

**CENTRE DE RECHERCHES, D'ÉTUDES ET DE
FORMATION ENAUDIOPROTHÈSE**



Impact de l'appareillage auditif sur les fonctions cognitives

Mémoire de fin d'études du Diplôme d'État
d'Audioprothésiste

Présenté le vendredi 30 août 2024 devant le jury d'examen

Par **Emilie VIVEN**

Maître de mémoire : Arthur CAHUZAC

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont soutenu la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, un grand merci à mon maître de mémoire, M. Arthur CAHUZAC, pour son accompagnement et ses conseils avisés. Son soutien a été crucial tout au long de ce projet.

Je souhaite également remercier mes professeurs, pour leurs retours constructifs et leur aide précieuse. Vos enseignements ont été d'une grande valeur pour mon mémoire.

Merci à ma collègue, Jennifer CERNY, pour son soutien constant et ses bons conseils.

Enfin, je remercie les membres du jury, pour avoir pris le temps d'évaluer ce travail et pour leurs remarques pertinentes.

Un merci tout particulier à mon conjoint, ma famille et mes amis pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de cette aventure. Leur présence a été d'un grand réconfort durant les moments difficiles.

À tous, merci pour votre aide et votre bienveillance.

Liste des figures et tableaux

Tableau 1 : Tableau descriptif des données moyennes de la population

Figure 1 : Audiogramme tonal moyen de l'oreille gauche et droite, au casque (CA); ainsi que l'audiogramme tonal moyen en champ libre avec et sans appareils auditifs, de l'ensemble de la population

Figure 2 : Audiogramme vocal moyen de l'oreille gauche et droite, au casque (CA), ainsi que l'audiogramme vocal moyen en champ libre avec et sans appareils auditifs, de l'ensemble de la population

Figure3 : Comparaison des scores MoCA avant appareillage et après 6 mois d'appareillage

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des scores MoCA moyens du groupe MoCA normal et MoCA subnormal

Figure 4 : Relation entre le data logging et la différence des scores MoCA

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des scores MoCA 1 et de la perte auditive moyenne de la meilleure oreille du groupe perte légère et du groupe perte moyenne

Liste des abréviations

MoCA: Evaluation Cognitive de Montréal (Montreal Cognitive Assessment)

PAM: Perte Auditive Moyenne

dB(HL): Decibel(s) "Hearing Level"

dB : Decibel(s).

BIAP: Bureau International d'AudioPhonologie

CA : Conduction Aérienne

n : effectif

Hz : Hertz.

Table des matières

Introduction	1
Matériel et Méthode	4
Population.....	4
Matériel	5
Matériel de mesure	5
Evaluation MoCA version non verbale	5
Statistiques	6
Méthode.....	7
Première visite (J-1)	7
Deuxième visite (J0).....	7
Troisième visite (J180).....	8
Analyses statistiques	9
Résultats	10
Description de la population	10
Analyse des scores MoCA à J0(1) et J180(2)	13
Population générale	13
Analyse par groupe de performance cognitive.....	15
Analyse par régression linéaire multiple de la différence des scores MoCA 2 - MoCA 1 ..	16
Analyse de régression linéaire multiple sur les sous tests MoCA.....	18
Analyse de régression linéaire multiple pour les scores MoCA 1	18

Population générale	18
Analyses de sous-groupes basées sur la perte auditive	18
Discussion	20
Limites.....	22
Conclusion.....	24
Bibliographie.....	26
Annexes	31
Résumé.....	37

Introduction

En l'espace d'un siècle, la population française a vu son espérance de vie augmenter de plus de 30 ans, entraînant une modification notable de la répartition par âge. Phénomène accentué par l'arrivée de la génération « baby-boom » dans le troisième âge (Amieva, 2018).

Selon les estimations, la population française pourrait atteindre 76,4 millions d'individus d'ici 2070, avec une augmentation marquée des personnes âgées de 65 ans et plus, en particulier celles de 75 ans et plus. (*Population par âge – Tableaux de l'économie française* | Insee, s. d.)

Cette évolution démographique soulève des questions cruciales sur le « bien vieillir » et les conditions de vie de ces années supplémentaires. Parmi les principaux défis du vieillissement en bonne santé, le déclin cognitif et la démence représentent des enjeux majeurs de santé publique. Ces affections, qui entraînent des pertes de mémoire et des altérations des fonctions cognitives, peuvent fortement impacter le quotidien. Environ un patient sur deux présentant un déclin cognitif léger développera une démence dans les trois ans (*Démence - Troubles neurologiques*, s. d.)

Le rapport international sur la maladie d'Alzheimer de 2015 prédit que la prévalence de la démence doublera tous les 20 ans au cours des quarante prochaines années, atteignant plus de 131 millions de personnes d'ici 2050. (Prince et al., s. d.) Face à cette perspective, il est essentiel de comprendre les facteurs de risque modifiables influençant la survenue de syndromes démentiels. La commission Lancet de 2020 révèle que 40% des cas pourraient être évités ou retardés grâce à 12 facteurs de risques identifiés, dont la perte auditive, qui se distingue comme un facteur de risque majeur et traitable de la démence et du déclin cognitif. (Livingston et al., 2020)

La perte auditive est la troisième cause mondiale d'années vécues avec un handicap chez les personnes âgées. (GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators, 2020) Une étude américaine montre que sa prévalence double à chaque décennie d'âge, atteignant près des deux tiers des adultes de 70 ans et plus (Lin, Niparko, et al., 2011). Des études transversales et longitudinales ont confirmé que la perte auditive est un facteur de risque indépendant d'accélération du déclin cognitif (Gurgel et al., 2014; Lin et al., 2013, 2014; Lin, Metter, et al., 2011; Lopes et al., 2007). Comparativement à une population normo-entendante, les personnes atteintes de déficience auditive légère, modérée et sévère, présentent, respectivement, un risque 2, 3 et 5 fois plus élevé de démence toutes causes confondues, sur un suivi de plus de 10 ans. (Lin, Metter, et al., 2011). Selon la commission Lancet, entre 8 et 9% des cas de démence dans le monde pourraient être évités grâce à la réhabilitation auditive. (Livingston et al., 2017, 2020)

Les études montrent une association indépendante entre perte auditive et déficiences cognitives, déclin cognitif accéléré et incidence plus importante de démence. (Lin, Metter, et al., 2011; Lopes et al., 2007) Il est alors intéressant de se questionner sur les mécanismes précis reliant perte auditive et déclin cognitif. Trois hypothèses principales émergent dans la communauté scientifique (Lin & Albert, 2014; Slade et al., 2020) : l'hypothèse de cause commune postulant une pathologie neurodégénérative commune, l'hypothèse de dégradation de l'information (ou charge cognitive), et l'hypothèse de privation sensorielle.

Cependant, la plupart des études sur les liens entre audition et cognition utilisent des modalités d'évaluation cognitive verbales. Il est donc possible que les personnes âgées malentendantes ne comprennent pas bien les instructions verbales des tests cognitifs, ce qui peut entraîner de nombreux faux positifs. (Dupuis et al., 2015; Gaeta et al., 2019; Jorgensen et

al., 2016; Lim & Loo, 2018; MacDonald et al., 2012; Parker et al., 2020)

Les études sur l'effet de la réhabilitation auditive sur les fonctions cognitives sont partagées. Une étude de 2015 ne trouve pas d'améliorations significatives des fonctions cognitives après plusieurs années de port d'appareils auditifs (Dawes et al., 2015). Une autre étude de 2017 sur les bénéfices cognitifs des aides auditives chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer n'a trouvé aucune différence significative entre le groupe aide auditive et le groupe placebo (Nguyen et al., 2017). Une méta-analyse associe cependant une diminution de 19% des risques de déclin cognitif à long terme avec l'utilisation d'appareils auditifs (Yeo et al., 2023). Les résultats récents d'une étude contrôlée randomisée de Lin affirment que la réhabilitation auditive pourrait réduire le déclin cognitif des personnes âgées à haut risque de troubles cognitifs mais pas chez celles à faible risque (Lin et al., 2023).

Les relations entre perte auditive et déclin cognitif chez les personnes âgées restent donc complexes. La réhabilitation auditive via des appareils auditifs améliore-t-elle la cognition globale ? Ou l'amplification permet-elle simplement de mieux comprendre les consignes des tests cognitifs, réduisant ainsi l'effort d'écoute ?

L'objectif de ce mémoire est donc d'étudier l'évolution des scores de l'Evaluation Cognitive de Montréal (Montreal Cognitive Assessment ou MoCA) en modalité non verbale chez des patients âgés, atteints de presbycusie, avant et après 6 mois de primo-appareillage.

L'hypothèse principale avancée est qu'il n'y aura pas de différences significatives entre les scores MoCA avant et après appareillage lorsqu'on supprime les modalités verbales du test.

Matériel et Méthode

Population

Afin de pouvoir répondre correctement à notre problématique, il a fallu déterminer des critères d'inclusion et d'exclusion pour définir une population cible. Le nombre de participants devait être le plus élevé possible afin d'assurer une certaine robustesse statistique. Ont été choisis des individus âgés de 60 ans ou plus, âge où les déficits cognitifs deviennent significatifs (Harada et al., 2013) ; ayant une perte auditive bilatérale symétrique (PAM supérieure à 30 dB(HL), calculée selon la méthodologie du BIAP) ; de type presbycusie : notre population est ainsi représentative du vieillissement normal de la fonction auditive ; n'ayant jamais été appareillés auparavant, même lors d'un essai. Cette décision méthodologique vise à réduire les biais potentiels et à obtenir des résultats plus clairs concernant l'impact immédiat des aides auditives.

