



# Impact de la déficience visuelle sur l'intelligibilité audiovisuelle dans le bruit

Mémoire en vue de l'obtention du DIPLOME d'ÉTAT AUDIOPROTHESISTE  
délivré par l'Université de Toulouse 3 – Paul Sabatier

Soutenu et présenté par Alexis HEE  
Année universitaire 2024  
Supervision Dr Nicolas VANNSON

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon maître de mémoire, le Dr **Nicolas VANNSON**, pour sa disponibilité, ses précieux conseils et la considération qu'il a portée à mon travail.

Je remercie également l'ensemble de l'équipe enseignante pour le sérieux de leur travail et la qualité de leur enseignement. Une gratitude particulière au Pr **MARX**, à Frédéric **REMBAUD**, Pauline **ROGER**, Mariam **ALZAHER** et Annick **MACHABERT** pour leur engagement au sein de l'école.

Mes remerciements vont également à mes maîtres de stage, **Paul VIUDEZ**, **Jean Marc AUFRERE**, **Nicolas VANNSON**, **Sébastien NOEL**, **Jean-Guillaume FABRE** et **Hugo FILLOL**. Ils m'ont énormément appris au cours de ces quelques mois, et ont su me transmettre leur passion du métier. Je remercie également leurs équipes, en particulier **Christine**, **Marylène**, **Guillaume**, **Sandra** et **Camille** pour leur gentillesse et leur bienveillance. Merci également à l'équipe d'Acuitis Toulouse pour la mise à disposition du matériel optique nécessaire.

Je remercie **Tanguy Delmas** pour son aide précieuse dans l'élaboration du protocole et l'utilisation de Matlab. Je remercie également l'Université d'Oldenburg pour la mise à disposition du matériel vocal.

Je remercie mes camarades de classe pour tous les merveilleux moments partagés, en particulier **Matisse**, **Abel**, **Luc**, **Léopaul** ainsi que **Jean-Guillaume**, grâce à qui je garderai d'excellents souvenirs de Cahors.

Je tiens à remercier ma famille, en particulier mes parents, **Thierry** et **Christel**, ainsi ma sœur, **Auréli**, pour leur soutien indéfectible, notamment dans mon projet de reconversion.

Enfin, merci à toi, **Philomène** d'être présente à mes côtés et de m'avoir soutenu pour ce mémoire comme tu le fais toujours.

# Engagement sur l'honneur de non-plagiat

Je soussigné Alexis HEE, N° étudiant 22103627 inscrit à l'examen conduisant à la délivrance du diplôme d'État d'audioprothésiste, certifie sur l'honneur être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publié sur toutes formes de supports, y compris électronique, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée (Articles L335-2 et L335-3 du Code de la propriété intellectuelle).

Je déclare être informé que dans le cas où un plagiat serait constaté dans un de mes travaux écrits, celui-ci conduirait à la nullité de l'examen et serait passible de sanctions pénales.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire ce document.

Fait à Cahors , le 08/11/2023

Alexis HEE

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name 'Alexis HEE'.

# Table des illustrations

## Figures

Figure 1: SNR en fonction de l'âge.....	1
Figure 2: Corrélation entre l'acuité visuelle et la sensibilité aux contrastes.....	4
Figure 3: Perte auditive liée à l'âge selon la norme ISO 7029 de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).....	7
Figure 4: Condition diotique.....	8
Figure 5: Support vidéo du FraMatrix audiovisuel.....	9
Figure 6: Classification de la sévérité de la déficience visuelle basée sur l'acuité visuelle du meilleur œil.....	10
Figure 7: Protocole de l'expérience.....	12
Figure 8: Figure 1: Dégradation du rapport signal sur bruit induit par la baisse d'acuité par rapport à la condition « Acuité visuelle $\geq 10/10$ ».....	16
Figure 9: Figure 1: Différence du rapport signal sur bruit entre les conditions 4/10 et $<1/20$ .....	18

## Tableaux

Tableau 1: Tableau récapitulatif de la cohorte.....	14
Tableau 2: Test de student du RSB de chaque groupe dans chaque condition de déficience par rapport au RSB dans la condition d'acuité visuelle $\geq 10/10$ .....	15

