussi et l'autre non, le patient effectue alors la deuxième étape du test : l'item « orientation ». Si ce dernier est réussi, le CODEX est considéré comme normal et s'il n'est pas réussi, le CODEX est considéré comme anormal. L'arbre de décision du CODEX conduit ainsi à 4 catégories diagnostiques (test normal dès la 1<sup>ère</sup> étape ou grâce à l'orientation et test anormal dès la 1<sup>ère</sup> étape ou non rattrapé par la 2<sup>ème</sup> étape avec l'item d'orientation) [Annexe H]. La sensibilité de ce test est similaire à celle du MMSE (92 % et 91 %) et sa spécificité est significativement plus élevée (85 % au lieu de 70 % pour le MMSE) [11]. En outre, le test MMSE est plus long et sa passation dure environ 15 minutes chez les sujets âgés. Son interprétation est plus complexe et doit tenir compte du niveau d'éducation du patient. Le CODEX représente donc une alternative intéressante au test MMSE pour détecter les démences du sujet âgé.

En outre, le CODEX détecte les démences en général et pas seulement la maladie d'Alzheimer comme c'est le cas pour d'autres tests brefs tels que le test des 5 mots ou le test Memory Impairment Screen (MIS) [2]. Les auteurs du CODEX rapportent que le Mini-cog est un test similaire au CODEX mais qu'il comporte un test de l'horloge plus complexe, et sa sensibilité pour le diagnostic de démence semble très inférieure au CODEX (76 %).

Le MoCA est également un outil de détection rapide (moins de 10 minutes) des Mild Cognitive Impairment (MCI). Les auteurs du MoCA expliquent que des difficultés à détecter les démences précoces grâce au MMSE ont été rapportées. De nombreuses personnes relevant des critères diagnostiques du MCI ont obtenu 26 ou plus au MMSE, ce qui les situait dans le rang des personnes âgées normales. Les cliniciens n'avaient donc pas de bons outils diagnostiquant les MCI. Une 1<sup>ère</sup> version du MoCA a été testée puis les items les moins discriminants ont été ôtés. La version finale teste huit domaines cognitifs que nous détaillerons dans notre étude pratique. L'analyse des items a révélé une bonne discrimination entre les 3 groupes diagnostiqués au préalable « sujets normaux », « sujets MCI » et « sujets DTA » ; les sujets DTA obtenant les moins bonnes performances, suivis par les sujets MCI.

Le trail making test, la copie du cube, le dessin de l'horloge, la dénomination, le rappel différé de mots, la fluence phonémique, l'abstraction et l'orientation sont les items qui étaient discriminants entre les participants Alzheimer par rapport aux MCI et aux sujets contrôles. L'empan de chiffres, l'attention soutenue et la tâche de calcul de séries de soustractions, qui sont des items

testant les processus attentionnels, ont largement été préservés dans l'échantillon de MCI et n'ont pas été discriminants entre les participants MCI et les sujets contrôles.

Les sujets MCI et Alzheimer ont eu tous deux de mauvaises performances à l'épreuve de répétition de phrases. L'item de rappel différé a été le plus échoué pour les sujets MCI. Finalement, toutes les épreuves ont discriminé au moins deux groupes un à un et la majorité des épreuves ont même été discriminantes pour les 3 groupes entre eux.

Le score moyen du groupe MCI a atteint le score normal au MMSE alors que le score était pathologique pour le MoCA. A l'inverse, peu de participants MCI et aucun patient Alzheimer n'atteint le score normal au MoCA.

La sensibilité du MoCA pour détecter les démences précoces est excellente (90 %), beaucoup plus que la sensibilité du MMSE. La meilleure sensibilité du MoCA par rapport au MMSE pour détecter les MCI s'explique par un plus grand nombre de mots à mémoriser, un plus grand nombre de processus d'apprentissage et un plus grand délai de rappel que le MMSE. De plus, les fonctions exécutives, le plus haut niveau d'habileté de langage requis et les processus visuo-spatiaux complexes peuvent aussi être légèrement altérés chez les MCI ; or ils sont évalués dans le MoCA grâce à des tâches plus nombreuses et plus exigeantes par rapport au MMSE.

En 2005, il n'y avait pas d'outil de dépistage des démences précoces rapide et fiable pour distinguer les sujets MCI des sujets contrôle ; le Short Test of Mental State (STMS), Memory Impairment Screen (MIS) et le 7-Minute Screen ont en effet été évalué uniquement pour les démences. Une étude a prouvé que ni le STMS ni le MMSE ne peuvent être utilisés seuls pour diagnostiquer un MCI ou même une démence [18]. Le Cognitive Capacity Screening Examination a une sensibilité de 74,3 % pour détecter les MCI et combiné au MMSE il atteint 83 % de sensibilité ce qui reste plus faible que le MoCA avec une passation en outre beaucoup plus longue. Le Dem Tec est utile pour discriminer les sujets contrôle, des MCI et des DTA mais il teste 2 domaines cognitifs de moins que le MoCA et sa sensibilité est plus faible de 10 % pour détecter les MCI par rapport à la sensibilité du MoCA.

Ainsi, à la lecture des études publiées, il est surprenant de constater qu'il n'existe pas d'évaluation cognitive adaptée à la population âgée devenue sourde.



En résumé, un lien a été prouvé entre une perte auditive supérieure à 25 dB à partir de 60 ans et la réduction des performances cognitives, l'âge cognitif étant alors plus élevé de 6,8 ans que l'âge réel du patient [73]. En outre, il a été montré que le risque de développer une démence augmente proportionnellement au niveau de surdité [74]. Dans la mesure où notre population d'étude présente une surdité sévère à profonde, cela multiplie en effet par cinq le risque de développer une démence par épuisement des ressources cognitives dû à une surconsommation des ressources attentionnelles, pour comprendre la parole malgré la surdité. D'autre part, d'après les préconisations de la HAS, le déficit cognitif doit être évalué avant l'implantation cochléaire chez la personne âgée. Dans ce contexte, l'intérêt d'évaluer les patients sourds âgés lors du bilan pré-implantation apparaît donc évident.

Dans le service d'otologie, d'implantologie et de chirurgie de la base du crâne du Pr Sterkers à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, une évaluation cognitive est déjà réalisée avec le CODEX. Or il est apparu que nombre de patients détectés à risque de développer une démence n'en ont pas développé. Cela pose question : le CODEX est-il suffisamment adapté aux spécificités cognitives des patients sourds ?

Dans la présente étude, nous nous demandons donc comment évaluer de façon rapide et pertinente les performances cognitives des adultes devenus sourds, candidats à l'implantation cochléaire. Dans la mesure où la littérature a montré un lien entre le seuil d'audition et le déclin des performances des fonctions exécutives [52], le test MoCA nous est apparu pertinent. D'une part, ce test est composé d'items similaires au CODEX : il peut donc être pleinement comparable au CODEX. D'autre part, le MoCA, composé d'items supplémentaires plus variés que le CODEX, évalue davantage de fonctions cognitives et permet surtout une évaluation plus approfondie des fonctions exécutives.

L'objectif de notre étude est de comparer et d'adapter les tests cognitifs de screening CODEX et MoCA à une population de patients adultes présentant une surdité évolutive post-linguale. Il s'agit d'une part d'étudier la faisabilité de l'adaptation de ces deux tests auprès de nos patients sourds et d'autre part de mettre en évidence les sous-épreuves les plus sensibles et les plus spécifiques au dépistage de troubles cognitifs légers ou de démences précoces. Notre étude vise ainsi à établir de façon rapide et pertinente le profil cognitif de chacun des patients lors du bilan pré-implant et a également pour ambition de contribuer à la mise en place précoce d'une rééducation auditivo-cognitive ciblée et adaptée au profil cognitif du patient.

En outre, s'il a été montré dans la littérature que la déficience auditive peut avoir un impact sur les performances cognitives ([73] [74] [75] [76] [78] [52] [53] et [54]), il a aussi été montré que la réhabilitation peut modifier l'évolution, le nombre de patients ayant des tests cognitifs anormaux avant l'implantation diminuant de façon très importante douze mois après l'implantation [86]. Notre étude ne représente donc pas seulement une étude de faisabilité, d'adaptabilité et de comparaison des tests cognitif CODEX et MoCA en bilan pré-implant mais représente aussi la première partie d'une étude plus large visant à comparer les performances cognitives des patients aux tests CODEX et MoCA avant et après l'implantation cochléaire. Cette comparaison pré-post implantation a pour but de prendre en compte dans nos tests le poids de la baisse des performances cognitives secondaires à la surdité et d'anticiper l'amélioration de ces performances cognitives grâce à l'implantation cochléaire.

A terme, il s'agira alors de sélectionner le test le plus adapté aux spécificités cognitives des patients sourds, d'effectuer un étalonnage de ce test pour la population sourde, voire de créer un nouveau test étalonné et adapté aux particularités cognitives des patients sourds.

### **Hypothèse 1 :**

De nombreuses études citées dans la revue de littérature ont établi un lien entre les seuils auditifs et les performances cognitives. On peut se demander s'il existe un lien entre les seuils auditifs, la durée de surdité profonde et les performances auditivo-verbales dans le silence et dans le bruit à certains tests audiométriques et orthophoniques et les questionnaires de qualité de vie ERSA et APHAB, avec les performances cognitives aux deux tests de notre étude, le CODEX et le MoCA.

Nous émettons alors l'hypothèse qu'il existe une corrélation entre les seuils auditifs, la durée de surdité profonde, les performances auditivo-verbales aux listes Lafon, Fournier, MBAA et aux tests de qualité de vie ERSA et APHAB, avec les performances cognitives au MoCA.

### **Hypothèse 2 :**

Concernant les facteurs non liés à la surdité mais pouvant influencer les performances cognitives, les études relevées dans la revue de littérature ont établi un lien entre l'augmentation de l'âge et le risque de développer une démence. Néanmoins, les auteurs de l'étude de validation du MoCA n'ont pas retrouvé de corrélation entre l'âge et les performances au MoCA chez la population contrôle normo-entendante. Nous posons donc l'hypothèse qu'il n'existe pas de corrélation entre l'âge et les performances cognitives au MoCA pour notre population d'étude.

Par ailleurs, le test MoCA attribue un point de bonus aux sujets ayant effectué une scolarité d'une durée inférieure ou égale à douze ans. Nous posons donc l'hypothèse qu'il n'existe pas non plus de corrélation entre le niveau d'étude, la catégorie socioprofessionnelle et les résultats obtenus au MoCA, dans la mesure où le point de bonification régularise cette différence.

**Hypothèse 3 :**

Les données rapportées dans les études de validation montrent que le test MoCA est plus sensible et plus spécifique que le CODEX pour détecter les démences.

Nous émettons ainsi l'hypothèse que le MoCA est plus informatif que le CODEX concernant le profil cognitif des patients sourds.

**Hypothèse 4 :**

Les études ont révélé un lien entre le seuil d'audition et la baisse des performances concernant les fonctions exécutives, la mémoire de travail, la mémoire épisodique, l'attention auditive et l'effet de complexité syntaxique.

Nous supposons alors que certains items du MoCA pourraient être plus significativement échoués que d'autres par les patients sourds.

# **PARTIE PRATIQUE**

# I - METHODOLOGIE

## I] Etude d'adaptation et de comparaison du CODEX et du MoCA

### 1) Critères d'inclusion et d'exclusion de notre population d'étude

Les participants, tous volontaires, ont répondu aux critères d'inclusion de notre étude soit :

- être âgé de plus de 18 ans - être francophone
- présenter une surdité neurosensorielle acquise post-linguale sévère à profonde
- être candidat à l'implantation cochléaire
- ne pas présenter d'antécédents de troubles neurologiques ou psychiatriques
- ne pas avoir de déficit visuel.

Les patients nous ont été proposés dans l'Unité "Otologie, Implants Auditifs et Chirurgie de la Base du Crâne", du Pr. O. Sterkers, au sein du Groupe Hospitalier Pitié-Salpêtrière, AP-HP (anciennement à l'hôpital Beaujon, Clichy, AP-HP).

Toutes les personnes ayant participé à l'étude ont reçu une lettre d'information et ont signé un recueil de consentement en double exemplaire [Annexe A].

### 2) Répartition de notre population d'étude

#### 1. Selon l'âge et le sexe

Notre population d'étude est composée de 40 patients (21 femmes et 19 hommes), âgés de 22 à 88 ans, avec une moyenne d'âge de 61 ans et une médiane à 64 ans.

#### 2. Selon le niveau d'étude et la catégorie socioprofessionnelle

Concernant le niveau d'étude : Nous avons réparti nos patients en quatre niveaux selon la durée de leur scolarité, en s'appuyant sur le fait qu'au test MOCA, un point supplémentaire est attribué aux patients dont la scolarité est inférieure à 12 ans.

Nombre d'années de scolarité à partir de l'âge de 6 ans.	$\leq 12$		$> 12$	
	24		16	
Nombre d'années de scolarité à partir de l'âge de 6 ans (niveau d'études).	9 (niveau 0)	12 (niveau 1)	13 à 17 (niveau 2)	$> 17$ (niveau 3)
	9	15	11	5

Concernant la catégorie socioprofessionnelle : Nous avons réparti notre population d'étude en 7 catégories socioprofessionnelles (CSP) en nous inspirant de la nomenclature des Professions et Catégories Socioprofessionnelles l'INSEE, et en changeant la numérotation afin de prendre en considération la profession antérieure de notre population composée de nombreux retraités.

	Actifs				Retraités		
% de patients	62,5 %				37,5 %		
CSP	0 Sans emploi/ étudiant	1 Ouvrier ou employé	2 Profession intermédiaire	3 Cadre	4 Retraité de la CSP 1	5 Retraité de la CSP 2	6 Retraité de la CSP 3
% de patients	10 %	30 %	17,5 %	5 %	22,5 %	4,5 %	10

### 3. Selon la durée de surdité profonde, les seuils tonals et l'étiologie

La durée de surdité profonde est très hétérogène : elle varie de quelques mois à 22 ans, avec une moyenne de 4,4 ans  $\pm$  5,5 ans et une médiane de 3 ans.

Les moins bons seuils tonals sont très hétérogènes : ils varient de 67,5 dB à 120 dB quelle que soit l'oreille.

Les étiologies des surdités sont très variées avec une prédominance de surdités bilatérales évolutives d'origine inconnue (45 %). [Annexe B]

### 4. Selon les performances verbales obtenues aux différents tests du bilan orthophonique et les résultats obtenus aux questionnaires de qualité de vie ERSA et APHAB

- discrimination des mots au test de Fournier avec les 2 prothèses seules ; avec les 2 prothèses et la lecture labiale ; avec lecture labiale seule.
- discrimination des phonèmes au test de Lafon avec les 2 prothèses seules ; avec les 2 prothèses et la lecture labiale ; avec lecture labiale seule.
- discrimination des mots au test de phrases MMBA dans le silence avec les 2 prothèses seules ; avec les 2 prothèses et la lecture labiale ; avec lecture labiale seule.
- résultats obtenus aux questionnaires de qualité de vie ERSA et APHAB

[Annexe C]

### 5. Selon les résultats obtenus aux tests cognitifs CODEX et MoCA :

[Annexe D]

## II] Matériel

### 1) Choix et présentation du matériel : les tests cognitifs CODEX et MoCA

Le test CODEX, validé en 2006, est disponible gratuitement sur internet à l'adresse [www.testcodex.org](http://www.testcodex.org).

La dernière version du test MoCA, validée en 2004, est diffusée gratuitement sur internet à l'adresse [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org).

Ces tests cognitifs permettent de déterminer l'atteinte ou non d'une ou plusieurs composantes mnésiques ou des fonctions exécutives dans la modalité audiovisuelle afin de dépister les démences et risques de démence.

#### *1. Répartition de la population contrôle*

Le CODEX a été normalisé auprès de 323 sujets de 6 consultations mémoire :

-130 sujets ayant eu un test normal pour 11 % d'entre eux répondant aux critères de démence du DSM-IV.

-193 sujets ayant eu un test anormal pour 90 % d'entre eux répondant aux critères de démence du DSM-IV.

Le MoCA a été normalisé auprès de 277 sujets répartis selon leur degré d'atteinte cognitive :

- 90 sujets normo-contrôles ayant obtenu un score moyen supérieur ou égal à 26 points (test normal)

- 94 patients MCI ayant obtenu un score moyen inférieur à 26 points (test anormal)

- 93 patients DTA ayant obtenu un score inférieur à 26 points (test anormal)

#### *2. Procédure de passation des tests cognitifs*

Les épreuves du CODEX et du MoCA ont été adaptées à la population sourde. Afin que tous les patients puissent comprendre les consignes et réaliser les épreuves quel que soit leur niveau de perception auditive, les consignes ont toutes été présentées par écrit. De même, les épreuves habituellement présentées en modalité auditive ont été présentées en modalité visuelle grâce à un diaporama.

L'ordre et la durée d'apparition et d'affichage des chiffres, lettres, mots et phrases du diaporama simulent en effet l'ordre, le débit et les pauses que l'examinateur aurait produits en faisant passer le test en modalité auditive.

Le CODEX a toujours été présenté avant le MoCA. Les épreuves du MoCA n'ont pas été présentées systématiquement dans un ordre identique car le rappel différé des 5 mots doit être effectué exactement 5 minutes après l'encodage, ce qui peut nécessiter de modifier l'ordre de passation des dernières épreuves.

Il n'y a pas eu d'épreuve préliminaire pour que le test ait pu être proposé. Tous les participants de l'étude étaient des sujets candidats à l'implantation cochléaire. Les épreuves ont été réalisées à différents moments de la journée le jour du bilan pré-implant avant toute autre épreuve afin d'éviter une fatigabilité cognitive.

Les tests ont eu lieu dans une pièce calme afin d'éviter toute interférence attentionnelle. Pour toutes les épreuves, les sujets ont été placés face à l'examineur et face à l'écran de l'ordinateur.

Chaque personne a été testée individuellement, sur une durée moyenne de 20 minutes.

Les passations ont toutes été effectuées entre le mois de septembre 2013 et le mois de mars 2014.

Les sujets de notre échantillon sont domiciliés dans toute la France.

Ce protocole a été réalisé à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière.

### *3. Epreuves du CODEX*

Encodage des 3 mots : On demande au sujet de mémoriser trois mots. Le sujet voit successivement apparaître chaque mot pendant deux secondes sur le diaporama et doit répéter les trois mots dans n'importe quel ordre à la fin de la présentation.

Horloge simplifiée : On demande au sujet de représenter les nombres que l'on voit sur le cadran d'une montre (sans modèle) sur une feuille de papier sur laquelle est imprimé un cercle de 10 centimètres de diamètre environ. Une fois cette étape effectuée, on lui demande de dessiner les aiguilles pour représenter 14h25.