Le choix de l'appareillage ne reposait sur aucun critère strict. Il était déterminé par l'audioprothésiste en collaboration avec le patient, en fonction de ses préférences et de ses besoins. L'audioprothésiste décidait de la méthodologie de réglage, de la marque des prothèses ainsi que du couplage acoustique.

Tous les sujets ayant des acouphènes sévères, des problèmes de vue non traités et handicapants, ou un diagnostic de syndrome démentiel ont été exclus des données afin d'éviter certains biais dans les résultats. Les patients ne sachant pas lire ou parler le français ont été exclus des données. Si le patient décidait de ne pas garder son appareillage à la fin de son mois d'essai, il était également exclu des données. Finalement, si le patient ne revenait pas lors de la deuxième session MoCA, il se voyait exclu des données. Au total, 45 patients ont été recrutés, dont 36 ont complété toutes les étapes de l'étude.

Matériel

Matériel de mesure

Tous les tests auditifs se sont déroulés dans une cabine audiométrique conforme au Décret no 85-590 du 10 juin 1985.

Pour effectuer les tests (audiométrie, gain prothétique...) le centre disposait de différents équipements : un casque (SENNHEISER HDA 300), un ossivibrateur et 5 haut-parleurs, reliés à la chaîne de mesures Unity 3 de SIEMENS. La plateforme Noah permettait de répertorier les sessions de mesures (Unity 3) et de réglages (logiciels fabricants). Nous utilisons les dissyllabiques de Fournier pour l'audiométrie vocale au casque et en champ libre. Pour l'audiométrie tonale au casque et en champ libre, des sons purs pulsés étaient utilisés. Un otoscope est également utilisé pour vérifier l'intégrité du conduit auditif externe.

Evaluation MoCA version non verbale

Le MoCA est un test évaluant les fonctions cognitives globales et permettant ainsi la détection des dysfonctions cognitives légères. Il évalue l'attention, la concentration, les fonctions exécutives, la mémoire, le langage, les capacités visuo-constructives, les capacités d'abstraction, le calcul et l'orientation (Nasreddine et al., 2005). Il peut être administré après une formation en ligne (cf. Annexe 1) mais ne peut être interprété que par des professionnels de la santé possédant une expertise en cognition. La passation dure une dizaine de minutes, après quoi un score sur 30 est attribué au patient, la norme étant un score de 26 ou plus. Le MoCA a été validé scientifiquement dans différentes langues, mais aussi pour convenir à un public aveugle ou malentendant (Nasreddine et al., 2005; Nasreddine & Patel, 2016; Völter et al., 2022). Malheureusement, la version malentendante n'est pas disponible en français (cf. Annexe 6). Pour pallier ce manque, les consignes de la version française validée du MoCA ont été retranscrites sur des cartes (comme pour la version malentendante) que le patient

devait lire à voix haute, afin de vérifier sa bonne vue. Pour les épreuves orales du MoCA classique, que nous ne pouvions retranscrire sur des cartes (Sous-catégorie « concentration » de la catégorie « attention » et sous-catégorie « répétition de phrases » de la catégorie « langage »), nous avons traduit et intégré les éléments remplaçants disponibles en anglais dans la version malentendante (cf. Annexes 2, 3 et 6).

Les versions françaises 8.1 et 8.3 ont été utilisées (cf. Annexes 4 et 5).

Statistiques

Pour l'analyse statistique le logiciel JASP et EXCEL ont été utilisés.

Méthode

Avant toute passation concrète, nous avons eu l'occasion de nous entraîner à faire passer le MoCA afin d'acquérir de l'expérience et éviter de fausser les résultats par des maladresses.

Ainsi, cette étude s'est déroulée en trois temps.

Une Première visite (J-1) pendant laquelle a été réalisée une otoscopie, l'audiométrie tonale et vocale au casque et en champ libre, ainsi qu'une explication de mon sujet de mémoire et la demande de participation.

Une Deuxième visite (J0) durant laquelle a été effectuée une passation du MoCA avant la première mise en place des aides auditives.

Et finalement une troisième visite (J180) avec une deuxième passation du MoCA, ainsi que la réalisation des gains prothétiques tonal et vocal, et pour finir un relevé du data-logging (moyenne du temps de port par jour en heures) sur le logiciel fabricant.

L'ensemble des tests auditifs ainsi que la passation MoCA se sont déroulés dans une cabine insonorisée répondant aux conditions acoustiques prévues par l'article L. 4361-6 du Code de la santé publique, sur mon lieu d'alternance de troisième année.

Première visite (J-1)

La première action était de vérifier l'intégrité du conduit auditif externe à l'otoscope, à la suite de quoi, si aucune anomalie n'était détectée, une audiométrie tonale et vocale au casque et en champ libre ont été réalisées. Si le patient correspondait au profil auditif recherché, nous lui parlions de l'éventualité de participer à cette étude et en quoi elle consistait. Le patient nous donnait ou non son accord pour la deuxième visite. A ce stade, 45 patients ont été recrutés, tous remplissant les critères d'inclusion.

Deuxième visite (J0)

Nous faisons passer le MoCA en version non orale (version 8.1) avant le rendez-vous

d'adaptation des aides auditives afin que la fatigabilité du patient ne biaise pas les résultats, la livraison des appareils étant un rendez-vous long et chargé de nouvelles informations. La passation consiste pour le patient à lire les instructions sur les cartes à voix haute et à exécuter ce qui lui est demandé. Nous nous assurons de la capacité de lecture et de compréhension du patient avec une première carte expliquant le dérouler du test, qu'il doit également lire à voix haute mais ne rentrant pas en compte dans la notation du test. Le nombre d'années d'étude du patient est relevé pendant cette deuxième visite. Une fois terminé, le rendez-vous d'adaptation des aides auditives se fait en suivant. Le patient dispose alors du mois d'essai pour décider ou non de garder son appareillage. 2 patients ne sont pas allés au-delà du mois d'essai et ont été exclus des données.

Troisième visite (J180)

C'est au bout de 6 mois d'appareillage (période la plus longue me permettant de recueillir des données et de réaliser ce mémoire) que nous faisons passer le MoCA une seconde fois au patient. Afin d'éviter un effet d'apprentissage, nous avons réalisé la version 8.2 du MoCA retranscrite sur des cartes, la modalité de présentation et la passation ne change pas, ce sont juste certains éléments substitués par d'autres mais qui ont la même validité (Annexe 5). Puis, nous évaluons le gain prothétique tonal et vocal en champ libre à l'aide d'un haut-parleur situé à 1 mètre face au patient. Le gain prothétique tonal est réalisé avec des sons purs pulsés et le gain prothétique vocal l'est avec les listes dissyllabiques de Fournier. Pour les analyses statistiques, le gain prothétique tonal est utilisé en moyennant la différence avec et sans appareils auditifs sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz. La perte auditive utilisée pour les analyses statistiques est la perte auditive moyenne (BIAP) de la meilleure des deux oreilles, comme fait dans de nombreuses études (Dawes et al., 2015). Le data-logging est relevé sur le logiciel fabricant afin d'éviter un biais de désirabilité. 7 patients ne se sont jamais présentés à ce rendez-vous.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été conduites sous le logiciel JASP version 0.18.3

essentiellement. Afin de garantir la validité statistique, la normalité des distributions de nos données a été vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. Lorsque l'hypothèse de normalité n'a pas été vérifiée, le test non paramétrique de Wilcoxon pour échantillons appariés a été utilisé. Lorsque la normalité était vérifiée, un test paramétrique de Student pour échantillons appariés a été utilisé. Pour ce qui est de l'analyse de corrélation de Pearson, un test de Shapiro-Wilk a aussi été utilisé pour vérifier la normalité de la distribution des données.

Pour ce qui est des analyses de régressions linéaires multiples, la sélection des variables du modèle s'est faite en utilisant la méthode « backward » ou descendante. Pour chaque modèle de régression, les résidus ont été examinés pour vérifier les hypothèses d'homoscédasticité et de normalité. Les résidus ont été analysés à l'aide de QQ plots et de graphiques des résidus versus les valeurs prédites pour identifier tout motif anormal. Ces vérifications garantissent que les hypothèses de la régression linéaire sont respectées. Durbin-Watson a aussi été utilisé pour détecter une éventuelle auto-corrélation des résidus. Pour prévenir la multicolinéarité entre les variables indépendantes, le facteur d'inflation de la variance (VIF) et les statistiques de tolérance ont été calculés et vérifiés.

Résultats

Description de la population

Ci-dessous, un tableau récapitulatif des données de la population testée, composée de 36 participants, 19 femmes et 17 hommes.

	MoCA 1	MoCA 2	MoCA 2 – MoCA 1	PAM (en dB(HL))	Data logging (en heures)	Années d'étude	Age	Gain prothétique tonal (en dB)
Moyenne (n=36)	24	25,6	1,6	40,7	8,2	18	74,6	11,3
IC -	22,9	24,8	0,6	38,4	7	17	72,4	10
IC +	25,1	26,5	2,7	43,1	9,4	19	76,8	12,6

Tableau 4 Tableau descriptif des données moyennes de la population

Ce tableau illustre les moyennes (n=36) des scores MoCA obtenus à J0 (MoCA 1) et à J180 (MoCA 2), la moyenne de la différence des scores MoCA 1 et MoCA 2, la moyenne de la perte auditive moyenne de la meilleure oreille en dB(HL), la moyenne du data logging en heures, la moyenne d'années d'étude, la moyenne d'âge et la moyenne du gain prothétique tonal en dB. IC- et IC + correspondent aux intervalles de confiance à 95%.