# Index des abréviations

AV : Acuité visuelle

DMLA : Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge

RSB : Rapport signal sur bruit

SNR : Speech Noise Ratio. Rapport signal sur bruit permettant d'obtenir 50 % d'intelligibilité

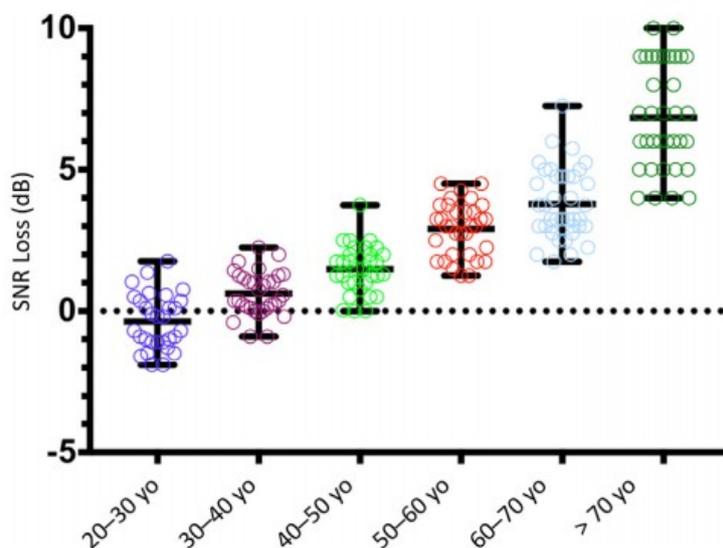
# Table des matières

Remerciements.....	ii
Engagement sur l'honneur de non-plagiat.....	iii
Table des illustrations.....	iv
Index des abréviations.....	iv
Introduction.....	1
Matériels et Méthodes.....	6
Population.....	6
Matériels.....	8
Méthodes.....	11
Résultats.....	14
Discussion.....	20
Conclusion.....	23
Bibliographie.....	24
Annexes.....	28
Résumé.....	33

# Introduction

La presbyacousie, ou perte auditive liée à l'âge, est le déficit sensoriel le plus courant chez les personnes âgées. Cette condition se manifeste par une perte auditive neurosensorielle bilatérale et progressive, particulièrement marquée dans les hautes fréquences (Bowl & Dawson, 2019). La compréhension de la parole devient ainsi particulièrement difficile dans les environnements bruyants (Wang & Puel, 2020). La prise en charge de la presbyacousie est cruciale, car ses conséquences vont bien au-delà de la simple perte d'audition. En effet, elle peut entraîner un isolement social, des chutes, des dépressions tardives, et même augmenter le risque de démence (Bowl & Dawson, 2019).

Selon l'étude Eurotrack réalisée en 2022, les situations d'écoutes les plus importantes pour les porteurs d'appareils auditifs sont à la maison avec des membres de la famille et lors de conversations avec de grands groupes. 15 % des personnes interrogées sont insatisfaites de leurs appareils auditifs lors de conversation en grand groupe, et ce chiffre monte à 19 % lors de l'utilisation en milieu bruyant (EIHMA, 2022). Cette gêne en milieu bruyant s'accroît avec l'âge (Decambron et al., 2022). Il a été trouvé une différence de rapport signal sur bruit de 6 dB entre le groupe 20 à 30 ans et le groupe âgé de plus de 70 ans.



**Figure 1: SNR en fonction de l'âge**  
Source : Decambron et al., 2022

Nous pensons souvent que la parole se compose uniquement de sons, mais il est important de se rappeler que nous évoluons dans un monde audiovisuel. Ainsi, au quotidien, les sujets malentendants peuvent s'appuyer sur un allié de poids pour faire face à ces environnements bruyants : la lecture labiale (Schreitmüller et al., 2018) . Émilie Ernst la définit comme étant le fait de « traiter le signal de parole d'autrui par le canal visuel, en interprétant les mouvements visibles de ses lèvres, de sa langue, de sa mâchoire inférieure, de son menton ainsi que la position de ses dents, ses expressions faciales, voire le mouvement de ses mains et de son corps, tout en s'appuyant sur ses connaissances linguistiques et les éléments contextuels disponibles pour reconstruire le message transmis » (Borel et al., 2020). Nous avons récemment pris conscience de son intérêt avec l'utilisation du masque chirurgical durant la pandémie de la COVID-19 (Bottalico et al., 2020). En milieu bruyant, il y a une baisse de la compréhension de 20 % lorsque le locuteur porte un masque chirurgical (Yi et al., 2021). Cela démontre l'intérêt de la lecture labiale en situation défavorable.