Rappel des 3 mots : Après le test de l'horloge, on demande à la personne de rappeler les trois mots.

On applique l'arbre de décision du CODEX : le test est terminé si les précédentes tâches sont toutes les deux réussies (CODEX normal) ou échouées (CODEX anormal). En revanche, si l'une des deux tâches est anormale, le test continue avec 5 questions d'orientation spatiale. Chaque bonne réponse vaut 1 point. Si le total = 4 ou 5, le CODEX est normal. Si le total est inférieur ou égal à 3, le CODEX est anormal.



#### 4. *Epreuves du MOCA*

**Epreuves visuo-spatiales et exécutives** (épreuves sur papier à réaliser avec un scripteur) :

Alternance conceptuelle (Trail Making Test) : On demande au sujet de tracer une ligne en alternant d'un chiffre à une lettre, tout en respectant l'ordre chronologique et l'ordre de l'alphabet.

Capacités visuo-constructives (Cube) : On demande au sujet de copier le cube le plus précisément possible.

Capacités visuo-constructives (Horloge) :

On demande au sujet de dessiner une horloge en plaçant tous les chiffres et en indiquant l'heure à 11h10.

#### **Epreuves de mémoire et langage**

Dénomination :

On demande au sujet de nommer chacun des animaux, de la gauche vers la droite.

Mémoire :

On demande au sujet de mémoriser cinq mots. Le sujet voit successivement apparaître chaque mot pendant deux secondes sur le diaporama et doit répéter le plus de mots possible dans n'importe quel ordre à la fin de la présentation.

On réalise cette étape une seconde fois et on précise au sujet qu'il devra retenir ces mots pour les redire à la fin du test.

Après les deux répétitions, on enclenche le chronomètre pour effectuer le rappel 5 minutes plus tard précisément.

Attention : (Empan numérique)

Sur le diaporama, on montre une séquence de 5 chiffres à un rythme de 1 chiffre par seconde ; le patient doit répéter ces chiffres dans le même ordre que la présentation.

On montre ensuite une séquence de 3 chiffres à un rythme de 1 chiffre par seconde que le patient doit répéter dans l'ordre inverse de la présentation.

Concentration :

Sur le diaporama, des lettres apparaissent à un rythme de 1 lettre par seconde. On demande au sujet de taper de la main uniquement lorsqu'il voit apparaître la lettre A.

### Calcul en série :

Par une consigne écrite, on demande au sujet de calculer  $100 - 7$ , et ensuite de continuer de soustraire 7 de la réponse, jusqu'à ce qu'on lui demande d'arrêter. L'examineur ne doit pas intervenir pendant les calculs intermédiaires.

### Répétition de phrases :

Sur le diaporama, des groupes de mots apparaissent successivement pour former une phrase que le patient doit répéter.

Selon le même procédé, le sujet doit répéter une seconde phrase.

### Fluidité verbale :

Par une consigne écrite, on demande au sujet de dire le plus de mots possible qui débutent par la lettre « f » pendant une minute. On lui précise qu'il peut dire n'importe quelle sorte de mot, sauf les noms propres, les chiffres, les conjugaisons de verbe (e.g. mange, mangerons, mangez) et les mots de même famille (e.g. pomme, pommette, pommier).

Il s'agit de noter tous les mots (même les répétitions). Il est possible de faire une accolade toutes les 15 secondes afin d'obtenir des informations cliniques sur l'organisation du lexique mental.

### Similitudes :

Par une consigne écrite, on demande au sujet de donner le point commun entre deux items présentés. Il s'agit de commencer par l'exemple : « En quoi une orange et une banane sont-elles semblables ? ».

→ Si le sujet fournit une réponse concrète, l'examineur demande à une seule autre reprise : « Donnez-moi une autre raison pour laquelle une orange et une banane se ressemblent ».

→ Si le sujet ne donne pas la bonne réponse, on lui précise : « elles sont toutes les deux des fruits ».

On demande ensuite en quoi un train et une bicyclette se ressemblent et en quoi une montre et une règle se ressemblent.

### Rappel différé (après 5 min)

On demande au sujet de rappeler les 5 mots qui lui ont été présentés cinq minutes auparavant.

Optionnel : Pour les mots non rappelés spontanément par le sujet, l'examineur fournit un indice catégoriel (sémantique). Ensuite, pour les mots non rappelés par le sujet malgré l'indice

sémantique, l'examineur fournit un choix de réponses et le sujet doit alors identifier le mot approprié.

### Orientation :

Par écrit, on demande au sujet de donner la date précise du jour et le lieu précis où nous nous trouvons.

## **2) Autres tests et questionnaires du bilan pré-implant**

### *1. Questionnaire de qualité de vie ERSA (Evaluation du Retentissement de la Surdité chez l'Adulte) [Annexe K]*

Le patient s'auto-évalue en répondant aux questions à propos de sa qualité de vie en général, sa vie personnelle, sa vie sociale et sa vie professionnelle.

Chacun de ces quatre domaines comprend cinq questions, notées de 1 à 10, soit un score global noté sur 200 pour les actifs et 150 pour les inactifs. La formulation des questions est telle que les patients doivent se référer à leur vécu actuel de la surdité, sans aucune référence à leur situation antérieure. ERSA a été validé auprès de 121 patients candidats à l'implantation cochléaire et 36 patients implantés depuis 6 à 12 mois. Les résultats de l'ERSA ont été corrélés à ceux de l'APHAB (Abreviated Profile of Hearing Aid Benefit : patients non encore implantés) ou du GBI (Glasgow Benefit Inventory : patients implantés) ainsi qu'aux performances du bilan orthophonique.

La cohérence interne et la validité par rapport à l'APHAB et aux tests orthophoniques ont été mesurés chez 122 patients candidats à l'implantation cochléaire. La fiabilité test-retest et la sensibilité au changement par rapport au GBI ou aux tests orthophoniques ont été mesurés chez 36 patients implantés avec un délai de 6   12 mois.

### *2. Listes cochléaires de Lafon [Annexe J]*

Il s'agit de listes de 17 mots phonétiquement équilibrés comportant 3 phonèmes chacun. On considère que chaque liste comprend 50 phonèmes. On compte le nombre de phonèmes non perçus ou erronés. La principale fonction auditive étudiée est l'identification phonétique et le phonème est l'unité d'erreur. Le patient doit répéter immédiatement le mot, ce qui réduit le phénomène de suppléance mentale. Les patients sont testés sur la répétition de 2 listes, l'une avec lecture labiale, l'autre sans.

### *3. Listes dissyllabiques de Fournier [Annexe J]*

Il s'agit de listes de 10 mots dissyllabiques. La fonction auditive étudiée est l'intelligibilité et le mot est l'unité d'erreur. L'influence sémantique est assez forte car elle facilite la compréhension par le phénomène de suppléance mentale. Les patients sont testés sur la répétition de 2 listes, l'une avec lecture labiale, l'autre sans.

### *4. Listes de phrases MMBA [Annexe J]*

Il s'agit de séries de 10 phrases. Les phrases MMBA sont l'adaptation française du protocole anglais CUNY, lui-même adapté d'un autre protocole anglais, The Everyday Sentences. Les patients sont testés sur la répétition de 2 listes, l'une avec lecture labiale, l'autre sans.

### *5. Dossier patient*

Nous avons repris les éléments du dossier du patient concernant l'anamnèse de la surdité : l'étiologie de la surdité, le type de surdité et la durée de la surdité. Nous avons également étudié les audiogrammes des patients afin de calculer les pertes auditives moyennes (PAM) de l'oreille droite et/ou gauche et les éventuels gains prothétiques.

## **II - ANALYSE DES RESULTATS**

### **I] Méthode de l'analyse statistique**

Les statistiques descriptives (pourcentages, moyennes, médianes et écart-types), ainsi que l'analyse statistique comparative ont été effectuées au moyen du logiciel Excel et du logiciel JMP pro.

Le test paramétrique t de student a été utilisé pour comparer les performances de deux groupes appariés : les patients ayant des performances normatives au test Moca ont été comparés aux patients ayant des performances pathologiques au test Moca.

Un test avec une correction de Welch a été utilisé pour l'item « orientation » car on se situait dans des limites statistiques dans la mesure où les variances entre deux groupes étaient totalement différentes malgré des scores quasi similaires. Un test de Chi2/Fisher a été utilisé pour ce même item car la significativité de 0,0456 du t de student restait surprenante. Le test de Chi2/Fisher a ainsi permis de montrer l'absence de différence entre les deux groupes dans la mesure où deux tests indépendants ont donné des résultats totalement opposés, ce permet de dire qu'il n'y a pas de différence entre ces deux groupes.

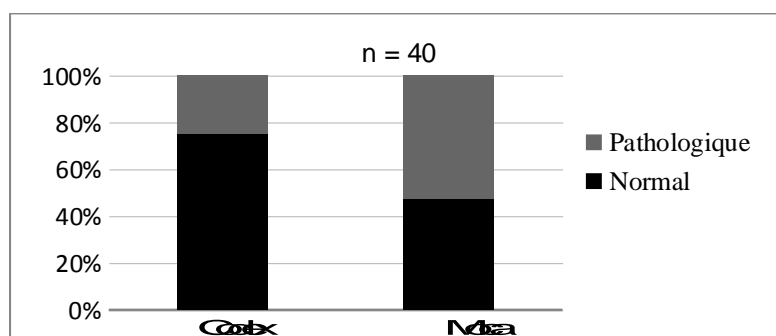
## II] Analyse statistique des résultats suivant les hypothèses posées

**Hypothèse 1 en termes opératoires :** Différents graphiques sur lesquels apparaissent des nuages de points [Annexe E] nous ont permis d'invalider notre première hypothèse.

Il n'existe pas de corrélation entre les seuils auditifs, la durée de surdité profonde, les performances auditivo-verbales dans le silence et dans le bruit aux listes Lafon, Fournier, MBAA, les tests de qualité de vie ERSA et APHAB, et les performances cognitives au MoCA.

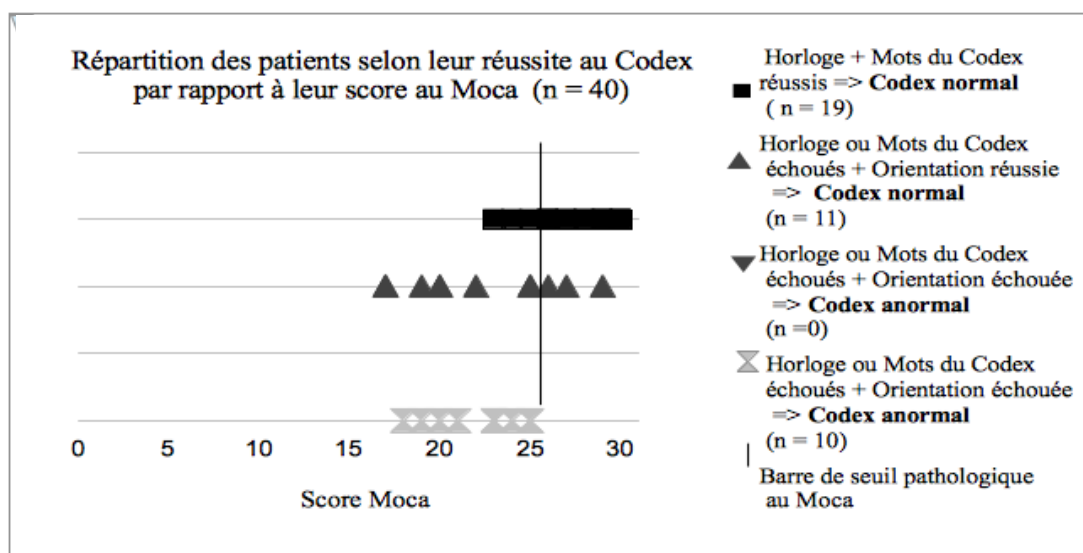
**Hypothèse 2 en termes opératoires :** D'autres graphiques sur lesquels apparaissent des nuages de points [Annexe F] nous ont permis de valider partiellement notre seconde hypothèse.

Il n'existe pas de corrélation entre l'âge des patients et leurs performances cognitives au MoCA. Il existe une faible corrélation entre le niveau d'étude et la catégorie socioprofessionnelle des patients avec les performances cognitives au MoCA.



**Hypothèse 3 en termes opératoires :** 10 patients de notre étude (25 %) ont des scores pathologiques au CODEX et 21 patients (52,5 %) au MoCA. 10 patients ont des résultats anormaux pour les deux tests. Notre population d'étude est donc davantage mise en échec par le MoCA que par le CODEX.

11 patients (27,5 %) ont eu des performances normales au CODEX mais un score pathologique au MoCA. Nous avons étudié la répartition des patients selon leurs performances aux deux tests. Sachant que les 3 épreuves composant le CODEX existent également dans le MoCA, nous avons analysé si les épreuves communes étaient échouées de la même façon dans les deux tests et dans quelle mesure les épreuves supplémentaires du MoCA ont joué un rôle.



Nous avons réparti les patients en 4 groupes en fonction de leurs performances au CODEX selon les 4 catégories diagnostiques et degrés de probabilité de démence indiqués par l'arbre décisionnel du CODEX. Parallèlement, nous avons réparti ces 4 groupes en fonction de leur score global au MoCA, et plus particulièrement en fonction du seuil de pathologie du MoCA (score pathologique  $\leq 26$ ).

Nous observons sur le graphique que tous les patients ayant des performances pathologiques au CODEX ont un score global pathologique au MoCA (n=10, soit 25 % de nos patients).

On note qu'en cas d'échec à l'une des 2 épreuves obligatoires du CODEX (horloge ou mots), les patients alors soumis à l'épreuve complémentaire d'orientation ont tous réussi cette épreuve (n=11). Par conséquent, tous les patients ayant échoué à une des deux épreuves précédentes ont des performances au CODEX dites normales du fait de leur réussite à l'item « orientation » (n=11). Néanmoins, ces patients ont majoritairement un score pathologique au MoCA (n=8, soit 72,7 % de ces patients, ce qui correspond à 20 % de l'ensemble des patients). L'épreuve d'orientation explique donc en grande partie le nombre supérieur de patients ayant un score global normal au test CODEX.

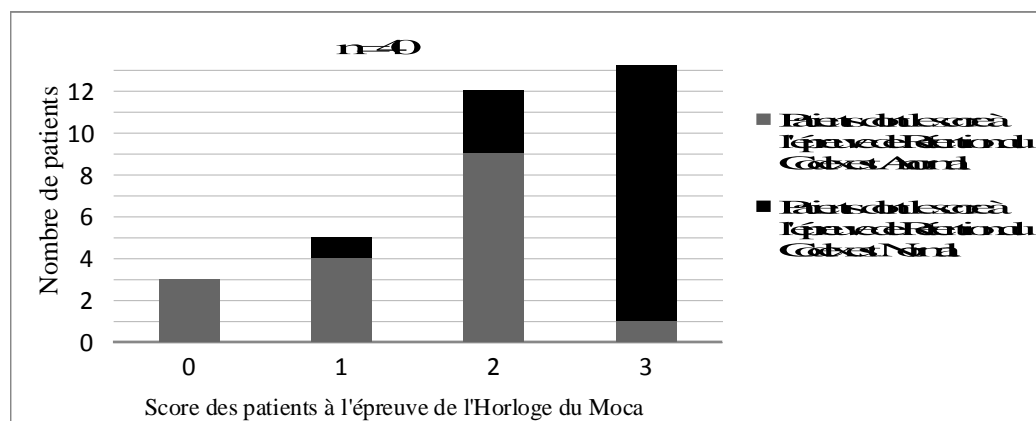
Les patients réussissant les deux épreuves obligatoires du CODEX et ayant directement un CODEX normal ont très majoritairement un score normal au MoCA (n= 16, soit 40 % de l'ensemble des patients) alors que seulement 3 patients (7,5 %) ont un MoCA anormal.

La différence de 27,5 % de patients détectés pathologiques entre les deux tests s'explique à 72,5% par le poids de l'épreuve d'orientation dans le CODEX qui rattrape 20 % des patients.

Ainsi, même si les deux tests sont différents et ne testent pas exactement les mêmes fonctions, ils sont constitués de 3 items communs : les items « horloge » et « rappel » sont bien corrélés.

### *Comparaison des épreuves communes aux deux tests*

#### *Items « Horloge » :*



16 patients (40 %) ont eu un résultat normal au test de l'horloge du CODEX et 14 patients (30 %) ont obtenu le maximum de points au test de l'horloge du MoCA.

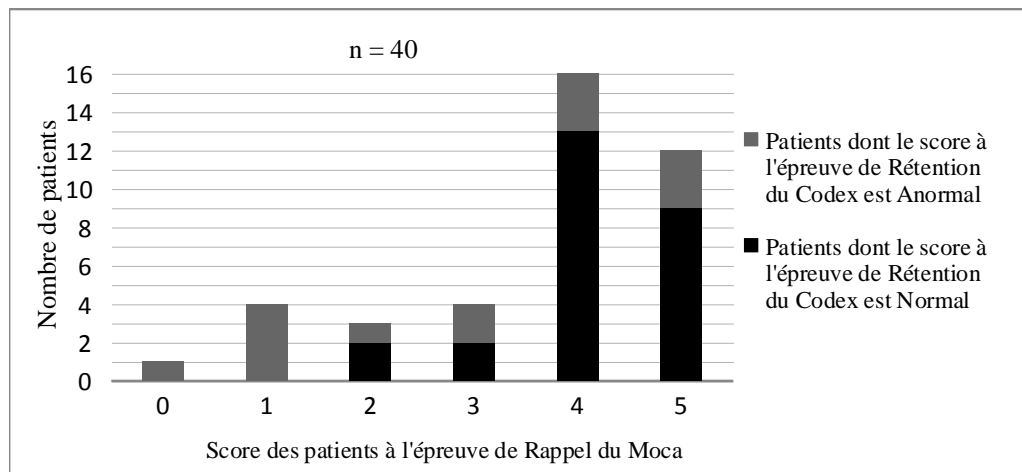
L'horloge du Moca est donc légèrement moins bien réussie que l'horloge du Codex.

Il est attendu que les patients réussissant l'horloge du Codex obtiennent les 3 points à l'horloge du MoCA dans la mesure où la cotation du Codex est binaire (l'horloge est anormale dès lors qu'un seul des critères est chuté). On constate que cela concerne en effet 75 % (n=12/16) de ces patients.

Il est attendu que les patients ayant échoué à l'horloge du Codex n'obtiennent pas les 3 points de l'horloge du MoCA : cela concerne effectivement 94 % de ces patients (n = 16/17).