L'ensemble des données détaillées des 36 participants est à retrouver en Annexe 7.

La figure 1 représente l'audiogramme tonal moyen oreille droite et oreille gauche de l'ensemble des sujets testés. On peut constater une perte auditive assez typique d'une presbyacousie, ainsi qu'une certaine symétrie entre les deux oreilles. Le gain prothétique tonal moyen est satisfaisant.

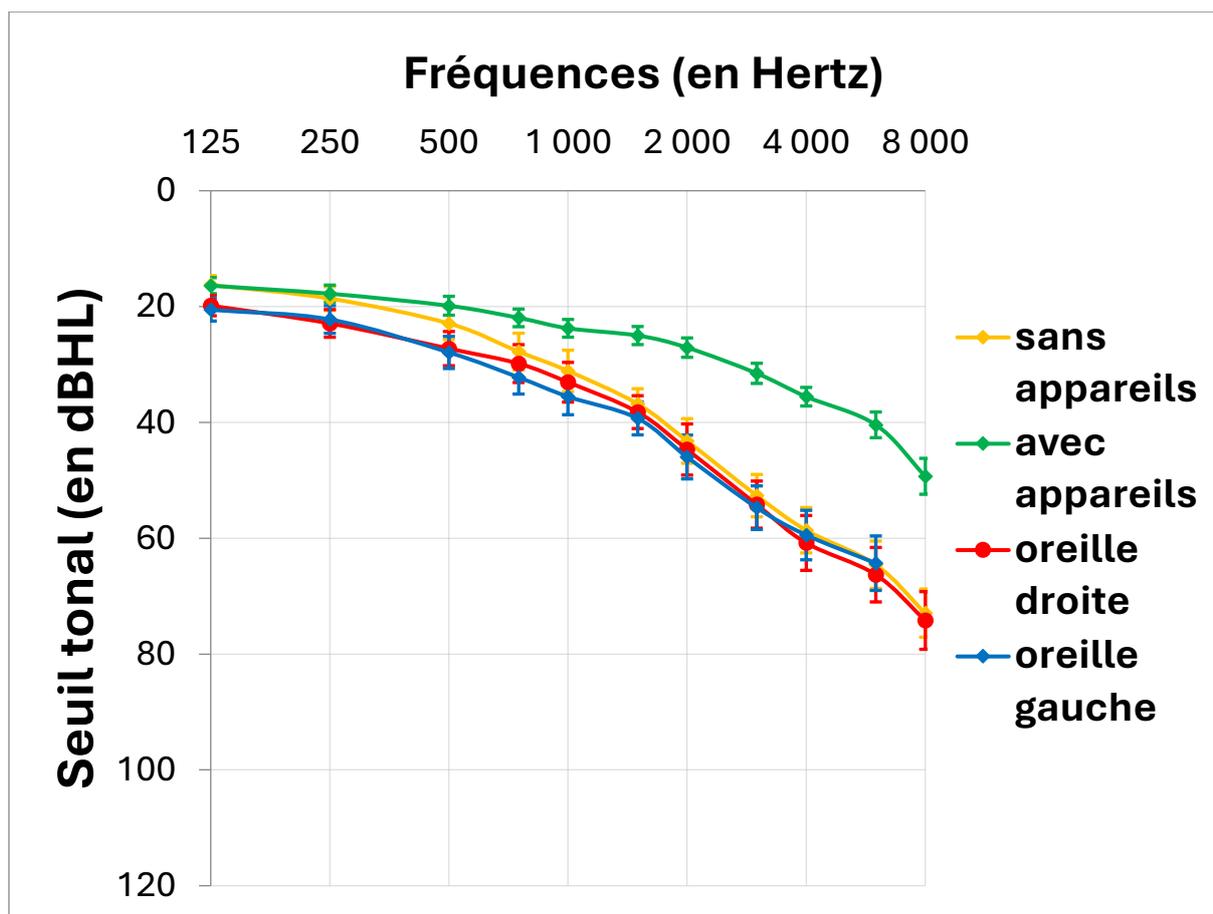


Figure 1 Audiogramme tonal moyen de l'oreille gauche et droite au casque (CA) ; ainsi que l'audiogramme tonal moyen en champ libre avec et sans appareils auditif, de l'ensemble de la population

L'audiogramme correspond au seuil auditif tonal moyen de l'oreille droite (en rouge) et gauche (en bleu), au casque, en conduction aérienne, de la population testée (n=36) ; ainsi qu'au seuil auditif tonal moyen en champ libre avec (gain prothétique tonal, en vert) et sans appareils auditifs (en jaune). Les intervalles de confiance à 95% sont visibles sous la forme de barre d'erreur.

La figure 2 correspond à l'audiogramme vocal moyen oreille droite et oreille gauche, les deux oreilles en même temps, ainsi qu'au gain prothétique vocal moyen. On peut constater que le gain prothétique vocal moyen est également satisfaisant, avec un seuil d'intelligibilité moyen à environ 30 dB.

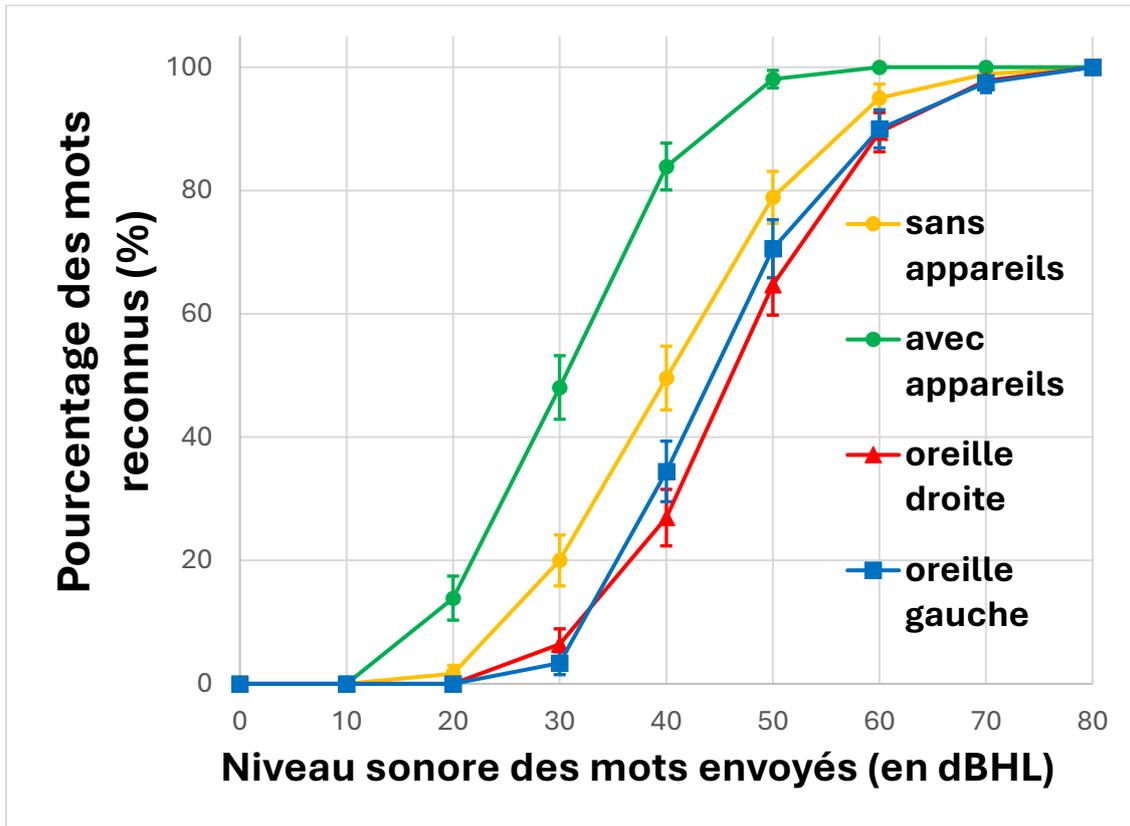


Figure 2 Audiogramme vocal moyen de l'oreille gauche et droite au casque (CA), ainsi que l'audiogramme vocal moyen en champ libre avec et sans appareils auditifs, de l'ensemble de la population.

Ci-dessus l'audiogramme vocal moyen de l'oreille droite (en rouge) et gauche (en bleu), au casque, en conduction aérienne, de la population testée (n=36) ; ainsi que l'audiogramme vocal moyen en champ libre avec (gain prothétique vocal, en vert) et sans appareils auditifs (en jaune). Les intervalles de confiance à 95% sont visibles sous la forme de barre d'erreur.

Analyse des scores MoCA à J0(1) et J180(2)

Population générale

La première analyse consiste à savoir s'il y a une différence significative entre les résultats MoCA 1 et les résultats MoCA 2 pour l'ensemble de la population. Pour cela, il s'agit de réaliser un test pour échantillons appariés. Les différences par paires ne sont pas normalement distribuées comme le montre le test de Shapiro-Wilk ($W=0,916$; $p= 0,010$), le test non-paramétrique de Wilcoxon a donc été choisi pour effectuer l'analyse statistique, avec comme hypothèse alternative $\text{MoCA } 2 > \text{MoCA } 1$. Le score MoCA après 6 mois d'appareillage a augmenté de manière significative : $z = -2,727$, $p=0,003$. La figure 3 nous permet de constater cette augmentation.