Ce résultat s'explique par l'intégration multi-sensorielle, mécanisme par lequel le cerveau combine et traite simultanément les informations auditives et visuelles pour améliorer la perception et la compréhension de la parole (Pepper & Nuttall, 2023). L'effet McGurk est une illustration fascinante de ce mécanisme. Il s'agit d'une illusion auditive-visuelle où la perception d'un phonème est altérée par des informations visuelles contradictoires. Par exemple, entendre le son /ba/ tout en voyant des mouvements de lèvres correspondant à /ga/ peut conduire à percevoir un son hybride comme /da/. Cela démontre que le cerveau utilise les indices auditifs et visuels à sa disposition afin de former une perception cohérente, même si elle peut-être incorrecte dans ce cas particulier (Tiippana, 2014). Il faut cependant noter que ces capacités d'intégration multi sensorielles tendent à diminuer avec l'âge (Pepper & Nuttall, 2023).

Si nous devons nous baser uniquement sur la lecture labiale, nous serions capable de reconnaître près d'un mot sur quatre (Fernandez-Lopez & Sukno, 2017) . Ces résultats ont été obtenus chez des personnes n'ayant pas reçu un apprentissage spécifique de la lecture labiale. Il faut savoir qu'il est possible d'effectuer un apprentissage auprès d'un(e) orthophoniste afin d'améliorer sa lecture labiale. Cet apprentissage est d'ailleurs reconnu par la sécurité sociale depuis 1972 et est mentionné à plusieurs reprises dans la

recommandation de parcours de soins du patient presbycousique (Hung Thai-Van et al., 2022). Cependant, les résultats en lecture labiale sont très variables et ce même au sein d'une population homogène (van de Rijt et al., 2019).

L'un des facteurs déterminants de la lecture labiale réside dans la performance visuelle. La capacité de lecture labiale est affectée négativement par la dégradation des performances visuelles, laquelle peut être attribuée à diverses pathologies (Erber & Osborn, 1994).

Cela est un vrai problème pour les porteurs d'appareils auditifs âgés, car le vieillissement est le principal facteur de risque pour de nombreuses pathologies oculaires, comme la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), la cataracte ou encore le glaucome (Organisation Mondiale de la Santé, 2020). En France, près de 1,7 millions de personnes sont déficientes visuelles. Parmi elles, 207 000 sont aveugles ou malvoyantes profondes, 932 000 malvoyantes moyennes et 560 000 malvoyantes légères. Cette prévalence augmente avec l'âge. Les personnes déficientes visuelles représentent moins de 2 % de la population des moins de 50 ans, 20 % des personnes âgées de 85 à 89 ans et 38 % des plus de 90 ans (Sander & Bournot, 2005).

La DMLA est la première cause de déficience visuelle en France chez les personnes de plus de 50ans (S. Laversin, S. Trellu, 2022). Il s'agit d'une atteinte de la vision centrale due au vieillissement des cellules de l'épithélium pigmentaire rétinien. Cela peut être dû à une accumulation de drusen (amas de débris cellulaires) dans le cas d'une DMLA sèche, ou bien à la croissance de nouveaux vaisseaux sanguins anormaux sous la rétine dans le cas d'une DMLA humide (Nashine, 2021). En France, elle touche 1 % des personnes de 50 à 55 ans, environ 10 % des 65–75 ans et de 25 à 30 % des plus de 75 ans (S. Laversin, S. Trellu, 2022) . Parmi ces personnes atteintes, environ la moitié a une forme avancée, associée à une perte de la vision centrale.