20 % des patients (4/20) ayant seulement 1 ou 2 points à l'horloge du MoCA ont une horloge normale au CODEX. Ce résultat ainsi que les 10 % de différence de réussite observés entre les deux horloges des deux tests, peut être expliqué par la différence de consignes et de critères de cotation entre les deux tests pour cet item.

#### *Items « rappel de mots » :*



65 % des patients (n=26/40) ont réussi l'épreuve de rappel de mots au CODEX et 30 % des patients (n= 12/40) ont obtenu le maximum de points à cette épreuve dans le MoCA.

L'épreuve de rappel de mots du test MoCA est donc légèrement moins bien réussie que celle du Codex en termes de maximum de points.

#### Patients dont le score à l'épreuve des 3 mots du CODEX est normal

Il est attendu que les patients ayant répété 3, 4 ou 5 mots au MoCA puissent répéter les 3 mots du CODEX.

On observe ici que la grande majorité des patients dont cet item est normal au CODEX (n= 24/26 patients, soit 92 %) ont répété 3, 4 ou 5 mots au MoCA.

Seuls 2 patients font néanmoins exception en n'ayant répété que 2 mots au MoCA malgré un rappel normal au CODEX.

#### Patients dont le score à l'épreuve des 3 mots du CODEX est anormal

Il est attendu que les patients n'ayant pas réussi l'épreuve des 3 mots du CODEX ne répètent que 0, 1 ou 2 mots à l'épreuve du MoCA ; or ce n'est le cas que pour 43 % des patients (n=6/14).

En revanche, il n'est pas attendu que les patients dont l'item de rappel de mots du CODEX est anormal puissent répéter 3,4 ou 5 mots à cet item du MoCA, or ils représentent 57 % des patients dont le CODEX est anormal (n=8/14). Ceci peut être expliqué par un recrutement attentionnel étant donné que dans notre protocole le Codex a été proposé avant le MoCA. On peut également imputer ce résultat à la répétition de l'encodage (proposé deux fois au MoCA), qui semble aider les patients même si le délai de rappel au MoCA est plus long qu'au Codex.



### Items « orientation » :

Au MoCA, tous les patients ont obtenu la note maximale sauf cinq qui ont obtenu 5/6. Cette épreuve est réussie à 98 %.

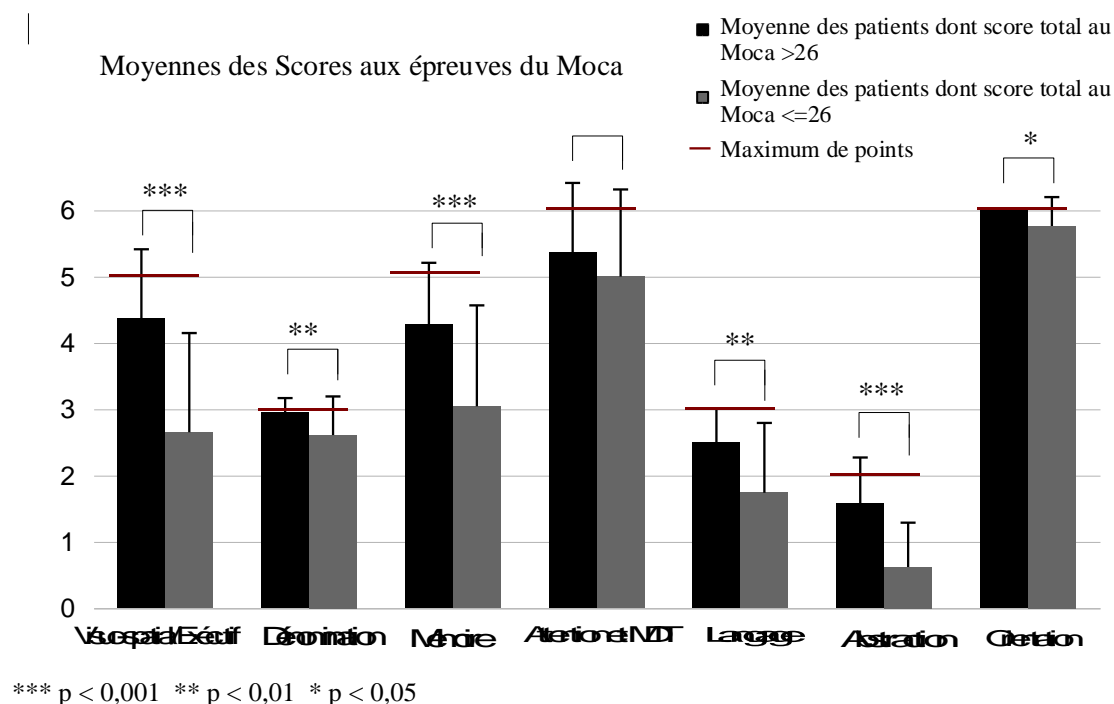
Au Codex, 100 % des patients qui ont dû passer cette épreuve l'ont réussie. Néanmoins on ne peut pas comparer totalement cette épreuve commune aux deux tests dans la mesure où, dans le Codex, cette épreuve n'a pas été soumise aux patients ayant réussi ou échoué aux deux épreuves obligatoires du Codex.

Ainsi, cette épreuve est largement réussie dans les deux tests par notre population d'étude. Elle n'est donc pas discriminante pour les patients sourds.

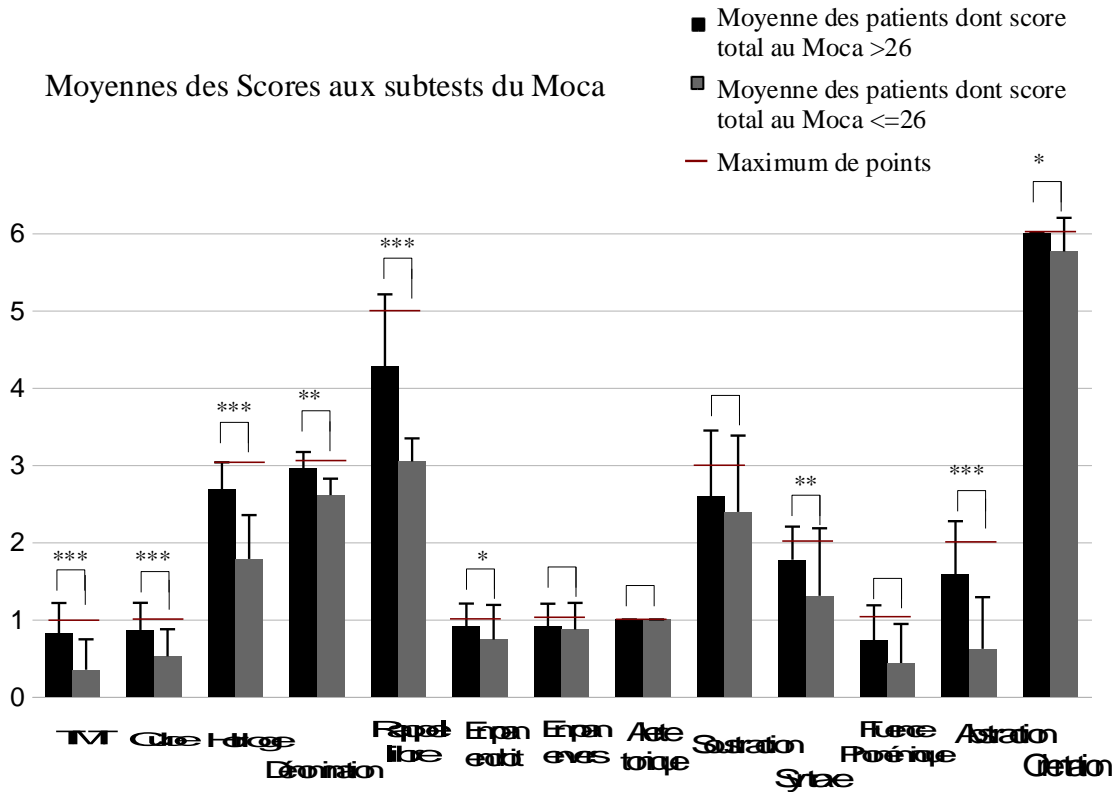
Parmi les 3 items communs aux deux tests (« horloge », « rappel de mots » et « orientation »), l'horloge et le rappel de mots sont plus difficiles en termes de maximum de points dans le MoCA. En effet même si le CODEX adopte une cotation binaire, les patients qui réussissent ces deux items au CODEX sont plus nombreux que ceux qui obtiennent le maximum de points à ces deux mêmes items au MoCA.

L'orientation est réussie de la même façon dans les deux tests, pour autant elle n'a pas le même impact sur le score global des deux tests.

### Hypothèse 4 en termes opératoires :



## Moyennes des Scores aux subtests du Moca



\*\*\* p < 0,001 \*\* p < 0,01 \* p < 0,05

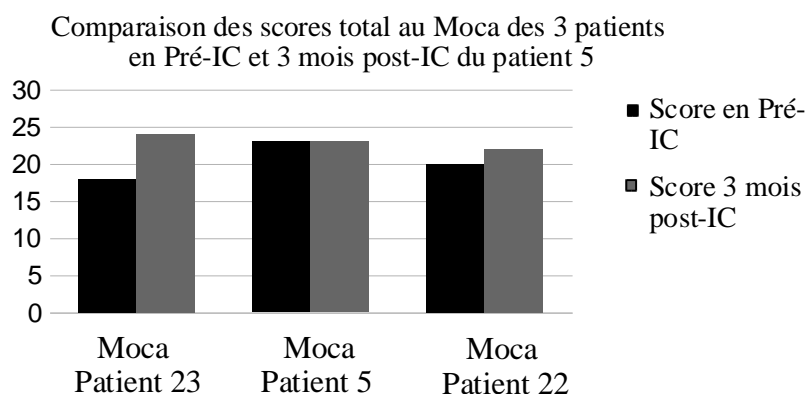
Certains items du test MoCA sont significativement chutés. Les épreuves du MoCA les moins bien réussies – dans la mesure où elles concernent de façon significative les patients ayant un score pathologique au MoCA – sont celles testant les fonctions exécutives (p< 0,0001) - horloge (p< 0,0001), TMT (p<0,0001), cube (p< 0,0003), catégorisation (p< 0,0001) - et la mémoire épisodique (épreuve de rappel (p< 0,0001)). L’item « syntaxe », testant l’effet de complexité syntaxique (p<0,0082) ainsi que l’item dénomination (p<0,064) sont moins discriminants que les fonctions exécutives et la mémoire épisodique. Les items testant la mémoire de travail ne s’avèrent pas discriminants (empan envers p< 0,1727 ; soustraction p< 0,2645) de même que l’item testant la mémoire à court terme (empan endroit p< 0,0274) ainsi que la fluence phonémique (p< 0,0958) et l’orientation temporo-spatiale (p< 0,0106).

L’épreuve testant l’attention auditive a dû être transformée en une épreuve testant l’attention visuelle : cette dernière s’est révélée saturée (p< 0,1200).

Concernant la fluence phonémique, il convient néanmoins de noter que cette épreuve est autant chutée que les autres épreuves exécutives mais que cela touche autant les patients dont le score total est normal que pathologique.

Ainsi, ces résultats indiquent l'existence d'un profil cognitif différent pour les sujets présentant une presbyacousie par rapport aux normo-entendants, le MoCA ayant été étalonné sur 90 sujets contrôles normo-entendants d'âge moyen  $72,84 \pm 7,03$  ans.

**ETUDE DE CAS : Bilan d'évolution à 3 mois post-implantation de 3 patients ayant eu des performances particulièrement pathologiques aux CODEX et MoCA.**



Les trois patients sélectionnés ont des résultats au MoCA soit similaires soit améliorés trois mois après l'implantation. Au CODEX, deux patients ont des résultats identiques (ils ont toujours un CODEX pathologique) mais le patient 22 a vu ses performances au CODEX passer de pathologiques à normales grâce à la réussite de l'épreuve de rappel des 3 mots et de l'épreuve d'orientation.

Le patient 5 a réalisé exactement les mêmes performances que lors du bilan pré-implant.

Le patient 22 a gagné 2 points grâce aux items de l'horloge, de rappel et de syntaxe mais a perdu 1 point à l'empan envers.

Le patient 23 a gagné 6 points grâce aux items de l'horloge (2 points), de rappel (2 points), de syntaxe (2 points), de soustraction et d'orientation mais a perdu 1 point au TMT et à l'abstraction.

Malgré l'hétérogénéité des performances, les items de l'horloge, du rappel et de la syntaxe sont améliorés par deux patients. Le fait que les deux patients ayant augmenté leur performance ont une amélioration commune uniquement à ces items est intéressant dans la mesure où ces items font partie des items discriminants entre un score pathologique et un score normal au MoCA, l'épreuve de syntaxe étant légèrement discriminante, et les épreuves de l'horloge et du rappel étant très discriminants et constituant de plus les épreuves principales du CODEX. [Annexe G].

### III. DISCUSSION

#### I] Validation/invalidation des hypothèses de travail et confrontation aux données de la littérature

##### Hypothèse 1 :

L'absence de corrélation entre la durée de surdité profonde et les performances cognitives au test MoCA n'est pas en accord avec l'étude de Budenz (2011) [20], qui tend à prouver un lien entre ces deux facteurs. De même, l'article de Lazard [66] indique que la durée de privation auditive sévère à profonde, l'âge de l'implantation ainsi que l'âge du début de la sévérité sévère à profonde sont des facteurs prédictifs majeurs concernant le bénéfice auditif attendu avec l'implant cochléaire. Néanmoins, si ces trois facteurs individuels sont hautement significatifs du point de vue statistique, la proportion de la variance de la population représentée par ces facteurs s'avère faible (21% en 1996 et 10% en 2012). On constate par ailleurs que l'importance de la durée de surdité sévère à profonde a beaucoup diminué entre l'étude effectuée en 1996 et l'étude de 2012 ayant suivi le même protocole. Les auteurs posent l'hypothèse que l'effet négatif de la durée de privation auditive sévère à profonde a pu être réduit par une plus grande utilisation d'aides auditives [66]. Dans notre étude, nous avons également été confronté à cette notion de bénéfice relatif apporté par les appareils auditifs, certains patients ayant un bon bénéfice, d'autres un bénéfice moindre ou nul. Finalement, nous n'avons pris en compte que la durée de surdité profonde en considérant qu'elle correspondait à la date où le patient estimait que sa surdité était devenue un obstacle à la communication.

Dans une autre étude, Lazard rapporte que la perte des cellules ciliées internes induit une dégénérescence neurale et que par ailleurs le degré de dégénérescence neurale est corrélé avec la durée de surdité. Néanmoins des résultats cliniques et histologiques divergents ont été observés : d'une part, une longue durée de surdité n'aboutit pas forcément à une dégénérescence neurale excessive ; d'autre part, des patients ayant peu de cellules résiduelles au niveau du ganglion spiral peuvent obtenir de bons résultats avec l'implant cochléaire. Les auteurs de cette étude insistent sur l'importance du système nerveux central [67]. Le système nerveux central de chaque patient n'est effectivement pas influencé de la même manière par la privation auditive, quelle que soit sa durée.

L'absence de corrélation entre les tests de qualité de vie ERSA et APHAB et les performances cognitives au test MoCA ne sont pas en accord avec la littérature ayant montré un lien entre

l'importance de la perte auditive et la présence de symptômes évocateurs d'une dépression [77] [22] [25] ainsi qu'une association entre des réseaux sociaux pauvres et la démence [24] [26] [28]. Néanmoins les performances de notre population d'étude aux questionnaires de qualité de vie sont relativement faibles et homogènes ce qui peut expliquer l'absence de corrélation.

L'absence de corrélation entre le seuil auditif et les performances cognitives au test MoCA peut être expliquée par la relative homogénéité de leur surdité, sachant que l'ensemble de nos patients sont sourds sévères à profonds. Or d'après Lin (2011) [75] le risque de démence associé à la perte auditive est multiplié par deux à partir de seuils auditifs supérieurs à 25 dB (surdité très légère), par 3 pour les surdités moyennes et par 5 si la surdité est sévère. Ainsi, nos patients constituent un groupe très homogène. Sachant que la communication verbale commence à être entravée à partir de 25 dB de perte auditive [30], l'absence de corrélation entre les performances auditivo-verbales dans le silence et dans le bruit aux listes Lafon Fournier, MBAA et les performances cognitives au test MoCA n'est pas aberrante dans la mesure où nos patients constituent un groupe très homogène.

Au-delà de la grande homogénéité de notre groupe, les absences de corrélations peuvent être expliquées par le faible nombre de patients composant la cohorte.

### **Hypothèse 2 :**

L'absence de corrélation entre les performances cognitives au MoCA et l'âge des patients est validée. Ceci est en accord avec l'étude de validation du test MoCA chez des patients normo-entendants [90]. Il existe une légère corrélation entre le niveau d'études et la catégorie socioprofessionnelle avec les performances au MoCA, en particulier pour les patients retraités, ce qui est en accord avec la cotation du MoCA qui attribue un point de bonus aux patients ayant effectué une scolarité d'une durée inférieure à 12 ans.

### **Hypothèse 3 :**

Les performances des patients sourds de notre étude sont pathologiques à 25 % au CODEX et à 52,5 % au MoCA. Ces pourcentages sont très élevés. Cela est en accord avec la littérature dans laquelle il a été montré que les sourds ont de moins bonnes performances que les normo-entendants à des tests cognitifs, ce qui est en effet le cas pour le CODEX et le MoCA [100] et [9].

Ce résultat est surtout visible avec le MoCA puisque celui-ci se révèle plus discriminant que le

CODEX de 27,5 %. Ce résultat pourrait être en lien avec l'épreuve d'orientation du CODEX, systématiquement réussie par les patients sourds qui ne présentent pas de difficultés d'orientation contrairement aux patients déments. Cette épreuve normalise peut être à tort les scores des patients, les classant dans la catégorie « non pathologique » (risque faible de développer une démence), d'après l'arbre décisionnel, passant sous silence les difficultés de mémoire épisodique [81] [89] [98] [114] [113] ou de fonctions exécutives [52] [75] touchant les patients sourds.

Le MoCA est plus informatif compte tenu du profil cognitif de notre population. Il apparaît également plus sensible que le CODEX ce qui est en accord avec la littérature concernant la population normo-entendante [90].

Néanmoins, cliniquement, peu de patients de même profil que notre population d'étude ont développé une démence malgré un CODEX anormal. Ces tests, appliqués à la population presbycousique, semblent indiquer la présence d'un profil cognitif différent chez ces patients. Le risque réel de développer une démence serait alors soit biaisé par le profil cognitif particulier des patients sourds, soit déjoué par la réhabilitation auditive qui joue un rôle dans l'amélioration des performances cognitives.