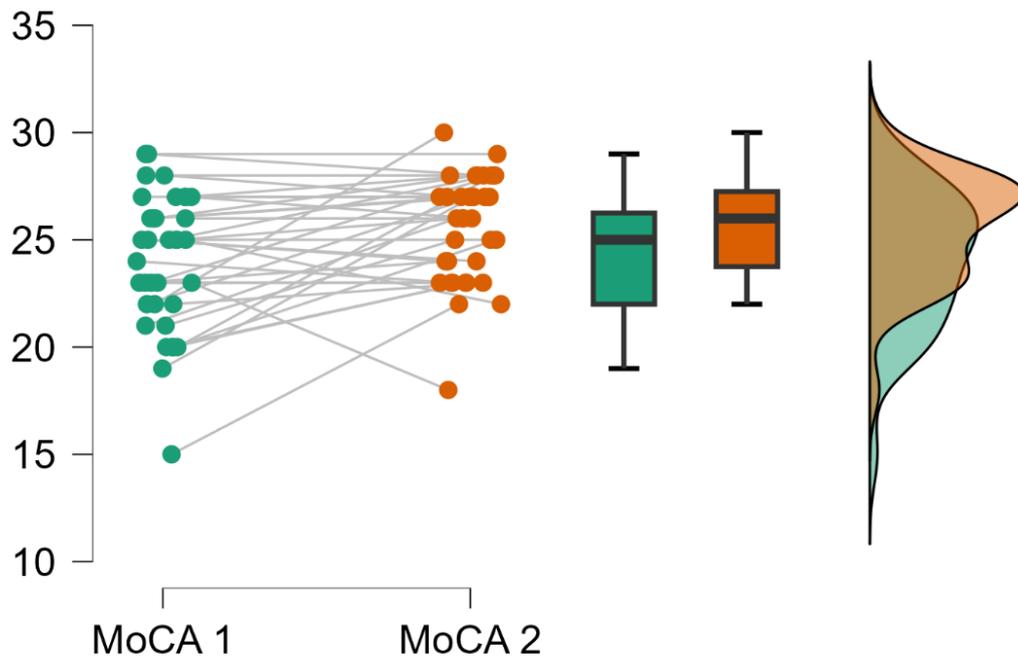


Figure3 Comparaison des scores MoCA avant appareillage et après 6 mois d'appareillage auditif

Graphique illustrant la comparaison des scores MoCA avant (MoCA 1) et après (MoCA 2) 6 mois d'appareillage auditif pour l'ensemble des participants (n = 36). Les points verts représentent les scores MoCA 1 et les points orange représentent les scores MoCA 2 pour chaque participant, avec des lignes reliant les scores avant et après appareillage pour chaque individu. Les boîtes à moustaches montrent la distribution des scores pour chaque condition avec moyenne et écart type, tandis que les courbes de densité à droite indiquent la distribution des scores pour MoCA 1 (vert) et MoCA 2 (orange)

L'analyse montre une tendance générale à l'augmentation des scores MoCA après appareillage, ainsi qu'à une moindre dispersion des données qui sont plus concentrées autour du score normal (Score MoCA ≥ 26).

Analyse par groupe de performance cognitive

Afin de comprendre comment cette augmentation significative affecte notre population, nous avons refait le même test en séparant notre population en deux. Un premier groupe (n=12) constitué des participants ayant un score égal ou supérieur à 26 (score normal), et un deuxième groupe (n=22) constitué des participants ayant un score inférieur à 26 (score subnormal).

	MoCA 1	MoCA 2	MoCA 2 – MoCA 1
Moyenne Groupe MoCA normal (n=12)	27,25 (± 1,06)	27,25 (±0,87)	0,08 (± 0,79)
Moyenne Groupe MoCA subnormal (n=22)	22,09 (± 2,49)	24,60 (± 2,68)	2,50 (± 3,69)

Tableau 5 Tableau récapitulatif des scores moyens MoCA du groupe MoCA normal et MoCA subnormal

Ce tableau présente les scores moyens du MoCA avant appareillage (MoCA 1) et après 6 mois d'appareillage (MoCA 2), ainsi que la moyenne de la différence des deux scores pour le groupe MoCA normal où les scores MoCA 1 sont supérieurs ou égaux à 26, et le groupe MoCA subnormal où les scores MoCA 1 sont inférieurs à 26 ; nous retrouvons l'écart type de chaque valeur entre parenthèses.

Les différences par paires pour le groupe « MoCA normal » ne sont pas normalement distribuées comme le montre le test de Shapiro-Wilk ($W= 0,828$, $p= 0,020$). Le test non-paramétrique de Wilcoxon pour données appariées a donc été choisi, avec comme hypothèse alternative MoCA 2 groupe « MoCA normal » > MoCA 1 groupe « MoCA normal ». Le score MoCA du groupe « MoCA normal », après 6 mois d'appareillage n'a pas augmenté de manière significative : $z = 0$, $p = 0,546$.

Pour le groupe « MoCA subnormal », les données sont distribuées normalement ($W=0,954$, $p=0,383$), le test T de Student pour données appariées a donc été choisi, avec la même hypothèse que précédemment. Le score MoCA du groupe « MoCA subnormal », après 6 mois d'appareillage a augmenté de manière significative : $t = -3,180$, $p = 0,002$.

Il y a donc une amélioration significative des scores MoCA après 6 mois d'appareillage pour les participants ayant des performances cognitives subnormales, mais pas pour ceux ayant un score supérieur ou égal à la normale.

Analyse par régression linéaire multiple de la différence des scores MoCA

2 - MoCA 1

Une régression linéaire multiple a été réalisée pour expliquer la variance de la différence des scores MoCA 2 et MoCA 1. Les variables indépendantes incluaient : la perte auditive moyenne de la meilleure oreille, le data logging, les années d'études, l'âge et le gain prothétique. La régression linéaire multiple utilisant la méthode *backward* montre que le data logging peut expliquer de manière significative 40,3% de la variance de la différence des scores MoCA 2 et MoCA 1, $F(1,34) = 24,595$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,403$. Un seul coefficient significatif a ainsi été trouvé, le data logging.

Afin de comprendre la force et la direction de la relation linéaire entre le data logging et la différence des scores MoCA, sans les autres variables, une corrélation de Pearson a été effectuée avec comme variables le data logging et la différence de score MoCA avant/après intervention. La normalité des résidus a été confirmée à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk, $p=0,215$. Le coefficient de corrélation $r = 0,648$ indique une corrélation positive modérément forte (le maximum étant 1) entre ces deux variables, indiquant que lorsque le data logging augmente, la différence entre MoCA 2 et MoCA 1 augmente, comme le montre la figure ci-dessous.

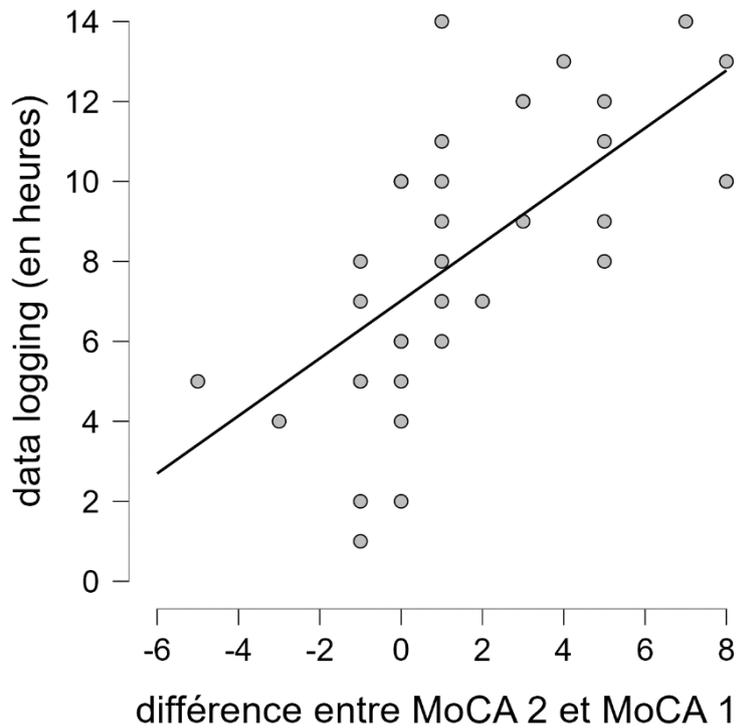


Figure 4 Relation entre le data logging et la différence des scores MoCA

Graphique de dispersion illustrant la relation entre le temps de data logging (en heures) et la différence des scores entre MoCA 2 et MoCA 1 pour les participants de l'étude (n = 36). Chaque point représente un participant, et la ligne noire indique la tendance linéaire de cette relation. Une tendance positive montre que les participants avec un temps de data logging plus élevé tendent à avoir une plus grande amélioration des scores MoCA entre les deux évaluations.