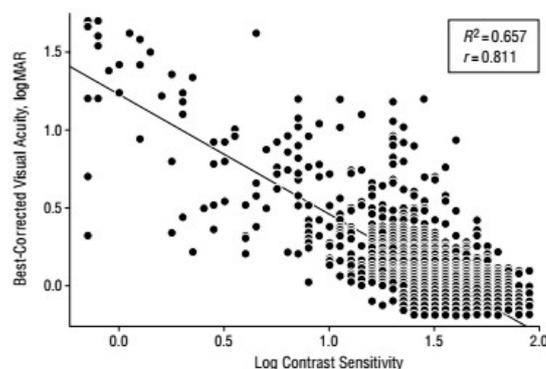
La cataracte est la première cause de cécité dans le monde (Organisation Mondiale de la Santé, 2020). Il s'agit une opacification du cristallin. Son opération consiste en une ablation du cristallin, qui est alors remplacé par une lentille intraoculaire, qui permet dans la très grande majorité des cas une nette amélioration de l'acuité visuelle (PA et al., 2005) . En

France, 830 000 chirurgies de la cataracte ont été réalisées en 2017 (Haute Autorité de Santé, 2018) .

De plus, il existe une corrélation entre la perte visuelle et la perte auditive. D'après une étude menée en 2006 (Chia et al., 2006), un patient présentant une cataracte à un risque de perte auditive augmenté par 30 %, et ce risque est de 60 % pour un patient atteint de DMLA. Cette même étude a mis en évidence une augmentation de risque de surdité de 18 % par ligne perdue de meilleure acuité corrigée. Cette étude suggère que cela est sans doute dû à des facteurs de risque communs, comme par exemple l'exposition au stress ou le tabagisme.

Outre ces pathologies, une autre cause possible de ces déficiences visuelles est la non correction du défaut visuel. Une récente étude a montré qu'en France près de 40 % des personnes âgées de plus de 78 ans ne portent pas de lunettes adaptées à leur vue (Naël et al., 2019).

Ces déficiences visuelles vont impacter les capacités en lecture labiale. L'acuité visuelle est l'un des paramètres visuels qui a un impact non négligeable sur la lecture labiale. Une étude a rapporté que des sujets atteints de DMLA, avec une acuité visuelle corrigée de 1/10, avaient de moins bons scores en lecture labiale que des sujets avec une vision normale (Osborn et al., 2000). Outre l'acuité visuelle, la vision des contrastes est un autre facteur visuel impactant la lecture labiale (Dickinson & Taylor, 2011) . L'acuité visuelle et la vision des contrastes sont deux facteurs visuels influençant la lecture labiale, mais il est important de noter qu'ils sont tous les deux corrélés ( $R^2 = 0,657$  ;  $r = 0,811$ ). Plus l'acuité visuelle diminue, plus la vision des contrastes est altérée (West et al., 2002).



**Figure 2: Corrélation entre l'acuité visuelle et la sensibilité aux contrastes**

Source : West et al., 2002

De récentes études (Llorach et al., 2022)(Le Rhun et al., 2023), réalisées à partir de versions audiovisuelles du Matrix, ont étudié l'apport de la lecture labiale sur l'intelligibilité audiovisuelle. Un test d'intelligibilité audiovisuelle évalue la capacité d'une personne à comprendre et interpréter des informations combinant à la fois le son et l'image. Dans le calme, l'apport de la lecture labiale permet une amélioration du seuil d'intelligibilité entre 7,0 dB (Llorach et al., 2022) à 9,25 dB (Le Rhun et al., 2023). Ces études ont également étudié l'apport de la lecture labiale dans l'intelligibilité d'un signal de parole en présence de bruit. Ainsi, des améliorations du rapport signal sur bruit de 4,6 dB (Le Rhun et al., 2023). et 5,0 dB (Llorach et al., 2022) ont été mises en évidence. Ces études ont comparé les performances entre les conditions *audio seules* et *audiovisuelles*. Cependant, lorsque la lecture labiale est altérée par une déficience visuelle, aucune recherche ne nous permet d'anticiper le résultat d'intelligibilité dans le bruit.

L'objectif de ce mémoire est d'investiguer l'impact de la déficience visuelle sur la compréhension de la parole dans le bruit chez un sujet malentendant. Quantifier cette gêne liée à la baisse d'acuité nous permettra de mieux comprendre les gênes dans le bruit de certains patients malentendants et, par conséquent, de les aider au mieux. Pour cela, nous testerons leur intelligibilité audiovisuelle dans le bruit dans différentes conditions visuelles à l'aide d'un Framatrix audiovisuel et nous allons comparer ces résultats à ceux de sujets normo-entendants.