#### **Hypothèse 4 :**

Certains items du MoCA sont en effet plus significativement échoués que d'autres chez les patients sourds. Notre hypothèse est vérifiée.

Les études ont montré un lien entre des entrées sensorielles dégradées et une surconsommation des ressources cognitives [46], en particulier attentionnelles ([35], [102]), une dégradation des performances en mémoire de travail ([60], [73], [109], [107]), et une gêne face à l'effet de complexité syntaxique dans des tâches de rappel ([94] [107]), en modalité auditive. Cependant au sein de notre étude l'ensemble des tests a été adapté exclusivement en modalité visuelle. Chez notre population d'étude, l'épreuve d'attention auditive, transformée en épreuve d'attention visuelle, a été réussie par tous les patients. Nous ne retrouvons pas de déficit de la mémoire de travail (épreuves d'empans de chiffres du MoCA présentées en modalité visuelle), ce qui est en accord avec l'étude de Gallacher (2012) [51] ayant montré que la perte auditive peut mener à une dégradation du processus phonologique mais pas à la dégradation de domaines indépendants de l'audition telle que la mémoire de travail.

Les études ont révélé un fort lien entre le seuil d'audition et la baisse des performances pour les fonctions exécutives [52] [75] et pour la mémoire épisodique [81] [89] [98] [114] [113].

Le trail making test, la copie du cube, le dessin de l'horloge, la dénomination, le rappel différé de mots, la fluence phonémique, l'abstraction et l'orientation sont les items qui étaient discriminants entre les participants Alzheimer par rapport aux MCI et aux sujets contrôles. [90] A l'exception de la dénomination et de l'orientation, notre population d'étude présente donc le même profil que les sujets Alzheimer.

Ainsi, dans notre étude, les items les plus significativement échoués sont ceux testant les fonctions exécutives ou la mémoire épisodique. Or ces items sont plus nombreux et plus difficiles dans le test MoCA et influent davantage sur le score total en comparaison avec le CODEX.

Concernant nos trois études de cas, l'amélioration des performances des patients au test MoCA trois mois après l'implantation est en accord avec la littérature dans la mesure où le bilan d'évolution montre une amélioration des performances aux tests cognitifs après implantation cochléaire. [87] et [63]. Dans l'étude multicentrique du sujet âgé, (Mosnier) le pourcentage de tests pathologiques diminue en effet de 75 à 40 % 12 mois après l'implantation. Les items les plus améliorés dans cette étude ainsi que dans l'étude de Gates [6] sont le TMT B, ce que nous avons retrouvé pour un patient. L'attention divisée s'améliore également après l'implantation cochléaire : il est donc dommageable pour la population sourde qu'elle ne soit pas testée dans le MoCA. Par ailleurs, selon Belmin [11], la mémorisation des 3 mots au test CODEX chez les patients normo-entendants ne s'améliore pas au fil du temps alors que c'est le cas pour nos deux patients dont les performances se sont améliorées.

## **II] Critique de l'étude**

### **1) Limites intrinsèques**

Les tests ont été adaptés afin d'être présentés en modalité strictement visuelle, ce qui a engendré la modification des épreuves d'attention, de mémoire (à court terme et de travail) auditive, de mémoire épisodique ainsi que l'épreuve de syntaxe. Ce choix délibéré avait pour but de placer tous les patients sur un pied d'égalité par rapport à leur seuil auditif. Il s'agissait aussi de ne pas biaiser les performances de nos patients aux tests, sachant qu'ils doivent recourir à une surconsommation de leurs ressources attentionnelles dès lors qu'ils traitent un message auditif (cf. revue de littérature).

Les items communs au CODEX et au MoCA ont été difficiles à comparer à cause des différences de difficulté de ces items et des différences de critères de cotation et des différences

de poids de ces items dans le résultat global de chacun des deux tests.

La comparaison globale des résultats au CODEX et au MoCA s'est avérée difficile puisque le MoCA est composé d'items testant des fonctions cognitives supplémentaires par rapport au CODEX et que le système d'évaluation est totalement différent (la passation des épreuves du CODEX s'effectue en une ou deux étapes selon un arbre décisionnel sans attribution de points alors que le MoCA attribue ou non des points selon la réussite ou l'échec à chaque critère convenu pour chacun des items).

Les tests ont toujours été effectués dans le même ordre – le CODEX puis le MoCA – alors qu'en termes de probabilité, il aurait fallu tirer au sort l'ordre de passation des tests. Il semblerait qu'il y ait eu un effet de recrutement attentionnel, dans la mesure où des patients ont obtenu un score pathologique à l'épreuve de rappel des 3 mots au Codex alors qu'ils ont pu répéter 3 mots ou plus au MoCA.

L'étude de cas est biaisée dans la mesure où les tests CODEX et MoCA ont été de nouveau présentés aux patients seulement 3 mois après la première présentation de ces mêmes tests alors qu'un délai de 6 mois minimum devrait être respecté avant de réévaluer un patient avec un test strictement identique.

## **2) Limites extrinsèques**

Les limites extrinsèques de notre étude concernent essentiellement les tests cognitifs.

Le MoCA propose uniquement un résultat binaire (normal ou pathologique) concernant le risque de développer une démence alors que le CODEX propose une gradation des résultats. En outre, le seuil pathologique nous a semblé trop rapidement atteint dans le test MoCA dans la mesure où la marge d'erreur est seulement de 4 points sur 30.

L'absence de corrélation, de normalisation et de note standard à certains items tels que ceux testant les fonctions exécutives en fonction de l'âge nous a surpris au même titre que l'absence de prise en compte de la vitesse de traitement de certains items.

Par ailleurs, nous n'avons pas obtenu les résultats des performances des patients normo-entendants item par item mais seulement les performances globales. L'absence de normalisation et de note standard par item nous est apparue très gênante pour effectuer des comparaisons entre les patients de notre population eux-mêmes et par rapport aux patients normo-entendants.





## CONCLUSION

Nos hypothèses initiales consistaient en l'existence d'une corrélation entre les seuils auditifs, la durée de surdité profonde, les performances auditivo-verbales aux listes Lafon, Fournier, MBAA et aux tests de qualité de vie ERSA et APHAB, l'âge des patients, le niveau d'études et la catégorie socioprofessionnelle avec les scores obtenus au MoCA. Nous avons également supposé que le MoCA serait plus informatif que le CODEX concernant le profil cognitif des patients sourds et que certains items du MoCA seraient plus significativement chutés que d'autres chez les patients sourds.

Nous n'avons mis en évidence aucune corrélation entre nos critères et les scores au MoCA, à l'exception d'une faible corrélation entre le niveau d'études, la catégorie socioprofessionnelle et les scores au MoCA, et ce uniquement chez les patients retraités.

Nous avons par ailleurs constaté que 25 % des patients sourds de notre étude ont des scores pathologiques au CODEX et 52,5 % au MoCA. Ces résultats suggèrent l'existence d'un profil cognitif différent pour les sujets présentant une presbyacousie par rapport aux normo-entendants, de même qu'un caractère plus discriminant pour le MoCA par rapport au CODEX. De plus, les épreuves du MoCA les moins bien réussies sont celles testant les fonctions exécutives et la mémoire épisodique. Ces items, plus nombreux et plus difficiles dans le MoCA, influent en effet davantage sur le score total en comparaison avec le CODEX.

Cette étude concernant les performances à des tests cognitifs de patients adultes présentant une surdité évolutive et candidats à l'implantation cochléaire, s'est attachée à comparer les performances globales et par item au CODEX et au MoCA, après adaptation de la présentation de ces tests en modalité strictement visuelle, afin de savoir quel test était le plus adapté pour établir un profil cognitif de chaque patient de notre population d'étude. Au final, le test MoCA apparaît plus informatif que le test CODEX pour évaluer la population de patients sourds sévères à profonds puisqu'il met davantage en lumière le profil cognitif particulier de cette population.

Enfin, notre étude va être prolongée avec des patients implantés afin de comparer leurs performances avant et après implantation cochléaire et de confirmer, préciser et analyser les résultats évoqués dans notre étude de cas, à savoir l'amélioration des performances des patients au CODEX et au MoCA suite à l'implantation cochléaire.

## BILIOGRAPHIE

- [1] ADAM S., VAN DER LINDEN, M., COLLETTE, F. (2002). Processus attentionnels et vieillissement normal. *Neuropsychologie de l'attention* J. Couillet, M Leclercq, C Moroni, & P. Azouvi (Eds), Marseille : Solal, 129-155.
- [2] AMBERT-DAHAN, E. (2011). Prise en charge orthophonique des troubles centraux chez les patients presbycousiques. *Cahier de l'audition* mai juin 2011, 24 (3).
- [3] American Speech-Language-Hearing Association. (1996). Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *Am. J. Audiol*, 5, 41-54.
- [4] AYDELOTT, J., LEECH, R., CRINION, J. (2010). Normal adult aging and the contextual influences affecting speech and meaningful sound perception. *Amplification*, 14 (4), 218-32.
- [5] AZOUVI, P. et BERGEGO, C. (1995). *Neuropsychologie des traumatismes crâniens graves de l'adulte*. Société de Neuropsychologie de Langue Française. Paris : Frison-Roche.
- [6] BADDELEY, A. (1992). *La mémoire humaine : théorie et pratique*. Grenoble, Presse Universitaire de Grenoble.
- [7] BADDELEY, A. (1996). Exploring the Central Executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49, 5-28
- [8] BADDELEY, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Cognitive sciences*, 4, 417-423.
- [9] BALTES, PB., LINDENBERGER, U. (1997). 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*, 12(1):12-21.
- [10] BELLEVILLE, S., ROULEAU, N., CAZA, N. (1998). Effect of normal aging on the manipulation of information in working memory. *Memory and cognition*, 26(3), 72-83.
- [11] BELMIN, J., PARIEL-MADJLESSI, S., SURUN, P., BENTOT, C., FETEANU, D., LEFEBVRE DES NOETTES, V., ONEN, F., DRUNAT, O., TRIVALLE, C., CHASSAGNE, P., GOLMARD, JL. (2007). The cognitive disorders examination (Codex) is a reliable 3-minute test for detection of dementia in the elderly (validation study on 323 subjects). *Presse Med*, 36, 1183-90.
- [12] BENATTI, A., MONTINO, S., GIRASOLI, L., TREVISI, P., BOVO, R. (2013). Cochlear implantation in the elderly: surgical and hearing outcomes, *BMC Surgery*, 13 (Suppl 2): S1.
- [13] BENICHOV, J., COX, LC., TUN, PA., WINGFIELD, A. (2012). Word recognition within a linguistic context: effects of age, hearing acuity, verbal ability, and cognitive function. *Ear and Hearing* 2012 March-April, 32(2), 250-6.
- [14]

- BERNABEI, R. Les effets de la presbyacousie sur les personnes âgées. *Entendre mieux pour vivre mieux: L'audition et le Vieillessement*, 7-9.  
[15]
- BIRGER, MO., MORTEN L., STEN, H. (2005). Cochlear Implants and Quality of Life: A Prospective Study. *Ear and Hearing*, 26(2), 186-194.  
[16]
- BOUCCARA, D., AVAN, P., MOSNIER, I., BOZORG GRAYELI, A., FERRARY, E., STERKERS, O. (2005). Presbyacousie. EMC (Elsevier SAS, Paris), *Oto-rhinolaryngologie*, 20-185-C-10.  
[17]
- BOUCCARRA, D., DHOUIB, S., VERGNON, L. (2011). Les surdités de l'adulte, Le vieillissement de l'oreille: la presbyacousie. *La Revue de Gériatrie*, 36, 439-450.  
[18]
- BOUCCARRA D., (2012) La presbyacousie: bilan et prise en charge par l'ORL. *Les cahiers de l'audition*, 25 (1).  
[19]
- BRIN, F., COURRIER, C., LEDERLE, E., et MASY, V. (2006). *Dictionnaire d'orthophonie 3ème édition*. Paris : Ortho édition: 120-121.  
[20]
- BUDENZ, C. L., COSETTI, M. K., COELHO, D. H., BIRENBAUM, B., BABB, J., WALTZMAN, S. B. and ROEHM, P. C. (2011), The Effects of Cochlear Implantation on Speech Perception in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59: 446-453.  
[21]
- CARABELLESE, C., APPOLLONIO, I., ROZZINI, R., BIANCHETTI, A., FRISONI, GB., FRATTOLA, L., TRABUCCHINI, M. (1993). Sensory impairment and quality of life in a community elderly population. *J Am Geriatr Soc*, 41, 401-407.  
[22]
- CARLYON, RP.(2004) How the brain separates sounds. *Trends in cognitive science*, 8, 465-471.  
[23]
- CARSON, AJ. (2005). What brings you here today ? The role of self-assessment in help-seeking for age-related hearing loss. *J Aging Stud*, 19 : 185-200.  
[24]
- CHATENET, A. (2006). *Etalonnage de la BAWL sur une population de 50 à 80 ans et plus et validation de la partie d'attention divisée auprès d'une population de traumatisés crâniens*. Mémoire d'Orthophonie de l'Université de Paris VI.  
[25]
- CHERMAK, GD., HALL, JW., MUSIEK, FE. (1999). Differential diagnosis and management of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10, 289-303.  
[26]
- CHERRY, C. (1953). Some experiments on the recognition of speech with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975-979.  
[27]
- CHISHOLM, D., DIEHR, P., KNAPP, M., PATRICK, D., TREGLIA, M., SIMON, G., LIDO group. (2003). Depression status, medical comorbidity and resource costs. Evidence from an international study of major depression in primary care (LIDO). *British Journal of Psychiatry*.  
[28]
- CHOBOUT, JC., MANIERE, C. (1995). Presbyacousie. In *Editions Techniques-Encyclopédie Médico-chirurgicale (Paris-France)*, *Otorhinolaryngologie*, 20-185-C-10, 1995, 7p.  
[29]

- [30] CHOU, R., DANA, T., BOUGATSOS, C., FLEMING, C., BEIL, T. (2011). Screening adults aged 50 years or older for hearing loss: a review of the evidence for the US Preventive Service Task Force. *Evidence Synthese*, No 83.
- [31] CHWILLA, D.J., VIRGILLITO, D., VISSERS, CT. (2010). The relationship of language and emotion: N400 support for embodied view of language comprehension. *Journal of cognitive neuroscience*, 23-9, 2400-14.
- [32] CISIC (Centre d'Information sur la Surdité et l'Implant Cochléaire. (2011). Bien entendre, Guide CISIC 2011. [http://www.cisic.fr/CISIC/media/doccisic/Guide\\_CISIC\\_2011.pdf](http://www.cisic.fr/CISIC/media/doccisic/Guide_CISIC_2011.pdf), consulté le 10 février 2014.
- [33] Collège Français d'ORL (2011), Déficit neurosensoriel chez le sujet âgé: surdité et vertige.
- [34] COLLETTE JL., WATERLOT PE., DUMONT A. (2011) Modalités de mise en évidence des signes cliniques pouvant évoquer une atteinte centrale de l'audition chez l'adulte. *Cahier de l'audition mai juin 2011*, 24(3) p12.
- [35] CONWAY, A.R.A., COWAN, N., BUNTING, M.F. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin and review*, 8(2) 331-335.
- [36] CRAIK, F.I.M., BYRD, M. (1982). Aging and cognitive deficits: The role of attentional resources. *Aging and cognitive processes*, 191-211, New York: Plenum Press.
- [37] CROISILE, B. (2009). *Tout sur la mémoire*. Paris : Odile Jacob.
- [38] DE BENEDETTO, M., CUDA, D. (1996). La terapia protesica nell'anziano. *Grande F, Leone C.A (Ed) : La patologia dell'orecchio nell'anziano*, 183-201. Pacini Editore, Pisa.
- [39] DEMANEZ, JP., DEMANEZ, L. (2011) Evaluation des processus auditifs centraux et syndrome de King Kopetzky. *Les cahiers de l'audition mars avril*, 24, p 24.
- [40] DEMOTES-MAINARD, E., GAUTHIER, C. (2013). *Le renouvellement du processeur vocal chez l'adulte implante cochléaire*. Mémoire d'Orthophonie de l'Université de Paris VI.
- [41] DENNI-KRIECHREL, N. (2011), La place et le travail de l'orthophoniste dans le traitement de la presbyacousie. *Revue de Gériatrie*, 36(8) : 529-539.
- [42] DEROUESNÉ, C. (2010). Vieillesse cérébral normal et fonctionnement psychique. *Psychiatrie de la personne âgée*. Flammarion Médecine-Sciences. PP75-82.
- [43] DIVENYA, P., STARK, PB., HAUPT, KM. (2005). Decline of speech understanding and auditory thresholds in the elderly. *J Acoust So Am*, 118 (2):1089-1100.
- [44] DREES. (2007). Handicap auditif en France- Apport de l'enquête HID (1998-1999) réalisée par l'INSEE, 71.