Analyse de régression linéaire multiple sur les sous tests MoCA

Une régression linéaire multiple avec la méthode *backward* a été menée afin de prédire la différence entre les scores MoCA 2 et MoCA 1 avec comme variables indépendantes les différences de scores avant et après appareillage des différents sous-tests composant le MoCA : capacités visuo-exécutives, dénomination, attention (divisée en trois sous-épreuves), langage (divisé en deux sous-épreuves), abstraction, rappel et orientation. Le modèle final significatif, $p < 0,001$, $F(10,25) = 373,629$, $R^2 = 0,991$, a révélé que les différences de scores aux tests de rappel, $\beta = 0,473$, d'attention, $\beta = 0,338$, et de capacités visuo-exécutives, $\beta = 0,306$ étaient les principaux prédicteurs de la différence des scores MoCA 2/MoCA 1. Ainsi, lorsque le patient a un meilleur score MoCA après 6 mois d'appareillage, l'amélioration des scores dans les capacités visuoexécutives, d'attention et de mémoire contribue de manière plus importante à l'amélioration du score global. Ces fonctions cognitives semblent les plus impactées positivement par la réhabilitation auditive, surtout pour ce qui est de la mémoire.

Analyse de régression linéaire multiple pour les scores MoCA 1

Population générale

Afin de déterminer quelles variables indépendantes pouvaient expliquer les scores obtenus avant appareillage auditif, une régression linéaire multiple utilisant la méthode *backward* a été réalisée avec comme variables indépendantes la perte auditive moyenne de la meilleure oreille, les années d'étude et l'âge des participants. L'analyse montre que ces trois variables, peuvent expliquer de manière significative ($p < 0,001$) 68,2% de la variance des scores MoCA 1, $F(3,32) = 25,997$, $R^2 = 0,682$

Analyses de sous-groupes basées sur la perte auditive

La population générale a été divisée en deux sous-groupes : un groupe constitué de participants ayant une perte auditive légère (20 à 39 dBHL) et un deuxième groupe constitué

de participants ayant une perte auditive moyenne (40 à 69 dBHL). Ainsi, il s'agissait de voir si la perte auditive moyenne prédisait de la même façon les scores MoCA 1 lorsque le participant avait un degré de perte auditive plus léger.

	MoCA 1	PAM
Moyenne Groupe 1		
Pertes légères (n=12)	25,38 (± 2,95)	35 (±2,88)
Moyenne Groupe 2		
Pertes moyennes (n=22)	22,61 (± 2,83)	46,46 (± 4,80)

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des données du groupe perte légère et du groupe perte moyenne

Ce tableau présente les scores moyens du MoCA avant appareillage (MoCA 1), ainsi que la moyenne de la PAM pour le groupe 1 pertes auditives légères et le groupe 2 pertes auditives moyennes ; nous retrouvons l'écart type de chaque valeur entre parenthèses.

Le même type d'analyse de régression linéaire multiple que précédemment a été effectué pour les deux échantillons. Pour le groupe 1, l'analyse a montré que les années d'étude ($\beta = 0,479$) et l'âge ($\beta = -0,599$) pouvaient expliquer de manière significative 57% de la variance des scores MoCA 1, $p < 0,001$ $F(2,15) = 12,246$, $R^2 = 0,570$. Pour le groupe 2, l'analyse a montré que c'est la perte auditive ($\beta = -0,849$) et l'âge ($\beta = -0,213$) qui pouvaient expliquer de manière significative 78,7% de la variance des scores MoCA 1, $p < 0,001$ $F(2,15) = 32,370$, $R^2 = 0,787$. Cela nous montre que plus la perte auditive est importante, plus cela a un impact négatif sur les scores MoCA avant appareillage auditif.

Discussion

Tout d'abord, les résultats nous ont montré une amélioration significative des scores MoCA non verbaux après 6 mois d'appareillage auditif, et ce, chez les participants présentant de prime abord un score inférieur à la normale. Les participants présentant un déclin cognitif léger ont donc amélioré de manière significative leurs fonctions cognitives. Cela semble être cohérent avec les conclusions de l'étude de Yeo et al. datant de 2023 : une association entre l'utilisation d'appareils auditifs et un risque réduit de déclin cognitif et de démence a été trouvée, les aides auditives permettraient ainsi de réduire de 19% le risque de déclin cognitif à long terme (Yeo et al., 2023). L'étude de Lin et al. datant de la même année indique que la réhabilitation auditive pourrait réduire le déclin cognitif chez les patients présentant des facteurs de risque important du déclin cognitif (Lin et al., 2023), conclusion qui correspond à l'analyse faite par groupe de performances cognitives, qui montre une amélioration des scores MoCA après 6 mois d'appareillage chez les patients présentant un score MoCA initial subnormal.

Cependant, une étude de Nguyen et al. ne montre pas de différences significatives de performances cognitives entre le groupe porteur d'aides auditives et le groupe placebo chez des patients atteints de la maladie d'Alzheimer (Nguyen et al., 2017). Or, cette population est spécifique et peut être difficilement généralisable à l'ensemble de la population. L'aide auditive placebo semble également difficile à faire passer pour une aide auditive fonctionnant correctement. De plus, une autre étude ne montre pas de différences significatives de performances cognitives entre le groupe porteur d'aides auditives et ceux n'en portant pas (Dawes et al., 2015), ils spécifient que 73% de leurs participants portaient leurs aides auditives tous les jours, mais ne mentionnent pas si le data logging a été relevé sur le logiciel fabricant ou s'ils se sont basés sur ce que les patients déclaraient (biais de désirabilité). En effet, les résultats suggèrent que le temps de port des appareils auditifs est en lien avec

l'amélioration cognitive des patients : plus le patient utilise ses aides auditives plus il semblerait qu'il puisse tirer des bénéfices cognitifs de cette utilisation. Bien que le modèle n'explique que 40% de la variance de l'amélioration des scores MoCA après 6 mois d'appareillage, le suivi rigoureux des patients concernant leur temps de port semble être une des clés de la bonne santé cognitive de nos patients.

Il semblerait que l'amélioration cognitive bénéficiant aux porteurs d'aides auditives impacte positivement leurs capacités mémorielles et attentionnelles. Une des explications pourrait être que les ressources cognitives allouées au décodage de la parole soient alors disponibles pour d'autres tâches coûteuses d'un point de vue cognitif. En effet, c'est sur les tâches de rappel (qui consiste à rappeler cinq mots lus au tout début de la passation du test à la toute fin, après avoir passé les autres épreuves) et sur le sous-test de soustraction (calcul mental) des tests attentionnels que les différences de score avant et après appareillage sont les plus probantes.

Finalement, les résultats montrent également que l'impact de la perte auditive sur les scores MoCA avant appareillage semblerait dépendre de l'importance de la perte auditive. Plus la perte auditive est sévère, plus elle semblerait avoir un impact négatif sur les scores cognitifs, rejoignant d'autres études indiquant que la sévérité de la perte auditive est un facteur de risque majeur pour le déclin cognitif (Gurgel et al., 2014; Lin et al., 2014; Lin, Metter, et al., 2011; Lin & Albert, 2014; Livingston et al., 2017; Lopes et al., 2007). Cependant, l'âge et le niveau d'éducation jouent également un rôle dans la variance des scores MoCA avant appareillage, et ce, d'autant plus si le patient présente une perte auditive légère. Ainsi, les individus ayant un niveau d'éducation élevé présenteraient une « réserve cognitive » plus importante et ainsi, tendent à mieux résister aux effets du vieillissement et des maladies neurodégénératives sur la cognition (Stern, 2012). Il est également avéré que l'âge est un facteur de risque majeur pour le déclin cognitif (Harada et al., 2013).

Limites

Bien que traitée avec rigueur, cette étude présente plusieurs limites qu'il est nécessaire de mentionner. La population étudiée présente un biais de sélection important, puisque la moyenne d'années d'étude des participants est bien supérieure à la moyenne nationale pour la même tranche d'âge (*Niveau d'éducation de la population – France, portrait social* | Insee, s. d.). Notre population présente donc potentiellement une réserve cognitive supérieure à la population générale, ce biais de sélection pourrait avoir une influence sur les résultats, notamment en améliorant les scores de base du MoCA. Cette surreprésentation pourrait limiter la généralisation des résultats aux populations moins éduquées.

La seconde limite à prendre en compte est la taille relativement petite de l'échantillon d'étude ($n = 36$). Bien que les résultats obtenus soient statistiquement significatifs et cohérents avec certaines études antérieures, la faible taille de l'échantillon peut limiter la généralisation des résultats à une population plus large. Un échantillon plus important aurait permis d'augmenter la puissance statistique et de détecter des effets plus subtils qui pourraient ne pas avoir été visibles dans cette étude, notamment en permettant l'ajout de plus de variables indépendantes dans les analyses de régression linéaire multiple (hypertension, troubles cardiaques, AVC...)

D'autre part, à cause de contraintes d'emploi du temps des patients, certaines passations du MoCA ne se sont pas faites exactement 6 mois après la première passation, bien que le « retard » maximum constaté fût d'une semaine. De plus, il n'était pas toujours évident de poser le rendez-vous de passation du MoCA 2 à la même heure que le MoCA 1, ce qui a pu entraîner un biais de fatigue chez les patients passant les tests MoCA 2 en fin de journée, alors que les tests MoCA 1 avaient été réalisés à une heure matinale (et inversement).

Finalement, bien que différentes versions du MoCA aient été utilisées pour minimiser l'effet d'apprentissage, il reste possible que les participants se soient familiarisés avec le test, ce qui pourrait expliquer une partie de l'amélioration des scores MoCA 2. Cet effet d'apprentissage

peut biaiser les résultats en suggérant une cognition qui n'est pas essentiellement liée à l'intervention auditive.