# Matériels et Méthodes

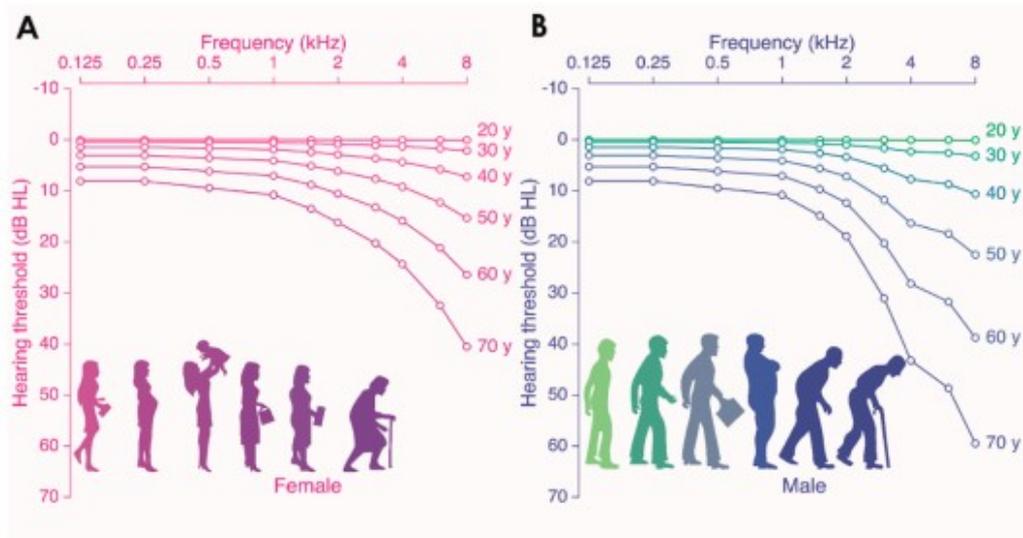
## *Lieu d'étude*

Cette étude s'est déroulée dans le centre Audition Santé Cornebarrieu. La cabine est insonorisée selon les normes de l'article n°D4361-19.

## **Population**

### *Critère d'inclusion*

Pour la réalisation de cette étude, nous avons formé trois groupes de sujets. Un premier groupe était composé de sujets normo-entendants (PTA inférieure à 20 dB HL) de moins de 30ans. Le deuxième groupe était composé de sujets présentant une surdité de perception légère à moyenne de type presbyacousie. Les sujets malentendants étaient appareillés depuis au moins six mois pour les tests. Cela a permis d'éviter le biais d'habituation aux appareils auditifs (Brooks, 1996). Notre critère d'étude était la dégradation du rapport signal sur bruit induit par la déficience visuelle et non les performances en audiométrie vocale dans le bruit. C'est pourquoi tous les types et toutes les gammes d'appareils ont été acceptés pour cette étude. En ce qui concerne les réglages, ceux effectués par l'audioprothésiste avant le début de l'étude ont été conservés.. Ces deux groupes étaient de 15 individus et n'étaient pas comparables en âge. Afin d'avoir une idée de l'effet de l'âge sur les résultats, nous avons étudié un troisième groupe. Le troisième groupe était composé de sujets âgés de plus de 50 ans, normo-entendants selon la norme ISO 7029 présentée en figure 3 (Wang & Puel, 2020).



**Figure 3: Perte auditive liée à l'âge selon la norme ISO 7029 de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).**

Les audiogrammes des femmes (A) et des hommes (B) sont présentés

Source : Wang & Puel, 2020

Pour faire partie de l'étude, les participants devaient présenter une vision normale, c'est-à-dire une acuité visuelle corrigée à 80 cm supérieure ou égale à 10/10 . Ils ne devaient pas présenter de pathologie oculaire (Leat et al., 2020).

### ***Critères d'exclusion***

Les sujets ayant suivi un apprentissage de la lecture labiale ou présentant une surdité unilatérale ont été exclus de cette étude.