- [45] DREES (2011). L'état de santé de la population en France - Suivi des objectifs, p 23.
- DUGUEROV P., REMACLE, M. (2005). *Précis d'audiophonologie et de*  
 [46] *déglutition*, 206-207, Marseille: Solal.
- ERB J., OBLESER J. (2013) Upregulation of cognitive control networks in older  
 [47] adults' speech comprehension. *Systems Neuroscience*, 7: 116.
- ERGIS AM., EUSOP-ROUSSEL E. (2008).La mémoire prospective au cours  
 du vieillissement normal et dans la maladie d'Alzheimer. *Psychologie &*  
 [48] *Neuropsychiatrie du vieillissement*, 6 (4), 277-86.
- FRACHET, B., BERNABEI, R., CAVALLAZZI, G., CUDA, D., Presbyacousie: du  
 diagnostic à la réhabilitation auditive. *Entendre mieux pour vivre mieux: L'audition*  
 [49] *et le vieillissement*, 17-21.
- FOLSTEIN, MF., FOLSTEIN, SE., Mc HUGH, PR. (1975). "Mini-mental state". A  
 practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal*  
 [50] *of psychiatric research*, 12(3):189-98.
- FUGAI, C., OUAYOUN, M., MEYER, B., CHOUARD, CH. (2000). Q.A.L.Y.  
 index and assessment of cost efficiency of the cochlear implant in acquired profound  
 [51] deafness. *Annales d'oto-laryngologie et de chirurgie cervico-faciale*, 117(1), 3-11.
- GALLACHER, J., ILUBAERA, V., BEN-SHLOMO, Y., BAYER, A., FISH, M.,  
 BABISCH, W., ELWOOD, P. (2012). Auditory threshold, phonologic demand, and  
 [52] incident dementia. *Neurology*, 79, 1583-1590.
- GATES, GA., GIBBONS, LE., Mc CURRY SM., CRANE, PK., FEENEY, MP.,  
 LARSON, EB. (2010). Executive dysfunction and presbycusis in older persons with  
 [53] and without memory loss and dementia. *Cogn Behav Neurol*, 23 (4), 218-23.
- GATES, GA., GIBBONS, LE., Mc CURRY SM., CRANE, PK., FEENEY, MP.,  
 LARSON, EB. (2011). Central auditory dysfunction as a harbinger of Alzheimer  
 [54] dementia. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2011 Apr, 137(4), 390-5.
- [55] GATES, GA., MILLS, JH. (2005). Presbycusis. *The Lancet*, 366, 1111-20.
- GUNNIN-DIXON, FM., RAZ, N. (2000). The cognitive correlates of white matter  
 abnormalities in normal aging: a quantitative review. *Neuropsychology*, 14(2):224-  
 [56] 32.
- GURLAND BJ ., KURIANSKY JB., et al (1977) The compressive Assessment and  
 Referral Evaluation (CARE) - rationale, development, and reliability. *Int J Aging*  
 [57] *Hum Dev*, 8, 9-42.
- HAROLD, F., SCHUKNECHT, H. (1974). Pathology of the ear. Cambridge, MA:  
 [58] Harvard University Press.
- HAS (Haute Autorité de Santé) (2007). Traitement de la surdité par pose d'implants  
 cochléaires ou d'implants du tronc cérébral. [http://www.has-](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/rapport_implants_cochleaires.pdf)  
[sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/rapport\\_implants\\_cochleaires.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/rapport_implants_cochleaires.pdf),  
 Consulté le 17 Février 2014.  
 [59]

- HAY, JF., JACOBY, LL. (1999). Separating habit and recollection in young and older adults: effects of elaborative processing and distinctiveness. *Psychol Aging*, 14(1):122-34.
- [60] HEDDENT, T., GABRIELI, JD.(2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Review Neuroscience*, 5(2), 87-96.
- [61] HERBST, KG., HUMPHREY, C., (1980) Hearing impairment and mental state in the elderly living at home. *British Medical Journal*, 281, 903-905.
- [62] HUMES, LE., DUBNO, JR., GORDON-SALANT, S., LISTER, JJ., CACACE, AT., CRUICKSHANKS, KJ., GATES, GA., WILSON, RH., WINGFIELD, A. (2012). Central presbycusis: a review and evaluation of the evidence. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(8), 635-66.
- [63] KRICOS, PB. (2006), Audiologic management of older adults with hearing loss and compromised cognitive/psychoacoustic auditory processing capabilities. *Trends Amplif*, 10(1):1-28.
- [64] LAURENT, B., THOMAS ANTERION C. (2002). Limits and uncertainties about the concept of MCI: contribution of neuropsychological approach. *Rev Neurol (Paris)*, 158(10 Suppl):S11-20.
- [65] LAURENT, S., AUBEL, D., LEUSIE, S., SAN JULLIAN, M., VERGNON, L., pour le GRAP-santé. (2011). L'audioprothésiste : son rôle majeur dans la compensation de la surdité y compris et surtout dans la presbycusis. *Revue de Gériatrie*, 36(8) : 523–528.
- [66] LAZARD DS., VINCENT C., VENAIL F., VAN DE HEYNING P. , TRUY E., STERKERS O., SKARZYNSKI P. H., SKARZYNSKI H., SCHAUWERS K., O'LEARY S., MAWMAN D., MAAT B., KLEINE-PUNTE A. , HUBER A. M., GREEN K., GOVAERTS P. J., FRAYSSE B., DOWELL R., DILLIER N., BURKE E., BEYNON A., BERGERON F., BASKENT D. , ARTIERES F., BLAMEY P. J. (2012). Pre-, Per- and Postoperative Factors Affecting Performance of Postlinguistically Deaf Adults Using Cochlear Implants: A New Conceptual Model over Time *PLOS ONE*, 7 (11), DOI: 10.1371/journal.pone.0048739
- [67] LAZARD, D.S., GIRAUDA, A.-L., GNANSIAC, D., MEYER, B., STERKERS, O.(2012). Understanding the deafened brain: Implications for cochlear implant rehabilitation *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases*, 129, 98—103
- [68] LEE J.S, LEE D.S, OH, S., KIM, CS., KIM, JW., HWANG, CH., KOO, J., KANG, E., CHUNG, JK., LEE, MC. (2003) PET evidence of neuroplasticity in adult auditory cortex of postlingual deafness. *Journal of Nuclear Medicine*, 44(09),1435-1439.
- [69] LE ROUZO ML. (2008) *La personne âgée, psychologie du vieillissement*. Bréal, 190 pages.
- [70] LETHBRIDGE-CEIJKU, M., SCHILLER, JS., BERNADEL, L. (2004) Summary health statistics for U.S. adults: National Health Interview Survey. *Vital and health statistics*, 10, 1-151.
- [71]

- LEVINE, BR., STUSS, DT., MILBERG, WP. (1997). Effects of aging on conditional associative learning: process analyses and comparison with focal frontal lesions. [72] *Neuropsychology*, 11(3):367-81.
- LICHTENSTEIN, MJ., BESS, FH., LOGAN, SA. (1988). Diagnostic performance of the Hearing Handicap Inventory for the Elderly (Screening version) against differing definitions of hearing loss. *Ear Hear*, 9 : 208-211. [73]
- LIN, FR., FERRUCCI, L., METTER, EJ., AN, Y., ZONDERMAN, AB., RESNICK, SM. (2011). Hearing loss and cognition in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Neuropsychology*, 25(06), 763-770. [74]
- LIN, FR., METTER, EJ., O'BRIEN, RJ., RESNICK, SM., ZONDERMAN, AB., FERRUCCI, L. (2011). Hearing Loss and Incident Dementia, *Arch Neurol*, 68(2), 214-220. [75]
- LIN, FR., (2011) Hearing Loss and Cognition Among Older Adults in the United States, *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 66(10), 1131-1136. [76]
- LIN, FR. (2012). Hearing Loss in Older Adults Who's Listening, *Journal of the American Medical Association*, 307(11), 1147-1148. [77]
- LIN, FR., MENER, DJ., BETZ, J., GENTHER, DJ., CHEN, D. (2013). Hearing Loss and Depression in Older Adults, *J Am Geriatr Soc.*, 61(9), 1627–1629. [78]
- LIN, FR., YAFFE, K., XIA, J., XUE, QL., HARRIS, TB; PURCHASE-HELZNER, E., SATTERFIELD, S., AYONAYON, HN., FERRUCCI, L., SIMONSICK, EM. (2013) Hearing loss and cognitive decline in older adults. *Journal of the American Medical Association*, 173(4), 293-9. [79]
- MAKHDOUM, MJ., SNIK, AF., VAN DEN BROEK, P. (1997). Cochlear implantation: a review of the literature and the Nijmegen results. *J Laryngol Otol*, 111(11):1008-17. [80]
- Mc BRIDE, WS., MULROW, CD., AGUILAR, C., TULEY, MR. (1994). Methods for screening for hearing loss in older adults. *Am J Med Sci*, 307:40-42. [81]
- MCCOY, SL., TUN, PA., COX, LC., COLANGELO, M., STEWART, RA., WINGFIELD, A. (2005). Hearing loss and perceptual effort: downstream effects on older adults' memory for speech. *The Quarterly journal of experimental psychology*. [82] A, 58(1), 22-33.
- McKHANN, G., DRACHMAN, D., FOLSTEIN, M., KATZMAN, R., PRICE, D., STADLAN, EM. (1984). Clinical diagnosis of Alzheimer's disease. Report of the NINCDS-ADRA work group under the auspices of Department of Health Services Task Force on Alzheimer's disease. *Neurology*, 34(7): 939-944. [83]
- MERCURI, V., GILARDI, O. (2003). *Etude de corrélation entre des fonctions cognitives et l'intelligibilité auditive chez des sujets adultes porteurs d'un implant cochléaire*. Mémoire d'Orthophonie de l'Université de Paris VI. [84]
- MONGUILLOT, G., BERTRAND, G. (2005). Prise en charge orthophonique des adultes avec implants cochléaires. *Précis d'audiophonologie et de déglutition*, Marseille: Solal. [85]



- [86] MOORE, BC., VINAY, SN. (2009) Enhanced discrimination of low-frequency sounds for subjects with high-frequency dead regions. *Brain*, 132 (Pt 2), 524-36.
- [87] MOSNIER, I. (2012) Communication Congrès international Implant Cochléaire Baltimore Mai 2012.
- [88] MULROW, C.D., AGUILAR, C., ENDICOTT, J., VELEZ, R., CHARLIP, WS., RHODES, MC., HILL, HA., DENINO, LA. (1990) Quality of life changes and hearing impairment, a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 113(3): 188-194.
- [89] MULROW, CD., TULEY, MR., AGUILAR, C. (1992). Sustained benefits of hearing aids. *Journal of speech and Hearing Research*, 35(6), 1402-1405.
- [90] MURPHY, DR., CRAIK, FL., LI, KZ., SCHNEIDER, BA. (2000) Comparing the effects of aging and background noise on short-term memory performance. *Psychology and Aging*, 15(02), 323-34.
- [91] NASREDDINE, ZS., PHILLIPS, NA., BEDIRIAN, V., CHARBONNEAU, S., WHITEHEAD, V., COLLIN, I., CUMMINGS, JL., CHERTKOW, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4):695-699.
- [92] Neuroreille et al, Voyage au centre de l'audition, <http://www.cochlea.org/>, Consulté le 10 Février 2014.
- [93] NORMAN, S., KEMPER, S., KYNETTE, D. Adults' reading comprehension: effects of syntactic complexity and working memory. (1992). *Journal of Gerontology*, 47(4):258-65.
- [94] PASCALA, JT., YUEH, B., (2012). Hearing deficits in the older patient: I didn't notice anything. *Journal of the American Medical Association*, 307(11), 1185-1194.
- [95] PEELLE, JE., TROIANI, V., GROSSMAN, M., WINGFIELD, A. (2011). Hearing loss in older adults affects neural systems supporting speech comprehension. *The Journal of Neuroscience*, 31(35), 12638-43.
- [96] PERROT, X, COLLETTE, JL., (2011) Aspects centraux de la presbycousie : Données anatomophysiologiques et perceptivo-cognitives. *Les cahiers de l'audition*, 24 (3).
- [97] PERROT, X. (2012) Aspects centraux et cognitifs de la surdité chez le sénior et le patient du 4<sup>ème</sup> âge. *Les cahiers de l'audition*, 25.
- [98] PETERSEN, RC., SMITH, GE., WARING, SC., IVNIK, RJ., TANGALOS, EG., KOKMEN, E. (1999). Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Arch Neurol*, 56: 303-308.
- [99] PICHORAL-FULLER, MK., SCHNEIDER, BA., DANEMAN, M. (1995) How young and old adults listen to and remember speech in noise. *Journal of the Acoustic Society of America*, 97(1), 593-608.
- [100] PICHORA-FULLER, MK., SINGH, G. (2006) Effects of age on auditory and cognitive processing: implications for hearing aid fitting and audiologic

- rehabilitation. *Trends Amplif*, 10(1):29-59.
- POUCHAIN, D., VERGNON, L., HAMDAOUI, J., DUPUIS, C., GRAP. (2007). La
- [101] presbyacousie est-elle un facteur de risque de démence? - Etude AcouDem. *La revue de gériatrie*, 32, 439-445.
- [102] PRULL, CR. (2000). From the cell to molecular structure--changes in pathogenetic thinking. *Dtsch Med Wochenschr*, 16; 125(24):781-2.
- [103] RABITT, PM., (1968). Channel capacity, intelligibility, and immediate memory. *Quarterly Journal of Psychology*, 20, 241-248.
- [104] SALTHOUSE, TA. (1996) The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-28.
- SANCHEZ, ML., NUNES, FB., BARROS, F., MALAVASI, GANANCA, M.
- [105] CAOVILO, HH. (2008). Auditory Processing Assessment in older people with no report of hearing disability. *Bras Otorrinolaringol.*, 74(6):896-902.
- SCHACTER, DL., SAVAGE, CR., ALPERT, NM., RAUCH, SL., ALBERT, MS.
- [106] (1996) The role of hippocampus and frontal cortex in age-related memory changes: a PET study. *Neuroreport*, 7(6):1165-9.
- [107] SOUCHAY, C., INSIGRINI, M. (2004). Age related differences in metacognitive control: role of executive functioning. *Brain Cogn*, 56(1):89-99.
- STEWART, R., WINGFIELD, A.(2009). Hearing loss and cognitive effort in older
- [108] adults' report accuracy for verbal materials. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20(02), 147-54.
- SURPRENANT, A.M.(2007) Effect of noise on identification and serial recall of
- [109] nonsense syllables in older and younger adults. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 14(2), 126-141.
- UHLMANN, R.F., LARSON, EB., REES, TS., KOEPSSELL, TD., DUCKERT, LG.
- [110] (1989) Relationship of Hearing Impairment to Dementia and Cognitive Dysfunction in Older Adults. *Journal of the American Medical Association*. 261(13), 1916-1919.
- UK cochlear implant group study. (2004). Criteria of candidacy for unilateral
- [111] cochlear implantation in postlingually deafened adults II: cost-effectiveness analysis. *Ear Hear*, 25(4): 310-335.
- [112] VENTRY, IM., WEINSTEIN, BE.(1983). Identification of elderly people with hearing problems. *ASHA*, 23: 25-31.
- WILEY, TL., CHAPPELL, R., CARMICHAEL, L., NONDAHL, DM.,
- [113] CRUICKSHANKS, KJ., (2008). Changes in hearing thresholds over 10 years in older adults. *J Am Acad Audiol*, 19: 281-271.
- WINGFIELD, A., TUN, PA., MCCOY, SL. (2005). Hearing loss in adulthood: What
- [114] it is and how it interacts with cognitive performance. *Psychological Sciences*,14, 144-148.
- WINGFIELD, A., TUN, PA., MCCOY, S. (2009). Aging, Hearing Acuity, and the

Attentional Costs of Effortful Listening. *Psychology and Aging*, 24(3), 761-766.

# **ANNEXES**

## **Annexe A**

Formulaire de consentement et Lettre d'information



## Annexe B

Tableau de présentation de notre population d'étude

Numéro du Patient	Age	Sexe	Profession	CSP	Niveau d'études	Etiologie et/ou mode d'apparition de la surdité	Durée de surdité profonde (en années)	Seuil tonal OD	Seuil tonal OG
1	60	F	Sans Emploi	0	1	Surdité bilatérale évolutive (otites chroniques)	22	120	120
2	70	F	Retraitée (professeur de biologie)	6	2	Surdité bilatérale évolutive (NFI à droite)	8	120	120
3	55	F	Institutrice	2	2	Surdité bilatérale évolutive	5	67,5	61,25
4	47	M	Médecin	3	3	Surdité évolutive bilatérale (génétique)	4	100	100
5	88	M	Retraité (électricien)	4	0	Surdité bilatérale évolutive (otites chroniques)	14	115	116,25
6	55	M	Agriculteur	1	1	Surdité bilatérale évolutive	3	72,5	87,5
7	48	F	Auxiliaire de vie	1	1	Surdité bilatérale évolutive	0	95	83,75
8	57	M	Administrateur de stockage de données	1	2	Surdité bilatérale évolutive	2	110	98,75
9	58	F	Psychologue	3	2	Surdité bilatérale évolutive	3	60	111,25
10	65	F	Retraitée (infirmière)	5	2	Surdité bilatérale évolutive	0,5	93,75	61,25
11	85	F	Retraitée (couturière)	4	0	Surdité bilatérale évolutive		82,5	87,5
12	75	M	Retraité (policier motard)	4	1	Surdité bilatérale et neurinome		120	63,75
13	63	F	Enseignante/Responsable administrative	2	2	Surdité bilatérale évolutive		65	72,5
14	75	F	Sans Emploi	0	0	Surdité bilatérale évolutive (familiale)		110	98,75
15	58	M	Employé de bureau	1	1	Surdité bilatérale évolutive	4	107,5	76,25
16	73	M	Retraité (ajusteur)	1	1	Surdité bilatérale évolutive	10	111,25	91,25
17	66	M	Graphiste	2	1	Surdité bilatérale évolutive	3	116,25	112,5
18	68	M	Dessinateur	2	1	Surdité bilatérale évolutive (ototoxique)	4	103,75	118,75
19	69	M	Retraité (agent de piste)	1	1	Surdité bilatérale évolutive (syndrome de Cogan)	0,5	57,5	91,25
20	63	F	Retraitée (professeur d'histoire)	6	3	Surdité bilatérale (progressive et brutale)	0,4	111,25	97,5
21	82	F	Femme de ménage	4	0	Surdité bilatérale brutale (otospongiotiques)	1,5	76,25	70
22	78	F	Retoucheuse	4	1	Surdité bilatérale brutale (otospongiotiques)	1	110	100
23	77	F	Retraitée (professeur d'espagnol)	6	2	Surdité bilatérale (Ménière)	2	61,25	89,25
24	69	M	Retraité (agent de maîtrise aéronautique)	5	2	Surdité brutale (schwannome cochléaire)		91,25	82,5
25	60	F	Secrétaire	1	2	Surdité bilatérale brutale (otospongiotiques)		57,5	111,25
26	71	M	Retraité (directeur technique)	6	1	Surdité bilatérale brutale (otospongiotiques)		100	115
27	64	M	Retraité (agent SNCF)	4	0	Etiologie inconnue (schwannome vestibulaire)	3	111,25	37,5
28	41	M	Comptable-Financier	2	3	Cholestéatome	1	81,25	91,25
29	66	M	Retraité (chauffeur de camion)	4	0	Surdité brutale (traumatisme sonore)		106,25	85
30	56	F	Présentatrice en restauration	1	1	Rubéole		111,25	93,75
31	50	F	Vaisselle en restauration collective	1	1	Surdité brutale (étiologie inconnue)	3	102,5	101,25
32	22	F	Sans Emploi	0	2	Lupus	4	95	97,5
33	43	F	Technicienne supérieure de laboratoire	2	3	Surdité bilatérale évolutive (otites chroniques)	0,3	120	120
34	66	M	Retraité (boucher)	4	0	Surdité bilatérale évolutive (otites chroniques) +	1	82,5	106,25
35	24	M	Vendeur	1	2	Surdité bilatérale évolutive	0,2	115	115
36	41	F	Sans Emploi	0	1	Surdité bilatérale évolutive	0,9	120	
37	64	M		4	0		10	91,25	100
38	29	F	Sans Emploi	1	1	Surdité bilatérale évolutive	0,3		120
39	74	M	Commerçant	2	3	Surdité bilatérale brutale (otospongiotiques)	6	110	110
40	71	F	A tenu un pressing puis veilleuse de nuit	1	0	Surdité bilatérale évolutive (Famille)	20		72,5

## Annexe C

Tableau de présentation des performances verbales obtenues aux différents tests du bilan orthophonique et les résultats obtenus aux questionnaires de qualité de vie ERSA et APHAB :

N.B : résultats en pourcentage à l'exception des résultats au questionnaire ERSA.