Conclusion

L'objectif principal de ce mémoire était d'examiner l'impact de la réhabilitation auditive sur les performances cognitives chez les personnes âgées présentant une perte auditive, en utilisant le score MoCA en modalité non verbale comme principal indicateur. L'hypothèse de départ, qui était qu'il n'y aurait pas de différences significatives avant et après appareillage une fois les modalités verbales du test éliminées, ne s'est pas vérifiée. Les résultats indiquent que l'utilisation régulière des appareils auditifs, mesurée par le data logging, est associée à une différence significative des scores cognitifs, en particulier dans les domaines de la mémoire, de l'attention et des capacités visuo-exécutives.

Cette étude confirme l'hypothèse selon laquelle la réhabilitation auditive peut contribuer à atténuer le déclin cognitif, surtout chez les individus dont le score MoCA initial était inférieur à la normale. Le lien observé entre le data logging et l'amélioration cognitive souligne l'importance de l'adhésion au port des appareils auditifs pour maximiser les bénéfices cognitifs. En outre, la stratification des participants selon le degré de perte auditive a révélé que les scores MoCA avant appareillage sont modérés par la sévérité de la perte auditive, mais aussi par le niveau d'éducation et l'âge. Ces facteurs interagissent entre eux (ainsi qu'avec beaucoup d'autres facteurs de risque qui n'ont pas pu être étudiés ici) et peuvent nous donner une idée de la réserve cognitive disponible, ce qui renforce la nécessité d'adapter les interventions audioprothétiques aux besoins spécifiques de chaque patient.

Cependant, plusieurs limites, telles que la taille réduite de l'échantillon, le biais d'éducation élevé et l'absence de contrôle de groupe, doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats. Ces limites suggèrent que les conclusions de cette étude, bien que prometteuses, doivent être validées par des recherches futures avec des échantillons plus larges et une

analyse plus détaillée de l'interaction des facteurs de risque du déclin cognitif.

Ce travail apporte une contribution à la compréhension du lien entre perte auditive et déclin cognitif et met en lumière le rôle crucial des appareils auditifs dans la préservation des fonctions cognitives chez les personnes âgées. Des recherches futures pourraient explorer plus en profondeur les mécanismes sous-jacents à cette relation et développer des stratégies de réhabilitation auditive encore plus efficaces pour lutter contre le déclin cognitif.

Bibliographie

- Amieva, H. (2018). Prévention des troubles cognitifs liés au vieillissement : L'apport de l'épidémiologie. *Revue de neuropsychologie*, 10(1), 65-68.
<https://doi.org/10.1684/nrp.2018.0453>
- Dawes, P., Cruickshanks, K. J., Fischer, M. E., Klein, B. E. K., Klein, R., & Nondahl, D. M. (2015). Hearing aid use and long-term health outcomes : Hearing handicap, mental health, social engagement, cognitive function, physical health and mortality. *International journal of audiology*, 54(11), 838-844.
<https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1059503>
- Démence—Troubles neurologiques*. (s. d.). Édition professionnelle du Manuel MSD. Consulté 20 mai 2024, à l'adresse <https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-neurologiques/syndrome-confusionnel-et-démence/démence>
- Dupuis, K., Pichora-Fuller, M. K., Chasteen, A. L., Marchuk, V., Singh, G., & Smith, S. L. (2015). Effects of hearing and vision impairments on the Montreal Cognitive Assessment. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 22(4), 413-437.
<https://doi.org/10.1080/13825585.2014.968084>
- Gaeta, L., Azzarello, J., Baldwin, J., Ciro, C. A., Hudson, M. A., Johnson, C. E., & John, A. B. (2019). Effect of Reduced Audibility on Mini-Mental State Examination Scores. *Journal of the American Academy of Audiology*, 30(10), 845-855.
<https://doi.org/10.3766/jaaa.17139>
- GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019 : A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet (London, England)*, 396(10258), 1204-1222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)

- Gurgel, R. K., Ward, P. D., Schwartz, S., Norton, M. C., Foster, N. L., & Tschanz, J. T. (2014). Relationship of Hearing loss and Dementia : A Prospective, Population-based Study. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, 35(5), 775-781. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000313>
- Harada, C. N., Natelson Love, M. C., & Triebel, K. L. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 29(4), 737-752. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2013.07.002>
- Jorgensen, L. E., Palmer, C. V., Pratt, S., Erickson, K. I., & Moncrieff, D. (2016). The Effect of Decreased Audibility on MMSE Performance : A Measure Commonly Used for Diagnosing Dementia. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(4), 311-323. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15006>
- Lim, M. Y. L., & Loo, J. H. Y. (2018). Screening an elderly hearing impaired population for mild cognitive impairment using Mini-Mental State Examination (MMSE) and Montreal Cognitive Assessment (MoCA). *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(7), 972-979. <https://doi.org/10.1002/gps.4880>
- Lin, F. R., & Albert, M. (2014). Hearing Loss and Dementia – Who’s Listening? *Aging & mental health*, 18(6), 671-673. <https://doi.org/10.1080/13607863.2014.915924>
- Lin, F. R., Ferrucci, L., An, Y., Goh, J. O., Doshi, J., Metter, E. J., Davatzikos, C., Kraut, M. A., & Resnick, S. M. (2014). Association of Hearing Impairment with Brain Volume Changes in Older Adults. *NeuroImage*, 90, 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.059>
- Lin, F. R., Metter, E. J., O’Brien, R. J., Resnick, S. M., Zonderman, A. B., & Ferrucci, L. (2011). Hearing Loss and Incident Dementia. *Archives of Neurology*, 68(2), 214-220. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2010.362>

- Lin, F. R., Niparko, J. K., & Ferrucci, L. (2011). Hearing Loss Prevalence in the United States. *Archives of internal medicine*, *171*(20), 1851-1852.
<https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.506>
- Lin, F. R., Pike, J. R., Albert, M. S., Arnold, M., Burgard, S., Chisolm, T., Couper, D., Deal, J. A., Goman, A. M., Glynn, N. W., Gmelin, T., Gravens-Mueller, L., Hayden, K. M., Huang, A. R., Knopman, D., Mitchell, C. M., Mosley, T., Pankow, J. S., Reed, N. S., ... Coresh, J. (2023). Hearing intervention versus health education control to reduce cognitive decline in older adults with hearing loss in the USA (ACHIEVE) : A multicentre, randomised controlled trial. *The Lancet*, *402*(10404), 786-797.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01406-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01406-X)
- Lin, F. R., Yaffe, K., Xia, J., Xue, Q.-L., Harris, T. B., Purchase-Helzner, E., Satterfield, S., Ayonayon, H. N., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., & Health ABC Study Group. (2013). Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA Internal Medicine*, *173*(4), 293-299. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.1868>
- Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Brayne, C., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Costafreda, S. G., Dias, A., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Kivimäki, M., Larson, E. B., Ogunniyi, A., ... Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care : 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet (London, England)*, *396*(10248), 413-446.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30367-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30367-6)
- Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Larson, E. B., Ritchie, K., Rockwood, K., Sampson, E. L., ... Mukadam, N. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet*, *390*(10113), 2673-2734. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31363-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6)

- Lopes, L. da C., Magaldi, R. M., Gândara, M. E. R., Reis, A. C. de B., & Jacob-Filho, W. (2007). Prevalence of hearing impairment in patients with mild cognitive impairment. *Dementia & Neuropsychologia*, 1(3), 253-259. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642008DN10300006>
- MacDonald, A. A., Joyson, A., Lee, R., Seymour, D. G., & Soiza, R. L. (2012). The effect of hearing augmentation on cognitive assessment scales at admission to hospital. *The American Journal of Geriatric Psychiatry: Official Journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 20(4), 355-361. <https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e3182107e88>
- Nasreddine, Z. S., & Patel, B. B. (2016). Validation of Montreal Cognitive Assessment, MoCA, Alternate French Versions. *The Canadian Journal of Neurological Sciences. Le Journal Canadien Des Sciences Neurologiques*, 43(5), 665-671. <https://doi.org/10.1017/cjn.2016.273>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & 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. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Nguyen, M.-F., Bonnefoy, M., Adrait, A., Gueugnon, M., Petitot, C., Collet, L., Roux, A., Perrot, X., & ADPHA study group. (2017). Efficacy of Hearing Aids on the Cognitive Status of Patients with Alzheimer's Disease and Hearing Loss : A Multicenter Controlled Randomized Trial. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD*, 58(1), 123-137. <https://doi.org/10.3233/JAD-160793>
- Niveau d'éducation de la population – France, portrait social | Insee.* (s. d.). Consulté 16 août 2024, à l'adresse

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4797586?sommaire=4928952#consulter>

Parker, T., Cash, D. M., Lane, C., Lu, K., Malone, I. B., Nicholas, J. M., James, S., Keshavan, A., Murray-Smith, H., Wong, A., Buchannan, S., Keuss, S., Sudre, C. H., Thomas, D., Crutch, S., Bamiou, D.-E., Warren, J. D., Fox, N. C., Richards, M., & Schott, J. M. (2020). Pure tone audiometry and cerebral pathology in healthy older adults. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, *91*(2), 172-176.

<https://doi.org/10.1136/jnnp-2019-321897>

Population par âge – Tableaux de l'économie française | Insee. (s. d.). Consulté 19 mai 2024, à l'adresse <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277619?sommaire=4318291>

Prince, M., Wimo, A., Guerchet, M., Ali, G.-C., Wu, Y.-T., & Prina, M. (s. d.). *World Alzheimer Report 2015. The Global Impact of Dementia : An analysis of prevalence, incidence, cost and trends*.

Slade, K., Plack, C. J., & Nuttall, H. E. (2020). The Effects of Age-Related Hearing Loss on the Brain and Cognitive Function. *Trends in Neurosciences*, *43*(10), 810-821.