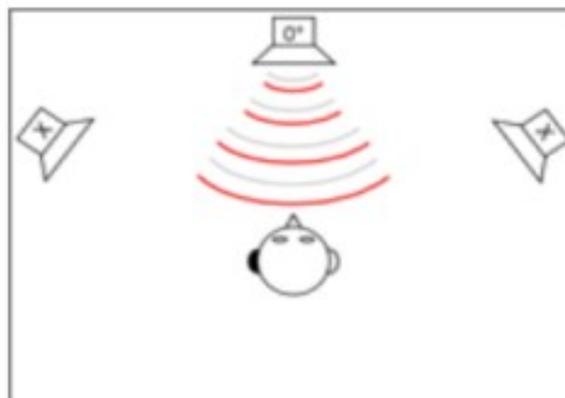
# Matériels

## *Matériel audio*

L'audiométrie tonale a été réalisée à l'aide d'un casque TDH 39. Cette audiométrie nous a permis de vérifier que le patient remplissait bien les critères d'inclusion de l'étude.

Pour l'audiométrie vocale dans le bruit, nous avons utilisé un FraMatrix audiovisuel (Le Rhun et al., 2023). Il s'agit d'un test vocal avec un bruit de fond à niveau sonore fixe et une voix à niveau variant de manière adaptative (Jansen et al., 2012). Dans la présente étude, nous avons utilisé une procédure adaptative ayant pour but d'atteindre un seuil d'intelligibilité de 80 % (SRT 80) afin d'éviter l'effet plafond due à la version audio-visuelle. En effet, certains participants sont capables de comprendre plus de 50 % des mots en se basant uniquement sur la lecture labiale (Van de Rijt et al., 2019). Les phrases utilisées dans le FraMatrix ont toutes la même structure syntaxique : prénom - verbe - nombre - objet - couleur. La version originale du FraMatrix comprend 280 phrases. Pour la version audiovisuelle, 150 phrases ont été gardées. 45 listes de 20 phrases ont ainsi été créées en gardant la voix de la version originale. Dans chaque liste, aucun mot n'apparaissait plus de deux fois et aucune phrase n'était répétée (Le Rhun et al., 2023). Le bruit utilisé dans le FraMatrix est le spectre à long terme de la superposition des 280 phrases possibles du FraMatrix (Jansen et al., 2012). Tout le long du test, ce bruit était à un niveau fixe de 65 dB SPL. Le niveau de la voix pour la première phrase de chaque liste était de 60 dB (Rhun et al., 2023).

Dans notre étude, le FraMatrix a été réalisé en condition diotique, présentée en figure 4. La parole et le bruit seront émis par un unique haut-parleur situé en face du sujet.



**Figure 4: Condition diotique.**

Parole en traits rouges, bruit en traits gris

Source : Vannson, 2016

## *Matériel visuel*

Le support visuel du FraMatrix audiovisuel est une femme qui a été filmée devant un fond vert en répétant la phrase qu'elle entendait grâce à un écouteur placé dans son oreille gauche. Lors de l'enregistrement, l'oratrice avait pour consigne d'avoir un visage neutre, sans exagération d'articulation, tout en gardant les yeux fixés et concentrés sur la caméra en évitant de cligner des yeux. Puis, l'image et le son ont été synchronisés de façon à ce qu'il n'y ai pas de décalage entre les deux canaux (Le Rhun et al., 2023).



**Figure 5: Support vidéo du FraMatrix audiovisuel**

Le support visuel était projeté sur une écran situé à 80 cm en face du sujet, comme cela était le cas dans les différentes études réalisées sur le FraMatrix audiovisuel.

Pour le choix des déficiences visuelles, nous nous sommes basés sur la classification des déficiences visuelles de l'OMS présentée en figure 6 (Organisation Mondiale de la Santé, 2020).

Catégorie	Acuité visuelle du meilleur œil	
	Inférieur à :	Supérieur ou égal à :
Déficiência visuelle légère 	5/10	3/10
Déficiência visuelle modérée 	3/10	1/10
Déficiência visuelle sévère 	1/10	1/20
Cécité 	1/20	

**Figure 6: Classification de la sévérité de la déficiência visuelle basée sur l'acuité visuelle du meilleur œil**

Source : *Organisation Mondiale de la Santé, 2020*

Afin de tester l'impact des différents niveaux de déficiência nous avons dû simuler quatre degrés de déficiencies visuelles différentes. Pour cela, nous avons utilisé des filtres de Bangerter qui permettent de moduler l'acuité visuelle et la sensibilité aux contrastes. Ce sont des filtres d'occlusion partielle utilisés pour le traitement de l'amblyopie chez l'enfant (Zhang et al., 2022). Des études ont démontré que les niveaux de flou mesurés avec des filtres de Bangerter étaient conformes à ceux annoncés par les fabricants (Williamson et al., 2021). Avant de débiter cette étude, nous avons vérifié les acuités visuelles obtenues avec les filtres utilisés, afin de nous assurer que la déficiência visuelle induite correspondait bien à celle que nous souhaitions tester. Pour ce faire, nous avons mesuré l'acuité visuelle de sujets normo-voyants en utilisant différents filtres.