Numéro du Patient	2 app+LL Lafon	2 app+LL Fournier	2 app+LL MBAA	2 app sans LL Lafon	2 app sans LL Fournier	2 app sans LL MBAA	LL Seule Lafon	LL seule Fournier	LL seule MBAA	ERSA Personnes actives (/200)	ERSA Personnes retraitées (/150)	APHAB
1							35	50	87		67	37,6
2		100	100	97	10		35	30	20		66,4	
3	82	70	100	62	90	100		10	0	62		77,4
4	71	90	100	44	80	100	12	20	13	77		79,3
5	59	90	93	12	0	0	29	30	47		95	77,3
6	47	60	87	6	30	13	0	20	7	27		91
7	79	90	100	6	30	73	0	0	0	32		78,2
8	82	90	100	41	60	80	0	30	27		51	50
9	97	100	100	82	100	100	0	17	0	53		65,5
10	100	100	100	65	100	100		10	0		36	70,3
11	94	100	100	82	100	100	18	0	0		28	39,6
12	74	100	93					0	0		75	55,8
13				71	100	100	18	30	27	75		67,5
14					100		90	56	93			
15	94	100	100	35	60	100	29	10	47	125		54,6
16	64		93	35	80	46	47	20		67		81,4
17	0	10	0	0	0	0	0	0	0		76	90,9
18	59	60	80				50	60	40		70	69,7
19	41	50	80				24	30	0	108		60,7
20	12	60	47				35	50			79	93,2
21	71	100	87				18	40	7		65	69
22		80	73				0	0	0		54	63,1
23	65	90	100					10	0		83	71
24		100	100	29	20	20	29	20	20		89	48,8
25		10	0				17	40	0		94	56,1
26	100	100						10	0		27	75
27	70	90	100	41	70	67	9	30	7	142		23,6
28	94	100	100	59	100	100		10	7	146		31,8
29	70	100	100		50			20	0		105	41
30		90	75					60	70	104		54
31	50	80	93	9	20	47	9	10	7	60		35,5
32	82	80	100	23	80	87	29	10	80		25	83
33		20	0	0	0	0		0	0	25		85
34		41		0	18		27	10	60		71	85,9
35		80	100								95	62
36	67	60	26	7	10	18	9	10	0		24	76,6
37	35	80	73	21	40	21		0	0		54	72,5
38		100	100		0	15	24	20	53		46	76,6
39	38	60	87		0		12	0	0		47	35,6
40	65	100	100	56	80	100	0	0	0		81	77,4



## Annexe D

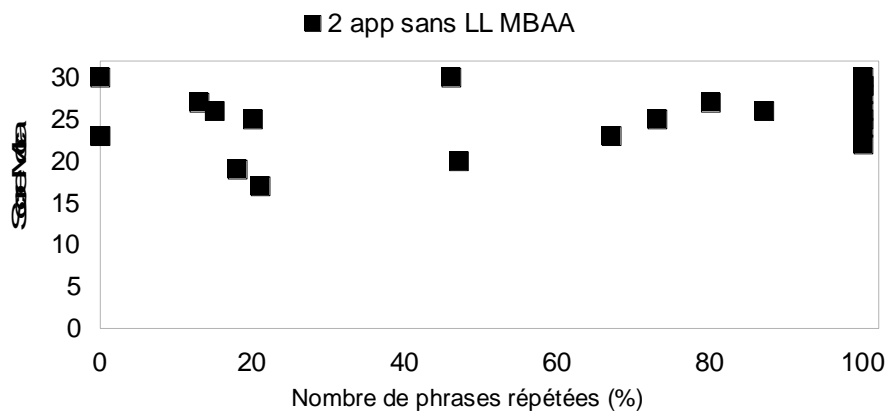
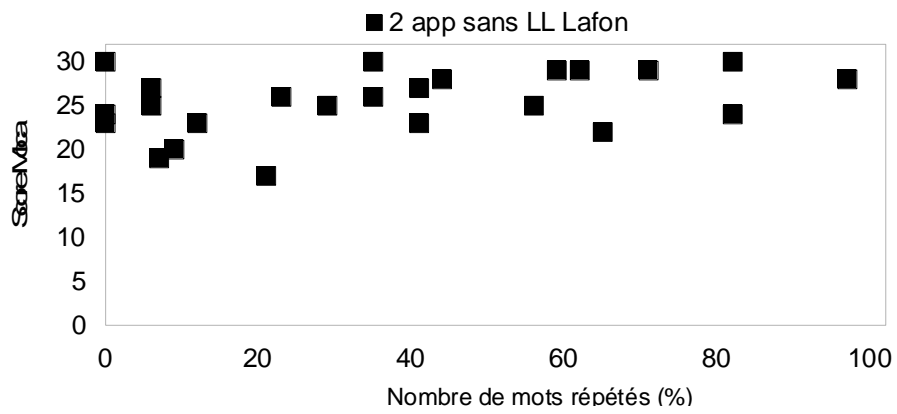
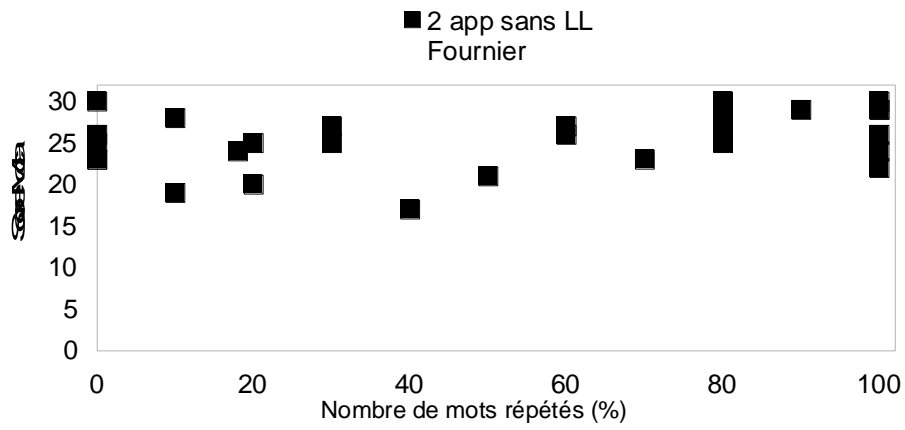
Tableau de présentation des résultats obtenus aux tests cognitifs CODEX et MoCA :

Numéro du Patient	MoCA total	TMT	Cube	Horloge	Dénotation	Rappel Libre	Empan endroit	Empan envers	Alerte tonique	Soustraction	Syntaxe	Fluence phonémique	Langage	Catégorisation	Orientation S-T	CODEX NP	Horloge	Mots	Orientation
1	25	0	1	3	3	4	1	1	1	3	0	1	1	1	5	N	1	1	
2	28	1	1	2	3	5	1	1	1	2	2	1	3	2	6	N			
3	29	1	1	3	3	4	1	1	1	3	2	1	3	2	6	N	0	1	
4	28	1	1	3	3	4	1	1	1	3	2	0	2	2	6	N	1	1	
5	23	0	0	2	3	1	1	1	1	3	2	1	3	1	6	N	0	0	
6	27	1	0	3	3	5	1	1	1	3	1	1	2	0	6	N	1	1	
7	25	0	0	2	3	5	0	1	1	3	2	1	3	0	6	N	0	0	
8	27	1	1	3	3	5	1	1	1	3	2	0	2	0	6	N	1	1	
9	30	1	1	3	3	5	1	1	1	3	2	1	3	2	6	N	1	1	
10	22	0	1	0	3	4	1	1	1	2	2	0	2	1	6	N	0	1	5
11	24	0	0	2	3	4	0	1	1	3	1	1	2	1	6	N	0	0	5
12	23	0	1	2	3	1	1	1	1	3	2	0	2	1	6	P	0	0	4
13	29	1	1	3	3	5	1	1	1	2	2	1	3	2	6	N	1	1	
14	26	1	1	3	3	4	1	1	1	1	2	0	2	1	6	N	1	1	
15	26	0	1	2	3	4	0	0	1	3	1	1	2	1	6	N	0	1	5
16	30	1	1	3	3	5	1	1	1	3	2	0	2	2	6	N	1	1	
17	30	1	1	3	3	4	1	1	1	3	2	1	3	2	6	N	1	1	
18	20	1	1	3	2	5	0	0	1	1	1	0	1	0	5	N	1	0	5
19	19	0	0	0	3	1	1	1	1	2	2	1	3	0	6	N	0	0	
20	29	1	1	3	3	5	1	1	1	3	2	0	2	2	6	N	1	1	
21	20	0	0	2	2	4	0	1	1	3	0	0	0	0	6	N	0	0	
22	18	1	0	0	3	2	1	1	1	1	0	1	1	0	5	N	0	0	1
23	28	1	1	3	3	4	1	1	1	3	1	1	2	2	6	N	1	1	
24	25	1	1	1	3	4	1	0	1	3	1	1	2	2	6	N	0	1	5
25	30	1	1	3	3	5	1	1	1	3	2	1	3	2	6	N	1	1	
26	27	0	1	2	3	4	1	1	1	3	2	1	3	1	6	N	1	0	4
27	23	0	0	2	2	5	1	1	1	3	0	0	0	1	6	P	0	0	4
28	29	1	1	3	3	4	1	1	1	3	2	1	3	2	6	N	1	1	
29	21	0	0	2	2	3	1	1	1	3	1	0	1	0	6	N	0	0	
30	17	0	1	1	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	5	N	0	1	4
31	20	1	0	1	3	3	0	1	1	0	2	1	3	1	5	N	1	0	5
32	26	1	1	3	3	4	1	1	1	1	1	1	2	2	6	N	1	1	
33	23	1	1	3	1	3	1	0	1	3	2	0	2	1	6	N	1	1	
34	24	0	1	3	3	2	1	1	1	3	2	0	2	0	6	N	1	1	
35	27	1	1	3	3	3	1	1	1	3	2	0	2	2	6	N	1	1	
36	19	0	0	1	2	4	0	1	1	0	2	1	3	0	6	N	0	1	5
37	17	0	1	2	2	0	1	1	1	2	0	0	0	0	6	N	1	0	5
38	26	1	1	3	2	5		1	1	0	2	1	3	1	6	N	1	1	
39	25	1	1	2	3	1	1	1	1	3	2	1	3	2	6	N	0	0	
40	25	0	0	1	3	4	1	1	1	3	2	0	2	1	6	N	0	1	

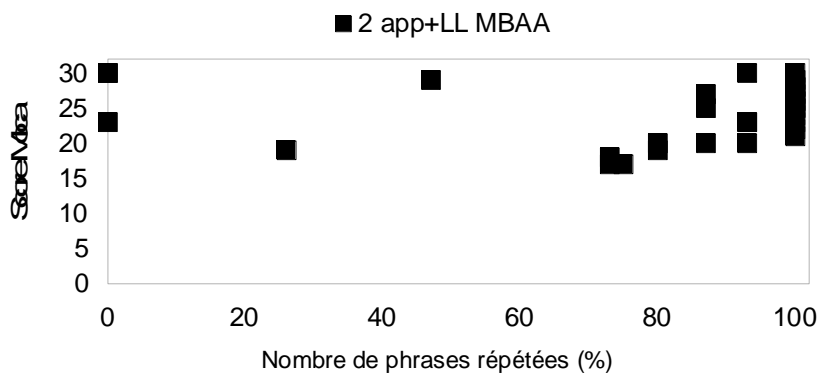
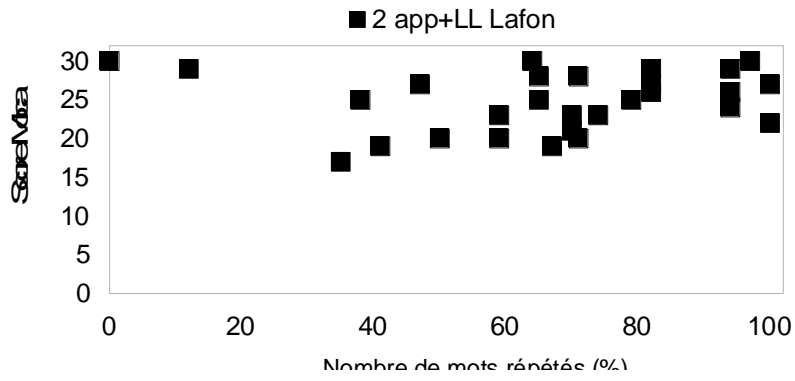
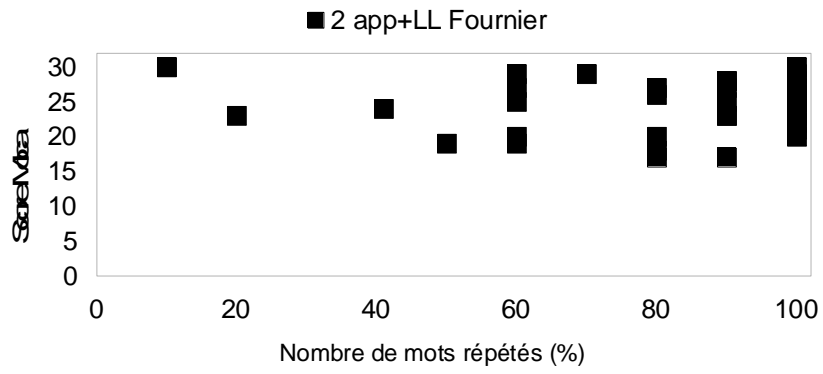
## **Annexe E**

Histogrammes de corrélations entre les performances auditivo-verbales, aux listes Fournier, Lafon, MBAA et les performances cognitives au MoCA :

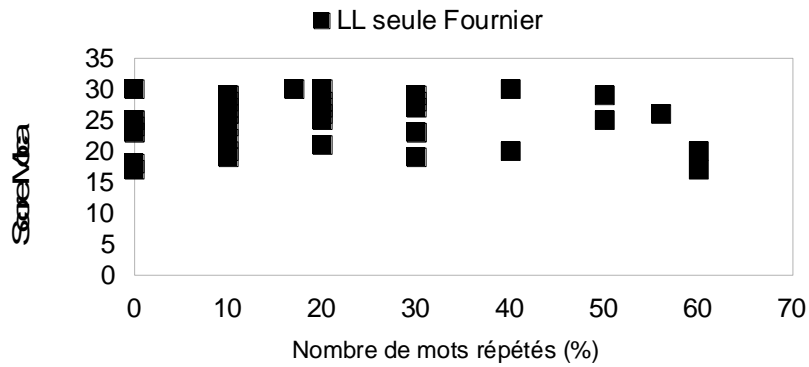
- 2 appareils sans lecture labiale :

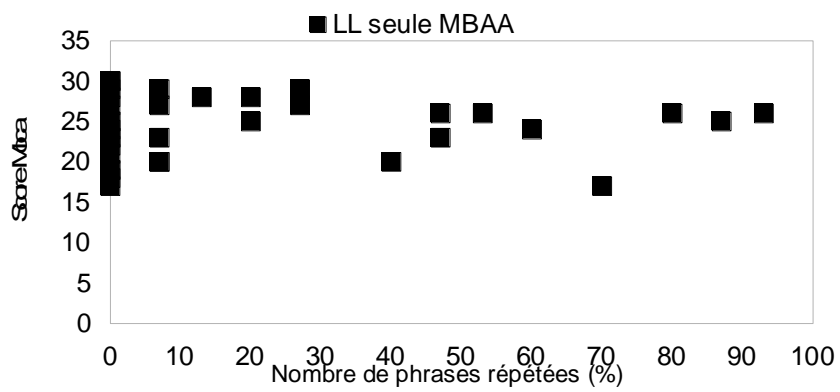
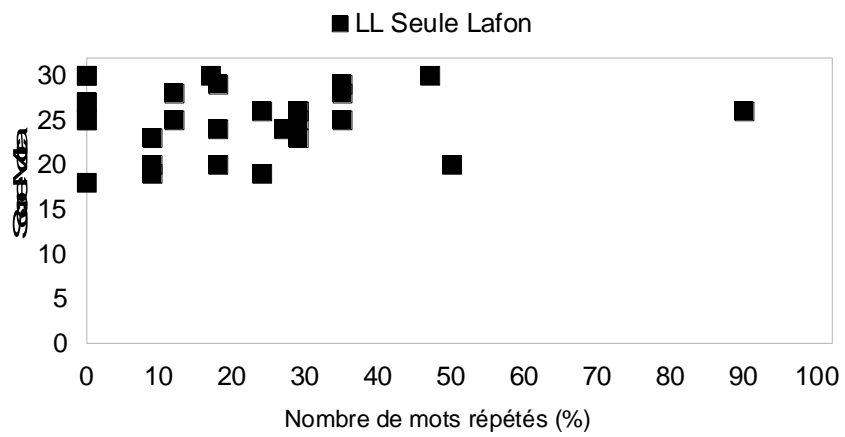


- 2 appareils avec lecture labiale :

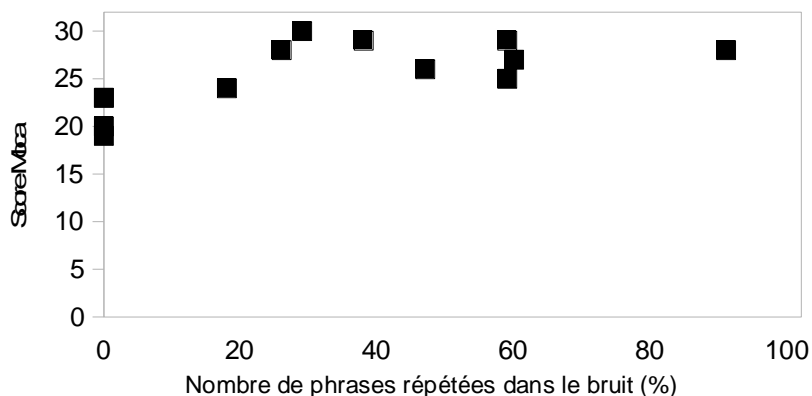


- lecture labiale seule :