<https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.07.005>

Stern, Y. (2012). Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *The Lancet. Neurology*, *11*(11), 1006-1012. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70191-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70191-6)

Völter, C., Fricke, H., Götze, L., Labrenz, F., Tokic, M., Wirth, R., Nasreddine, Z. S., & Dawes, P. (2022). Evaluation of the non-auditory neurocognitive test MoCA-HI for hearing-impaired. *Frontiers in Neurology*, *13*, 1022292.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1022292>

Yeo, B. S. Y., Song, H. J. J. M. D., Toh, E. M. S., Ng, L. S., Ho, C. S. H., Ho, R., Merchant, R. A., Tan, B. K. J., & Loh, W. S. (2023). Association of Hearing Aids and Cochlear Implants With Cognitive Decline and Dementia. *JAMA Neurology*, *80*(2), 134-141.

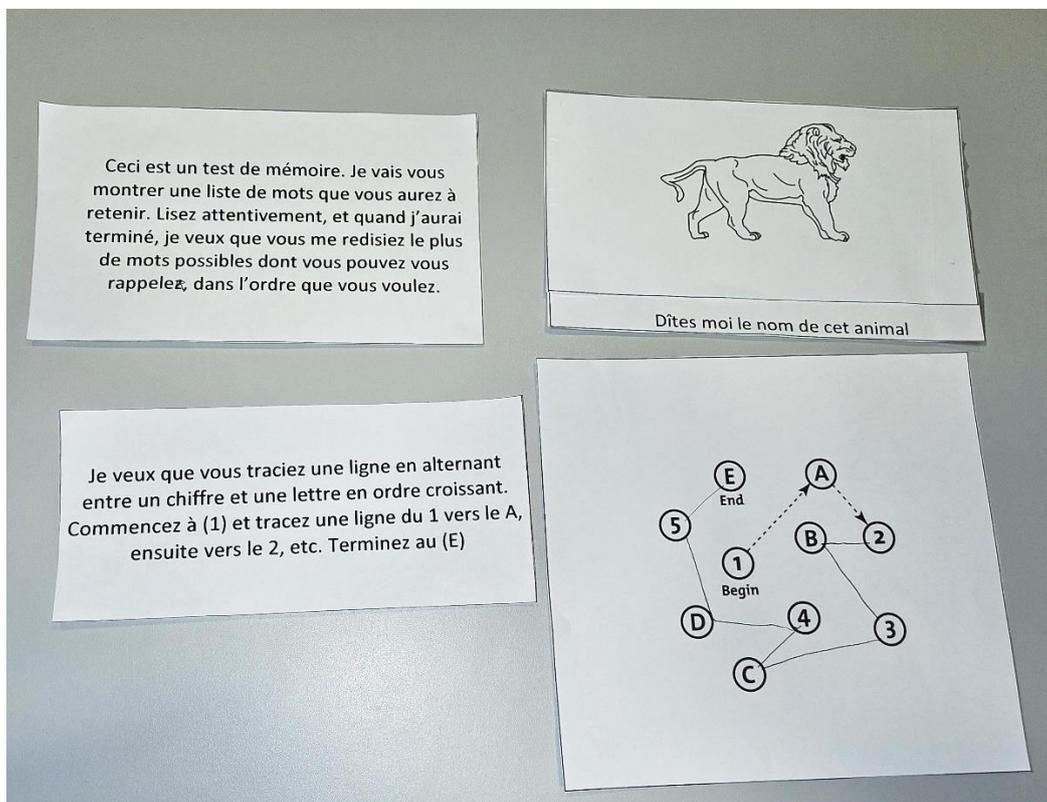
<https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2022.4427>

Annexes

Annexe 1 : Certificat de réussite du programme de formation



Annexe 2 : Exemple des cartes lues par les patients lors de la passation MoCA



Annexe 3 : Sous test attentionnel et sous test langage en modalité non verbale, traduit de la version MoCA malentendant anglaise

En regardant la rangée de chiffres, veuillez lire à haute voix les nombres dans les CERCLES et les CARRÉS.
Ne lisez pas les nombres dans les triangles.

Commencez ici, parcourez les deux rangées et arrêtez-vous ici.

Commencez ici

↓

▲ ⑧ ▲ ▲ ③ ▲ ■ 2 9 ▲ ④ 9 ▲ ⑧ ▲ ■ 1 5 ▲ ▲ ▲
■ 1 5 ▲ ③ 9 ▲ ▲ ③ ⑨ 4 ▲ ② 1 ▲ ⑧ 7 ▲ 4 6 ⑦ ▲

↑

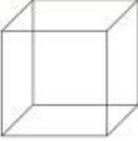
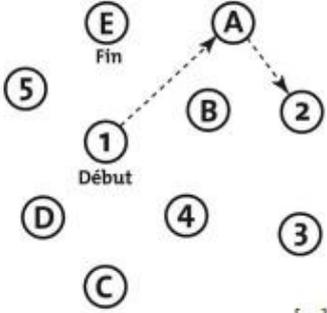
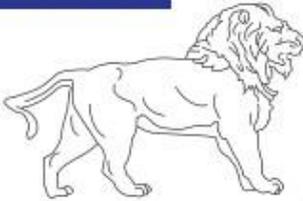
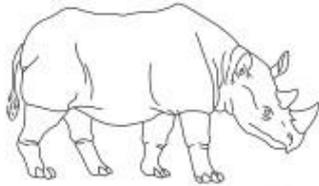
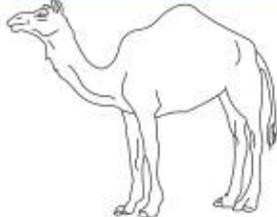
Arrêtez-vous ici

Pouvez-vous faire une phrase en utilisant ces mots :

CHAT / FAIM / LE / VRAIMENT / AVAIT

PORTER / DECIDE / UNE / BLEUE / JULIE / DE / ROBE

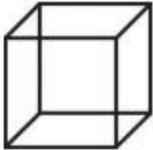
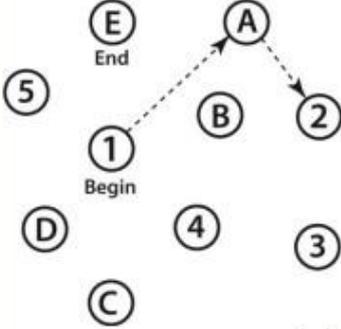
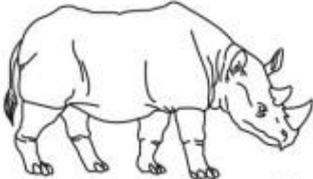
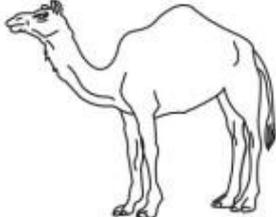
Annexe 4 : Fiche évaluateur MoCA 8.1

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA®)							Nom :					
Version 8.1 Français							Scolarité :					
							Date de naissance :					
							Sexe :					
							DATE :					
VISUOSPATIAL / EXÉCUTIF					Copier le cube		Dessiner une HORLOGE (Onze heures et dix minutes) (3 points)		POINTS			
			[]		[]		[] [] [] Contour Chiffres Aiguilles		__/5			
DÉNOMINATION												
										__/3		
MÉMOIRE			Lire la liste de mots, le sujet doit la répéter. Faire 2 essais même si le 1 ^{er} essai est réussi. Faire un rappel après 5 minutes.				VISAGE	VELOURS	ÉGLISE	MARGUERITE	ROUGE	PAS DE POINT
			1 ^{er} ESSAI									
			2 ^e ESSAI									
ATTENTION			Lire la série de chiffres (1 chiffre/sec.). Le sujet doit la répéter dans le même ordre. [] 2 1 8 5 4									
			Le sujet doit la répéter à l'envers. [] 7 4 2									
			Lire la série de lettres. Le sujet doit taper de la main à chaque lettre A. Pas de points si ≥ 2 erreurs.									
			[] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B									
			Soustraire série de 7 à partir de 100. [] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65									
			4 ou 5 soustractions correctes: 3 pts. 2 ou 3 correctes: 2 pts. 1 correcte: 1 pt. 0 correcte: 0 pt.									
LANGAGE			Répéter : Le colibri a déposé ses œufs sur le sable. []									
			L'argument de l'avocat les a convaincus. []									
			Fluidité du langage. Nommer un maximum de mots commençant par la lettre «F» en 1 min. [] _____ (N = 11 mots)									
ABSTRACTION			Similitude entre ex: banane - orange = fruit [] train - bicyclette [] montre - règle									
RAPPEL			(MIS) Doit se souvenir des mots SANS INDICE				VISAGE	VELOURS	ÉGLISE	MARGUERITE	ROUGE	Points pour rappel SANS INDICE seulement
			X3				[]	[]	[]	[]	[]	
			X2									
			X1									MIS = __/15
ORIENTATION			[] Date [] Mois [] Année [] Jour [] Endroit [] Ville									
												__/6
© Z. Nasreddine MD			www.mocatest.org			MIS: /15		(Normal = 26/30)			TOTAL	
Administré par : _____						Ajouter 1 point si scolarité = 12 ans					__/30	
Entraînement et certification requis pour assurer la précision.												
ADMINISTRÉ PAR			Viven, Emilie			EXAMINATEUR CERTIFIÉ MOCA ID FRVIVEM710693004-01						

Annexe 5 : Fiche évaluateur MoCA 8.3

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MoCA®) Version 8.3 Français		NOM: _____																									
		Scolarité: _____	Date de naissance: _____																								
		Sexe: _____	DATE: _____																								
VISUOSPATIAL / EXÉCUTIF	Copier le lit	Dessiner une HORLOGE (Dix heures et cinq minutes) (3 points)	POINTS																								
		<input type="checkbox"/> Contour <input type="checkbox"/> Chiffres <input type="checkbox"/> Aiguilles	___/5																								
DÉNOMINATION																											
			___/3																								
MÉMOIRE	Lire la liste de mots, le sujet doit la répéter. Faire 2 essais même si le 1 ^{er} essai est réussi. Faire un rappel après 5 minutes.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">JAMBE</td> <td style="text-align: center;">COTON</td> <td style="text-align: center;">ÉCOLE</td> <td style="text-align: center;">TOMATE</td> <td style="text-align: center;">BLANC</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1^{er} essai</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2^e essai</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		JAMBE	COTON	ÉCOLE	TOMATE	BLANC	1 ^{er} essai						2 ^e essai						PAS DE POINT						
	JAMBE	COTON	ÉCOLE	TOMATE	BLANC																						
1 ^{er} essai																											
2 ^e essai																											
ATTENTION	Lire la série de chiffres (1 chiffre/sec.). Le sujet doit la répéter dans le même ordre. [] 2 4 8 1 5 Le sujet doit la répéter à l'envers. [] 4 2 7		___/2																								
	Lire la série de lettres. Le patient doit taper de la main à chaque lettre A. Pas de points si ≥ 2 erreurs. [] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B		___/1																								
	Soustraire série de 7 à partir de 60. [] 53 [] 46 [] 39 [] 32 [] 25 4 ou 5 soustractions correctes: 3 pts, 2 ou 3 correctes: 2 pts, 1 correcte: 1 pt, 0 correcte: 0 pt		___/3																								
LANGAGE	Répéter : L'enfant a promené son chien dans le parc après minuit. [] L'artiste a terminé sa toile au bon moment pour l'exposition. []		___/2																								
	Fluidité du langage. Nommer un maximum de mots commençant par la lettre « T » en 1 min. [] (N 11 mots)		___/1																								
ABSTRACTION	Similitude entre ex: banane - orange = fruit [] marteau - tournevis [] allumette - lampe		___/2																								
RAPPEL	(MIS) Doit se souvenir des mots SANS INDICE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">JAMBE</td> <td style="text-align: center;">COTON</td> <td style="text-align: center;">ÉCOLE</td> <td style="text-align: center;">TOMATE</td> <td style="text-align: center;">BLANC</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X2</td> <td style="text-align: center;">Indice de catégorie</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X1</td> <td style="text-align: center;">Indice choix multiples</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		JAMBE	COTON	ÉCOLE	TOMATE	BLANC	X3						X2	Indice de catégorie					X1	Indice choix multiples					Points pour rappel SANS INDICE seulement. MIS = ___ /15
	JAMBE	COTON	ÉCOLE	TOMATE	BLANC																						
X3																											
X2	Indice de catégorie																										
X1	Indice choix multiples																										
ORIENTATION	[] Date [] Mois [] Année [] Jour [] Endroit [] Ville		___/6																								
© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org (Normal ≥ 26/30)		TOTAL	___/30																								
Administré par: _____ Ajouter 1 point si scolarité ≤ 12 ans		MIS = ___ /15																									
Entraînement et certification requis pour assurer la précision.																											
ADMINISTRÉ PAR	Viven, Emilie	EXAMINATEUR CERTIFIÉ MOCA ID FRVIVEM710693004-01																									

Annexe 6 : Fiche évaluateur MoCA malentendant (HI) en anglais

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA-HI®)		Name: _____		Date of birth: _____	
Hearing Impairment (HI) Version: 1.0 English		Education: _____		DATE: _____	
Sex: _____					
VISUOSPATIAL/EXECUTIVE		 Copy cube		Draw CLOCK (Ten past eleven) (3 points)	
		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
		Contour		Numbers	
				Hands	
				_ / 5	
NAMING					
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
					
				<input type="checkbox"/>	
				_ / 3	
MEMORY		Show list of words using flashcards, subject must repeat them. Do 2 trials, even if 1st trial is successful. Do a recall after 5 minutes.		FACE	VELVET
				CHURCH	DAISY
				RED	NO POINTS
ATTENTION		Show list of digits (1 digit/2 sec.)		Subject has to repeat them in the forward order. [] 2 1 8 5 4	
				Subject has to repeat them in the backward order. [] 7 4 2	
				_ / 2	
		1 point if subject completes the task with 2 errors or less. 0 points if 3 errors or greater.			
					
				_ / 1	
LANGUAGE		Sentence construction: THE CAT WAS VERY SLEEPY []			
		JULIE DECIDED TO WEAR A BLUE DRESS []			
				_ / 2	
		Fluency: Name maximum number of words in one minute that begin with the letter F. [] ____ (N ≥ 11 words)			
				_ / 1	
ABSTRACTION		Similarity between e.g., banana-orange = fruit [] train - bicycle [] watch - ruler			
				_ / 2	
DELAYED RECALL		(MIS) Has to recall words WITH NO CUE		FACE	VELVET
				CHURCH	DAISY
				RED	Points for UNCLUED recall only
MEMORY INDEX SCORE (MIS)		X3			
		X2 Category cue			
		X1 Multiple choice cue			
				MIS = ____ / 15	
ORIENTATION		[] Date [] Month [] Year [] Day [] Place [] City			
				_ / 6	
© Z. Nasreddine MD		www.mocatest.org		MIS: ____ / 15	
Administered by: _____				(Normal ≥ 25/30)	
Training and certificate are required to ensure accuracy				Add 2 points if ≤ 12 years education.	
MOCA-HI				TOTAL	
Adapted by: P. Dawes and I. Leroi 2 August 2017				_ / 30	
ADMINISTERED BY		Viven, Emilie		MOCA CERTIFIED RATER ID FRVIVEM710693004-01	

Annexe 7 : Ensemble des données de la population

	MoCA 1	MoCA 2	MoCA 2 - MoCA 1	PAM MEILLEURE OREILLE	data logging	années d'étude	âge	gain prothétique tonal
patient 1	23	18	-5	50	5	20	80	12,5
patient 2	25	24	-1	42,5	1	23	81	16,25
patient 3	25	22	-3	45	4	18	73	15
patient 4	23	24	1	43,75	11	23	79	17,5
patient 5	27	27	0	38,75	5	18	76	13,75
patient 6	22	23	1	43,75	10	15	82	11,25
patient 7	20	28	8	52,5	13	20	70	12,5
patient 8	25	24	-1	42,5	8	18	71	12,5
patient 9	23	23	0	42,5	10	20	81	17,5
patient 10	15	22	7	55	14	12	81	7,5
patient 11	20	23	3	38,75	12	12	69	10
patient 12	26	27	1	31,25	8	18	73	5
patient 13	22	30	8	38,75	10	20	78	13,75
patient 14	27	26	-1	36,25	2	15	65	3,75
patient 15	23	23	0	35	6	18	71	5
patient 16	24	23	-1	47,5	7	18	68	15
patient 17	23	28	5	46,25	11	15	75	15
patient 18	21	26	5	30	9	15	83	7,5
patient 19	21	25	4	48,75	13	18	80	17,5
patient 20	27	27	0	35	10	20	72	10
patient 21	25	28	3	35	9	20	76	12,5
patient 22	29	28	-1	33,75	5	18	62	8,75
patient 23	26	28	2	40	7	20	69	12,5
patient 24	20	23	3	35	12	15	87	8,75
patient 25	28	28	0	37,5	2	23	73	10
patient 26	29	29	0	30	6	18	61	8,75
patient 27	19	27	8	53,75	10	15	82	13,75
patient 28	26	26	1	36,25	6	15	66	10
patient 29	27	27	0	37,5	10	23	70	10
patient 30	26	27	1	40	14	20	85	12,5
patient 31	28	27	-1	33,75	5	18	75	10
patient 32	22	27	5	50	8	15	78	16,25
patient 33	25	26	1	41,25	7	18	74	6,25
patient 34	20	25	5	51,25	12	15	81	11,25
patient 35	25	25	0	31,25	4	20	68	5
patient 36	27	28	1	36,25	9	20	70	11,25
Moyenne	24	25,61111	1,638888889	40,72916667	8,19444444	18,02777778	75	11,28472222
Ecart-type	3,180296	2,510296	3,108998716	6,997289016	3,45435083	2,893204957	6,5	3,749834652
IC -	22,92394	24,76175	0,586955065	38,36162468	7,02566028	17,04885806	72	10,01596072
IC +	25,07606	26,46047	2,690822713	43,09670865	9,36322861	19,0066975	77	12,55348372

Résumé

Ce mémoire explore l'impact de la réhabilitation auditive sur les fonctions cognitives chez les personnes âgées présentant une perte auditive de type presbycusie. À travers une analyse des scores MoCA avant et après 6 mois d'appareillage, l'étude révèle une amélioration significative des performances cognitives, particulièrement liée à l'utilisation régulière des appareils auditifs. L'analyse de régression linéaire montre que le data logging est un facteur prédictif majeur de cette amélioration, soulignant l'importance de l'adhésion au port des aides auditives. Les résultats confirment le rôle crucial des appareils auditifs dans la prévention du déclin cognitif.

Mots-clés :

Réhabilitation auditive, cognition, perte auditive, MoCA, data logging.