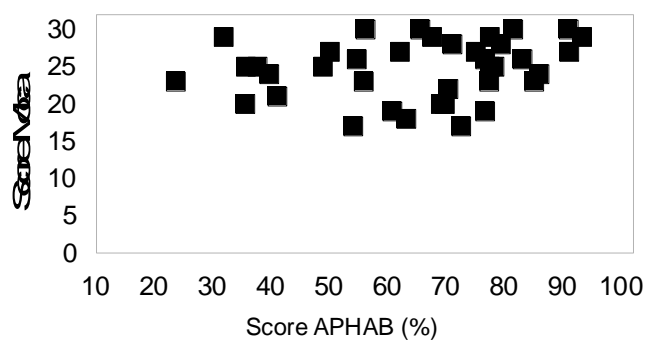
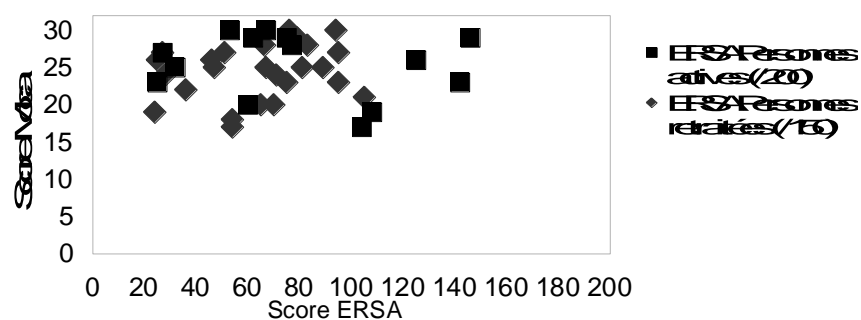




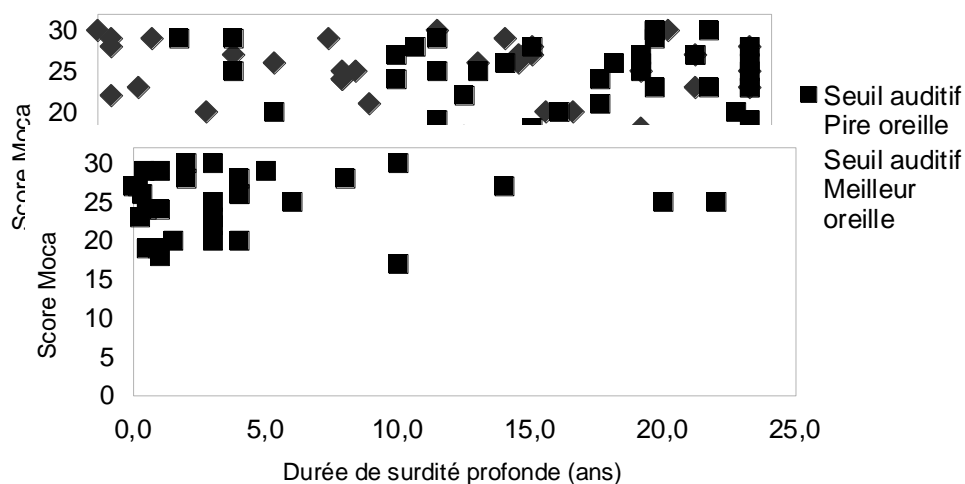
- phrases dans le bruit (sans lecture labiale) :



Histogrammes de corrélations entre les tests de qualité de vie ERSA et APHAB, et les performances cognitives au MoCA.

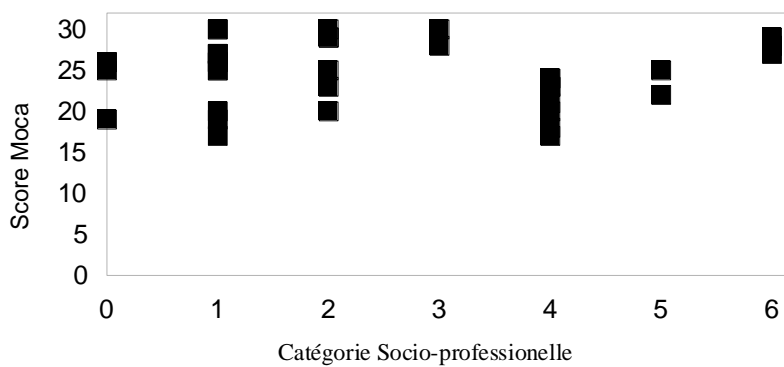
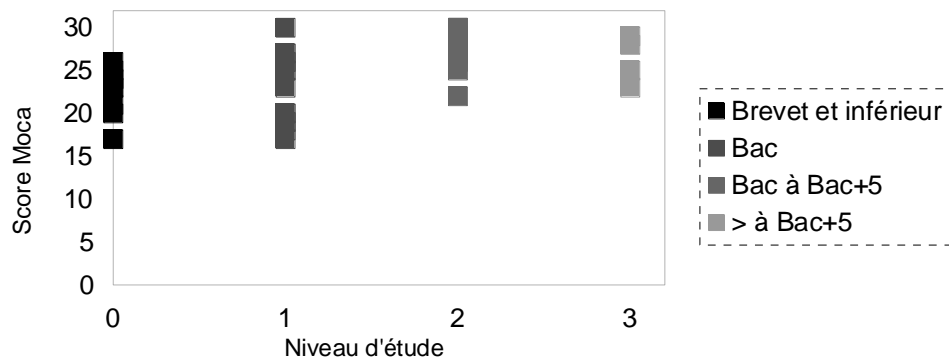
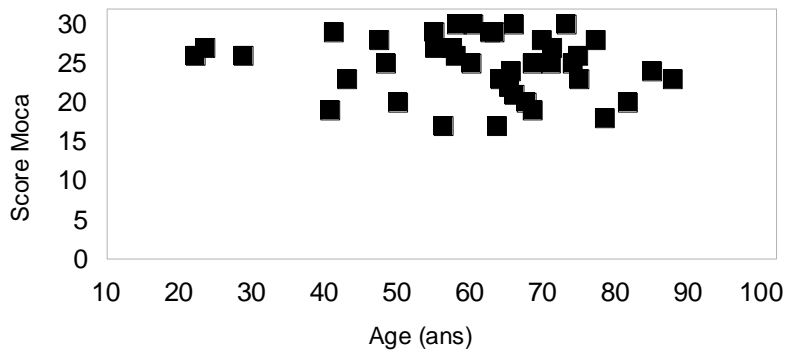


Histogrammes de corrélations entre les seuils auditifs, la durée de surdité profonde et les performances cognitives au MoCA.



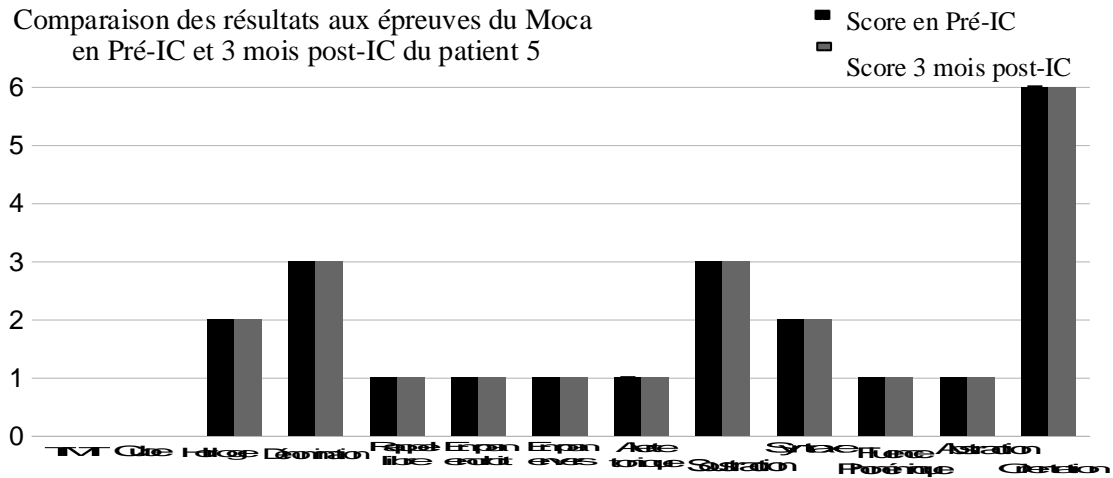
## Annexe F

Histogrammes de corrélations entre l'âge, le niveau d'étude, la catégorie socio-professionnelle et les performances cognitives au MoCA.

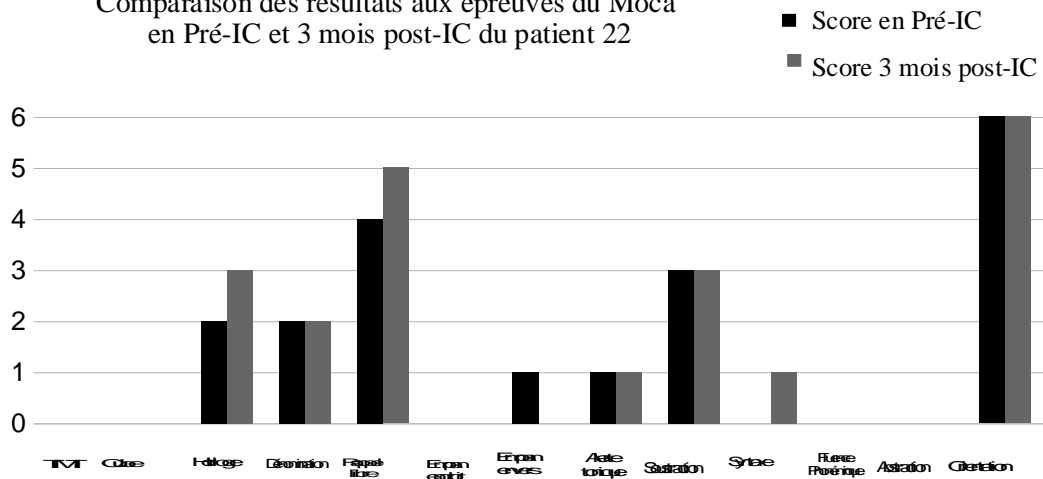


## Annexe G

Comparaison des résultats aux épreuves du Moca en Pré-IC et 3 mois post-IC du patient 5



Comparaison des résultats aux épreuves du Moca en Pré-IC et 3 mois post-IC du patient 22

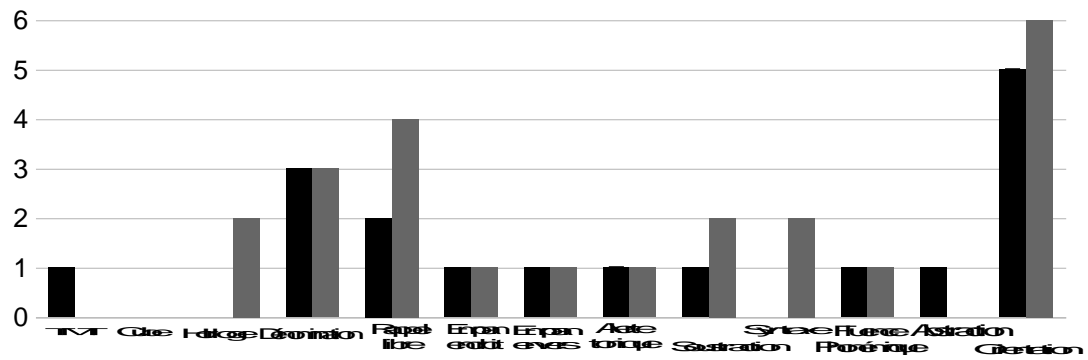


Étude de cas :



Comparaison des résultats aux épreuves du Moca en Pré-IC et 3 mois post-IC du patient 23

■ Score en Pré-IC  
 ■ Score 3 mois post-IC

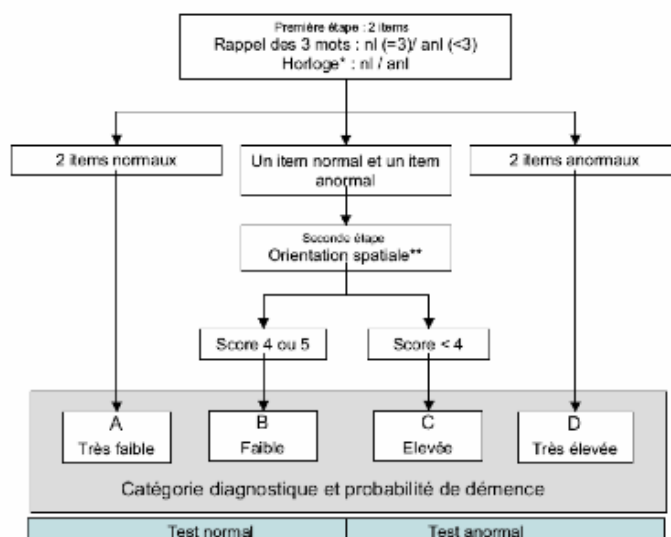


# Annexe H

Test Codex : Arbre de décision et feuille de passation.

## Evaluation cognitive ultra-rapide par le test CODEX Page à imprimer pour les dossiers médicaux

Nom : ..... Date : .....  
Prénom : ..... Evalueur : .....



### Cotation du test CODEX

#### 1. Cotation du test de l'horloge :

Les nombres sont-ils tous présents ? Oui-Non  
Sont-ils correctement placés ? Oui-Non  
Y a-t-il une petite et une grande aiguille ? Oui-Non  
Leurs directions sont-elles convenables ? Oui-Non

**4 OUI = horloge normale  
sinon anormale**

#### 2. Cotation du rappel des 3 mots

Les 3 mots sont bien rappelés = **Rappel des 3 mots normal**

#### 3. Utilisez l'arbre de décision pour savoir si la seconde étape est nécessaire

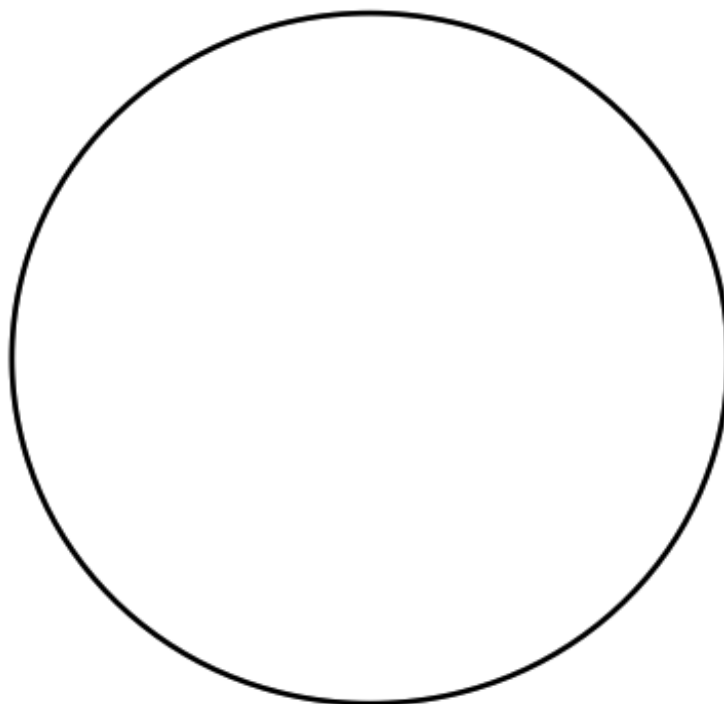
Horloge et 3 mots normaux = CODEX normal (Catégorie diagnostique A)  
Horloge et 3 mots anormaux = CODEX anormal (Catégorie diagnostique D)  
Autres cas = faire la seconde étape

#### 4. Cotation de la seconde étape :

Comptez 1 point par bonne réponse  
Somme = 4 ou 5 : = CODEX normal (Catégorie diagnostique B)  
Somme = 0, 1, 2 ou 3 = CODEX anormal (Catégorie diagnostique C)

Le test CODEX a été mis au point par le Pr Belmin et son équipe à l'hôpital Charles Foix, Ivry-sur-Seine  
Information sur le test sur le site [www.testcodex.org](http://www.testcodex.org)  
Références : Presse Med 2007; 36:1183-90; Revue de Gériatrie 2007; 32:627-31.

Feuille de passation



NOM : .....  
PRENOM : .....  
Heure demandée : .....

Date : .....  
Evalueur .....

---

*Le test CODEX a été mis au point par le Pr Belmin et son équipe à l'hôpital Charles Foix, Ivry-sur-Seine  
Information sur le test sur le site [www.testcodex.org](http://www.testcodex.org)  
Références : Presse Med 2007; 36:1183-90 ; Revue de Gériatrie 2007; 32:627-31.*

---

## **Annexe I**

Test MoCA : feuille de passation.



**Montreal Cognitive Assessment  
(MoCA)  
Instructions pour l'administration et la cotation**

Le Montreal cognitive assessment (MoCA) a été conçu pour l'évaluation des dysfonctions cognitives légères. Il évalue les fonctions suivantes : l'attention, la concentration, les fonctions exécutives, la mémoire, le langage, les capacités visuoconstructives, les capacités d'abstraction, le calcul et l'orientation. Le temps d'exécution est de dix minutes approximativement. Le nombre de points maximum est de 30; un score de 26 et plus est considéré normal.

**1. Alternance conceptuelle :**

Administration : L'examinateur donne les instructions suivantes, en indiquant l'endroit approprié sur la feuille : « *Je veux que vous traciez une ligne en alternant d'un chiffre à une lettre, tout en respectant l'ordre chronologique et l'ordre de l'alphabet. Commencez ici (indiquez le 1) et tracez la ligne vers la lettre A, ensuite vers le 2, etc. Terminez ici* » (indiquez le E).

Cotation : Un point est alloué si le sujet réussit la séquence suivante :  
1 – A – 2 – B – 3 – C – 4 – D – 5 – E

N'allouez aucun point si une erreur n'est pas immédiatement corrigée par le sujet.

**2. Capacités visuoconstructives (Cube) :**

Administration : L'examinateur donne les instructions suivantes, indiquant cube : « *Je veux que vous copiez ce dessin le plus précisément possible.* »

Cotation : Un point est alloué si le dessin est correctement réalisé.

- Le dessin doit être tridimensionnel
- Toutes les arêtes sont présentes
- Il n'y a pas d'arête supplémentaire
- Les arêtes sont relativement parallèles et de même longueur approximative (les prismes rectangulaires sont acceptables)

Le point n'est pas alloué si les critères ci-dessus ne sont pas respectés.

**3. Capacités visuoconstructives (Horloge) :**

Administration : Indiquant l'espace approprié, l'examinateur donne les instructions suivantes: « *Maintenant je veux que vous dessiniez une horloge en plaçant tous les chiffres et indiquant l'heure à 11h10.* »

Cotation : Un point est alloué pour chacun des trois critères suivants.

- Contour (1 pt.) : Le contour doit être un cercle avec peu de déformation. (e.g. déformation mineure de la fermeture du cercle)
- Chiffres (1 pt.) : Tous les chiffres doivent être présents sans aucun chiffre en surplus; les chiffres doivent être dans le bon ordre et bien positionnés ; les chiffres Romains sont acceptés ainsi que les chiffres inscrits à l'extérieur du contour.
- Aiguilles (1 pt.) : Les deux aiguilles doivent indiquer la bonne heure ; l'aiguille de l'heure doit être clairement plus petite que l'aiguille des minutes. La jonction des aiguilles doit être proche du centre de l'horloge.
- Un point n'est pas alloué si les critères ci-dessus ne sont pas respectés.

#### 4. **Dénomination :**

Administration : L'examineur demande au sujet de nommer le nom de chacun des animaux, de la gauche vers la droite.

Cotation : Un point est alloué pour la dénomination exacte de chacun des dessins : (1) lion (2) rhinocéros ou rhino (3) chameau ou dromadaire.

#### 5. **Mémoire :**

Administration : L'examineur lit une liste de 5 mots à un rythme de 1 par seconde, après avoir donné les instructions suivantes : *«Ceci est un test de mémoire. Je vais vous lire une liste de mots que vous aurez à retenir. Écoutez attentivement et quand j'aurai terminé, je veux que vous me redisiez le plus de mots possible dont vous pouvez vous rappeler, dans l'ordre que vous voulez»*. L'examineur lit la liste de mots une première fois et identifie par un crochet (✓), dans l'espace réservé à cet effet, chacun des mots énoncés par le sujet. Lorsque le sujet a terminé (s'est souvenu de tous les mots), ou s'il ne peut se rappeler davantage de mots, l'examineur relit la liste de mots après avoir donné les instructions suivantes : *«Maintenant je vais lire la même liste de mots une seconde fois. Essayez de vous rappeler du plus grand nombre de mots possible, y compris ceux que vous avez énoncés la première fois»*. L'examineur identifie par un crochet, dans l'espace réservé à cet effet, chacun des mots énoncés au deuxième essai. À la fin du deuxième essai, l'examineur informe le sujet qu'il devra retenir ces mots car il aura à les redire à la fin du test.

Cotation : Aucun point n'est alloué pour le rappel immédiat après le premier et le deuxième essai.

#### 6. **Attention :**

Empan numérique : Administration : L'examineur lit une séquence de 5 chiffres à un rythme de 1 par seconde, après avoir donné les instructions suivantes : *«Je vais vous dire une série de chiffres, et lorsque j'aurai terminé, je veux que vous répétiez ces chiffres dans le même ordre que je vous les ai présentés»*.

Empan numérique inversé : Administration : L'examineur lit ensuite une séquence de 3 chiffres à un rythme de 1 par seconde, après avoir donné les instructions suivantes : *«Je vais vous dire une série de chiffres, et lorsque j'aurai terminé, je veux que vous répétiez ces chiffres dans l'ordre inverse que je vous les ai présentés»*.

Cotation : Un point est alloué pour chacune des séquences correctement répétées (N.B. : la séquence exacte de l'empan à rebours est 2-4-7).

Concentration : Administration : L'examineur lit une série de lettres à un rythme de 1 par seconde, après avoir donné les instructions suivantes : *«Je vais vous lire une série de lettres. Chaque fois que je dirai la lettre A, vous devrez taper de la main une fois. Lorsque je dirai une lettre différente du A, vous ne taperez pas de la main»*.

Cotation : Aucun point n'est alloué s'il y a plus d'une erreur (e.g. tape sur une mauvaise lettre ou omet de taper sur une lettre A).

Calcul sérié : Administration : L'examineur donne les instructions suivantes : *«Maintenant je veux que vous calculiez 100 - 7, et ensuite, continuez de soustraire 7 de votre réponse, jusqu'à ce que je vous dise d'arrêter»*. L'examineur peut répéter les instructions une deuxième fois si nécessaire.

Cotation : Cet item est coté sur 3 points. N'allouer aucun point si aucune soustraction n'est correcte. 1 point pour 1 soustraction correcte. 2 points pour 2 ou 3 soustractions correctes. 3 points pour 4 ou 5 soustractions correctes. Chaque soustraction est évaluée individuellement. Si le sujet fait une erreur de soustraction mais par la suite soustrait correctement le chiffre 7 mais à partir du chiffre erroné, les points sont alloués lorsque la soustraction du chiffre 7 est correcte, e.g.  $100 - 7 = 92 - 85 - 78 - 71 - 64$ . Le "92" est incorrect mais tous les chiffres subséquents sont corrects. Donc il s'agit de 4 soustractions correctes, le score est de 3 points.

#### 7. **Répétition de phrases :**

Administration : L'examinateur donne les instructions suivantes : «*Maintenant je vais vous lire une phrase et je veux que vous la répétiez après moi : «Le colibri a déposé ses oeufs sur le sable».* Ensuite, l'examinateur dit : «*Maintenant je vais vous lire une seconde phrase et vous allez la répéter après moi : L'argument de l'avocat les a convaincus».*

Cotation : Un point est alloué pour chaque phrase correctement répétée. La répétition doit être exacte. L'examinateur sera vigilant pour les erreurs d'omission, de substitution et d'addition.

#### 8. **Fluidité verbale :**

Administration : L'examinateur donne les instructions suivantes : «*Je veux que vous me disiez le plus de mots possible qui débutent par une lettre de l'alphabet que je vais vous dire. Vous pouvez dire n'importe quelle sorte de mot, sauf les noms propres, des chiffres, les conjugaisons de verbe (e.g. mange, mangerons, mangerez) et les mots de même famille (e.g. pomme, pommette, pommier). Je vais vous dire d'arrêter après une minute. Êtes-vous prêt ? Maintenant, dites le plus de mots possible qui commencent par la lettre F».*

Cotation : Un point est alloué si le sujet énonce 11 mots et plus en une minute.

#### 9. **Similitudes :**

Administration : L'examinateur demande au sujet de donner le point commun entre deux items présentés, en illustrant par l'exemple suivant: «*En quoi une orange et une banane sont-elles semblables*» ? Si le sujet fournit une réponse concrète, l'examinateur demande à une seule autre reprise : «*Donnez-moi une autre raison pour laquelle une orange et une banane se ressemblent*». Si le sujet ne donne pas la bonne réponse, dites : «*oui, et elles sont toutes les deux des fruits*». Ne pas donner d'autres instructions ou explications.

Après l'épreuve d'essai, l'examinateur demande : «*Maintenant, dites-moi en quoi un train et une bicyclette se ressemblent*». Ensuite, l'examinateur demande : «*Maintenant, dites-moi en quoi une montre et une règle se ressemblent*». Ne pas donner d'instruction ou d'indice supplémentaire.

Cotation : Un point est alloué pour chacune des deux dernières paires correctement réussie. Les réponses suivantes sont acceptées : pour train-bicyclette ; moyens de transport, moyens de locomotion, pour voyager; règle-montre / instruments de mesure, pour mesurer. Les réponses **non** acceptables : pour train-bicyclette : ils ont des roues, ils roulent ; et pour règle-montre : ils ont des chiffres.



## 10. **Rappel différé**

Administration : L'examinateur donne les instructions suivantes : «*Je vous ai lu une série de mots plus tôt dont je vous ai demandé de vous rappeler. Maintenant, dites-moi tous les mots dont vous vous rappelez*»

L'examinateur identifie les mots correctement énoncés sans indice, par un crochet (✓) dans l'espace réservé à cet effet.

Cotation : Un point est alloué pour chacun des mots **rappelés spontanément, sans indice**.

### **Optionnel :**

Pour les mots dont le sujet ne se rappelle pas spontanément, l'examinateur fournit un indice catégoriel (sémantique). Ensuite, pour les mots dont le sujet ne se rappelle pas malgré l'indice sémantique, l'examinateur fournit un choix de réponses et le sujet doit alors identifier le mot approprié. Les indices pour chacun des mots sont présentés ci-bas:

VISAGE :	<u>indice catégoriel</u> : partie du corps	<u>choix de réponses</u> : nez, visage, main
VELOURS :	<u>indice catégoriel</u> : tissu	<u>choix de réponses</u> : denim, coton, velour
ÉGLISE :	<u>indice catégoriel</u> : bâtiment	<u>choix de réponses</u> : église, école, hôpital
MARGUERITE :	<u>indice catégoriel</u> : fleur	<u>choix de réponses</u> : rose, marguerite, tulipe
ROUGE :	<u>indice catégoriel</u> : couleur	<u>choix de réponses</u> : rouge, bleu, vert

Cotation : **Pas de points pour les mots rappelés avec indice**. Identifier par un crochet (✓) dans l'espace approprié les mots qui ont été énoncés suite à un indice (catégoriel ou choix de réponse). L'apport d'indices fournit des informations cliniques sur la nature des difficultés mnésiques. Pour les difficultés de récupération de l'information, la performance peut être améliorée par les indices. Dans le cas de difficultés d'encodage, les indices n'améliorent pas la performance.

## 11. **Orientation :**

Administration : L'examinateur donne les instructions suivantes : «*Dites-moi quelle date sommes-nous aujourd'hui*» ? Si le sujet fournit une réponse incomplète, l'examinateur dit : «*Dites-moi l'année, le mois, la date, et le jour exact*». Ensuite, l'examinateur demande : «*Maintenant, dites-moi comment s'appelle l'endroit où nous sommes présentement et dans quelle ville est-ce*» ?

Cotation : Un point est alloué pour chacune des réponses exactement énoncées. Le sujet doit dire la date exacte et l'endroit exact (hôpital, clinique, bureau, etc.). Aucun point n'est alloué si le sujet se trompe d'une seule journée pour la date et le jour.

### **TOTAL :**

Additionnez tous les points accumulés dans l'espace droit de la feuille, pour un maximum de 30 points. Ajouter un point si la scolarité du sujet est de 12 ans ou moins (si le MoCA est plus petit que 30). Un score égal ou supérieur à 26 est considéré normal.

## Annexe J

Liste de Lafon :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
soie	année	ride	bile	rôde	abbé	balle	bille	brin	bol	bois
ride	gîte	foc	dore	fente	sud	soude	doute	faille	rade	dard
bulle	mole	agis	sage	tige	fausse	mur	laine	sauge	touffe	faute
avant	suc	vague	gaine	grain	joute	nef	longe	langue	gêne	amas
grain	lange	cran	fil	cave	dogue	change	gave	sotte	raide	gîte
tronc	teinte	lobe	cru	bulle	acquis	gage	seul	molle	étang	ganse
dard	coude	mieux	boule	somme	ville	trou	ami	drap	route	cahot
faîne	bois	natte	cale	mène	mare	malle	tasse	mille	mise	père
mille	doute	col	bonne	preux	noce	tonne	chêne	naine	année	mine
craie	crin	buée	rive	bord	appas	peur	pré	pire	pile	tronc
masse	natte	fort	sol	souille	route	rampe	sur	tank	sort	passé
ânon	touffe	soupe	tempe	oser	cil	puce	crin	pur	masse	tord
pris	paille	tonte	fauve	site	fête	cor	vol	suer	fève	élan
saupe	rive	vèle	phase	bouée	veule	vite	front	rêve	pince	voix
chatte	tard	nage	mule	sauve	chaise	rance	ruse	vase	bac	pèse
sève	cil	souche	chatte	chance	bêche	mouche	louche	mèche	blanche	bûche
rase	voûte	rogne	règne	gagne	souille	filie	bagne	teigne	saigne	paille

Liste de Fournier :

Le coupon	Le reflet	Le sapin	Le cadet	Le crayon
Le marché	Le croquis	Le corset	Le bidon	Le château
Le doyen	Le moineau	Le charbon	Le jur <sup>y</sup>	Le fusain
Le torrent	Le dégoût	Le serment	Le sursaut	Le délit
Le festin	Le projet	Le radeau	Le rentier	Le glouton
Le cliché	Le chausson	Le valet	Le flacon	Le baudet
Le drapeau	Le reçu	Le cousin	Le bourreau	Le dévot
Le juron	Le déchet	Le foyer	Le piment	Le combat
Le pari	Le fragment	Le pardon	Le béton	Le pro fit
Le sujet	Le renom	Le hibou	Le lingot	Le cerveau

Liste de phrases MBAA :

MMBA Liste 1

1. Il y a du monde aujourd'hui.
2. Bonjour, comment ça va ?
3. On va chez le médecin ce soir.
4. Ma voiture est encore en panne.
5. Quelle heure est-il ?
6. Je m'intéresse à cette histoire.
7. J'ai mis un poulet au four.
8. Les enfants se sont encore disputés ce soir.
9. Il faut payer les factures avant la fin du mois.
10. J'ai perdu les clefs du garage.
11. La voiture roulait beaucoup trop vite.
12. Il y a un bon film à la télévision.
13. Tu joues encore au foot ?
14. Il faut que tu achètes du sel et du poivre.
15. Cette maison est beaucoup trop chère.

## **Annexe K**

Questionnaires de qualité de vie ERSA

## Evaluation du Retentissement de la Surdité chez l'Adulte ERSA

26/06/2009

Indiquez votre degré de satisfaction : plus le chiffre est élevé, plus vous êtes satisfait, plus le chiffre est faible, moins vous êtes satisfait.

### Qualité de Vie

- 1) Comment estimez-vous votre qualité de vie ?  

Pas satisfaisante	Moyennement satisfaisante	Satisfaisante
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 2) Vous sentez-vous autonome dans votre quotidien ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 3) Comment qualifiez-vous votre moral en ce moment ?  

Pas satisfaisant	Moyennement satisfaisant	Satisfaisant
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 4) Avez-vous généralement confiance en vous ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 5) Avez-vous envie d'entreprendre de nouveaux projets ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		

### Vie personnelle

- 1) Comment qualifiez-vous la communication avec vos proches ?  

Très difficile	± Facile	Très facile
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 2) Pouvez-vous suivre facilement une conversation sans en connaître le thème ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 3) Pouvez-vous participer à une conversation avec plusieurs personnes, en milieu calme ?  

Jamais	Parfois	Souvent
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 4) Etes-vous à l'aise pour discuter dans un environnement bruyant ? (réunion familiale, repas avec télévision...)  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 5) Avez-vous suffisamment confiance en vous pour initier une discussion avec vos proches ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		

### Vie sociale

- 1) Avez-vous une vie sociale satisfaisante malgré votre surdité ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 2) Vous sentez-vous à l'aise dans les groupes sociaux auxquels vous appartenez ? (club de sport, association, activités, vie de quartier...)  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 3) Etes-vous volontiers en contact direct avec vos amis ? (rencontres, téléphone...)  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 4) Allez-vous facilement vers des personnes inconnues ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
- 5) Etes-vous à l'aise pour discuter lorsqu'il y a plusieurs conversations autour de vous ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		

### Vie professionnelle

- Avez-vous une activité professionnelle ?  
 Oui  Au même poste  Autre poste dans la même entreprise  Autre travail  
 Non  Je n'ai jamais travaillé  Travail arrêté du fait de la surdité  Retraité  
*Si vous avez répondu oui, répondez aux 5 questions suivantes.*
- 1) Etes-vous à l'aise dans vos relations professionnelles ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
  - 2) Vous sentez-vous à l'aise pour participer dans les réunions de travail ? (prise de parole)  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
  - 3) Vous sentez-vous à l'aise dans les situations particulières comme l'utilisation du téléphone, la pratique d'une langue étrangère ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
  - 4) Pensez-vous pouvoir acquirir de nouvelles connaissances dans le cadre de votre travail ? (langues étrangères, formation continue...)  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
  - 5) Pensez-vous pouvoir évoluer dans votre travail malgré votre surdité ?  

Pas du tout	Plutôt	Tout � fait
⓪	Ⓜ	Ⓢ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		

## Questionnaires de qualité de vie APHAB

	Toujours (99%)	Presque toujours (87%)	En général (75%)	La moitié du temps (50%)	De temps à autre (25%)	Rarement (12%)	Jamais (1%)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							

## TESTS COGNITIFS DE DEPISTAGE CODEX ET MoCA CHEZ L'ADULTE PRESENTANT UNE SURDITE EVOLUTIVE

### *Résumé*

CONTEXTE : Un lien a été montré entre le vieillissement auditif et le vieillissement cognitif.

OBJECTIF : L'objectif de cette étude est de déterminer si les capacités cognitives des patients presbycusiques, évaluées avec les tests CODEX et MoCA, sont différentes de celles des sujets normo-entendants de même âge.

METHODE : Les performances auditives de 40 patients adultes présentant une surdité profonde évolutive ont été testées lors d'un bilan pré-implantation avec des listes de syllabes, de mots et de phrases proposées en modalité auditive et avec les tests cognitifs de dépistage CODEX et MoCA proposés en modalité visuelle.

RESULTATS : Le profil cognitif des sujets presbycusiques est différent des normo-entendants, les épreuves testant les fonctions exécutives et la mémoire épisodique apparaissant discriminantes chez ces patients.

CONCLUSION : Les tests cognitifs de dépistage MoCA et Codex, simples et rapides, pourront être utilisés dans le suivi longitudinal des sujets implantés cochléaires afin de confirmer l'amélioration des fonctions cognitives grâce à la réhabilitation auditive.

### *Abstract*

BACKGROUND: A link was shown between age-related hearing loss and age-related cognition.

AIM: The purpose of this paper is to determine whether the cognitive abilities of patients with presbycusis, evaluated by CODEX and MoCA cognitive tests, differed from those of healthy age-matched controls.

METHOD: 40 adult patients with deep and progressive hearing loss were tested prior to implantation on lists of syllables, words and sentences presented in the auditory mode and with 2 cognitive tests CODEX and MoCA presented in the visual mode.

RESULTS: The cognitive profile of deaf adults is different from that of hearing subjects since the items testing executive functions and episodic memory seem to discriminate deaf adults.

CONCLUSIONS: The easy and rapid to use cognitive screening tests CODEX and MoCA can be used for longitudinal follow-up of cochlear implanted subjects so as to confirm the improvement of cognitive functions after hearing rehabilitation.

**Mots clés :** Surdité évolutive - Fonctions cognitives - CODEX - MoCA- Implant cochléaire.

**Keywords :** Adulthood onset deafness - CODEX - MoCA - Cognitive functions - cochlear implants.

**Pages :** 89 - **Références bibliographiques :** 114  
**Annexes :** 20 - **Document audio-visuel :** CD-Rom