Pour le choix des filtres, nous avons choisi des filtres 0,4 (acuité attendue : 4/10) pour la déficiência visuelle légère, des filtres <0,1 (acuité attendue entre 1/20 et 1/10) pour la déficiência visuelle sévère, et des filtres « perception lumineuse » (acuité attendue inférieure à 1/20) pour la cécité. Nous n'avons pas étudié la déficiência visuelle modérée dans cette étude afin d'avoir une durée de passation plus raisonnable.

Nous avons apposé ces filtres de Bangerter sur des verres d'essai plan. Pour les sujets ne portant pas de lunettes, les verres plans munis de filtres de Bangerter ont été placés sur une paire de lunettes d'essai. Pour les sujets portant des lunettes, les verres plans munis de filtres de Bangerter ont été placés sur des clips d'essai.

## Méthodes

Dans un premier temps, nous avons réalisé l'audiométrie tonale du sujet afin de s'assurer qu'il rentre dans les critères d'inclusion.

Nous avons ensuite réalisé une mesure d'acuité visuelle corrigée à 80 cm pour respecter les critères d'inclusion. Ces acuités visuelles ont été mesurées à l'aide d'une échelle logarithmique de vision de près. Il s'agit d'une échelle conçue de façon à ce que la progression de taille des lettres entre chaque ligne soit géométrique (Holladay, 2004). Les lignes sont présentées par pas de 0,1 LogMar. Chaque ligne d'acuité comporte cinq optotypes, qui étaient des lettres dans notre cas. Chaque optotype juste compte pour 0,02 LogMar. Pour faciliter la lecture des résultats, le fabricant de l'échelle a noté les acuités obtenues en acuité décimale. L'acuité décimale est obtenue à partir du score LogMar en utilisant la formule suivante :  $10^{(-\text{VALogMAR})}$  (Mataftsi et al., 2019). L'échelle utilisée était calibrée pour un usage à 40cm. Nous avons dû multiplier par deux les résultats obtenus. Ainsi, le critère d'inclusion étant une acuité visuelle de 10/10 à 80cm, la lecture de la ligne 5/10 à 80cm permettait de valider ce critère. Une ligne était considérée comme juste si au minimum trois lettres sur cinq étaient justes (Holladay, 2004).

Une fois les critères d'inclusion validés, nous avons fait passer un examen cognitif aux sujets afin d'étudier le lien entre les résultats obtenus et les capacités cognitives. Nous avons décidé de réaliser un test MOCA (Montreal Cognitive Assessment) 7,3 présenté en annexe 1. Il s'agit d'une version alternative validée en français qui permet de détecter les troubles cognitifs légers. Le MOCA évalue plusieurs domaines cognitifs, incluant la mémoire, l'attention, le langage, les fonctions exécutives, les capacités visuo-spatiales, les capacités de calcul et l'orientation (Nasreddine & Patel, 2016).

Le sujet a ensuite été placé à 80cm, en face de l'écran et du haut-parleur. Nous avons réalisé une liste d'entraînement de 20 phrases comme recommandé par Jansen et al. afin de limiter l'effet d'entraînement (Jansen et al., 2012) . Cette liste d'entraînement a été réalisée en condition audiovisuelle, dans les meilleures conditions de vision possibles. L'objectif de cette liste était le SRT 80.

Ensuite, nous avons réalisé le test FraMatrix audiovisuel dans les différentes conditions de déficiences visuelles ( $AV > 10/10$  ;  $AV = 4/10$  ;  $AV < 1/10$  ;  $AV < 1/20$ ). L'ordre de passage des différentes conditions visuelles a été randomisé à l'aide de Microsoft Excel. Ce protocole est résumé sur la figure 7.

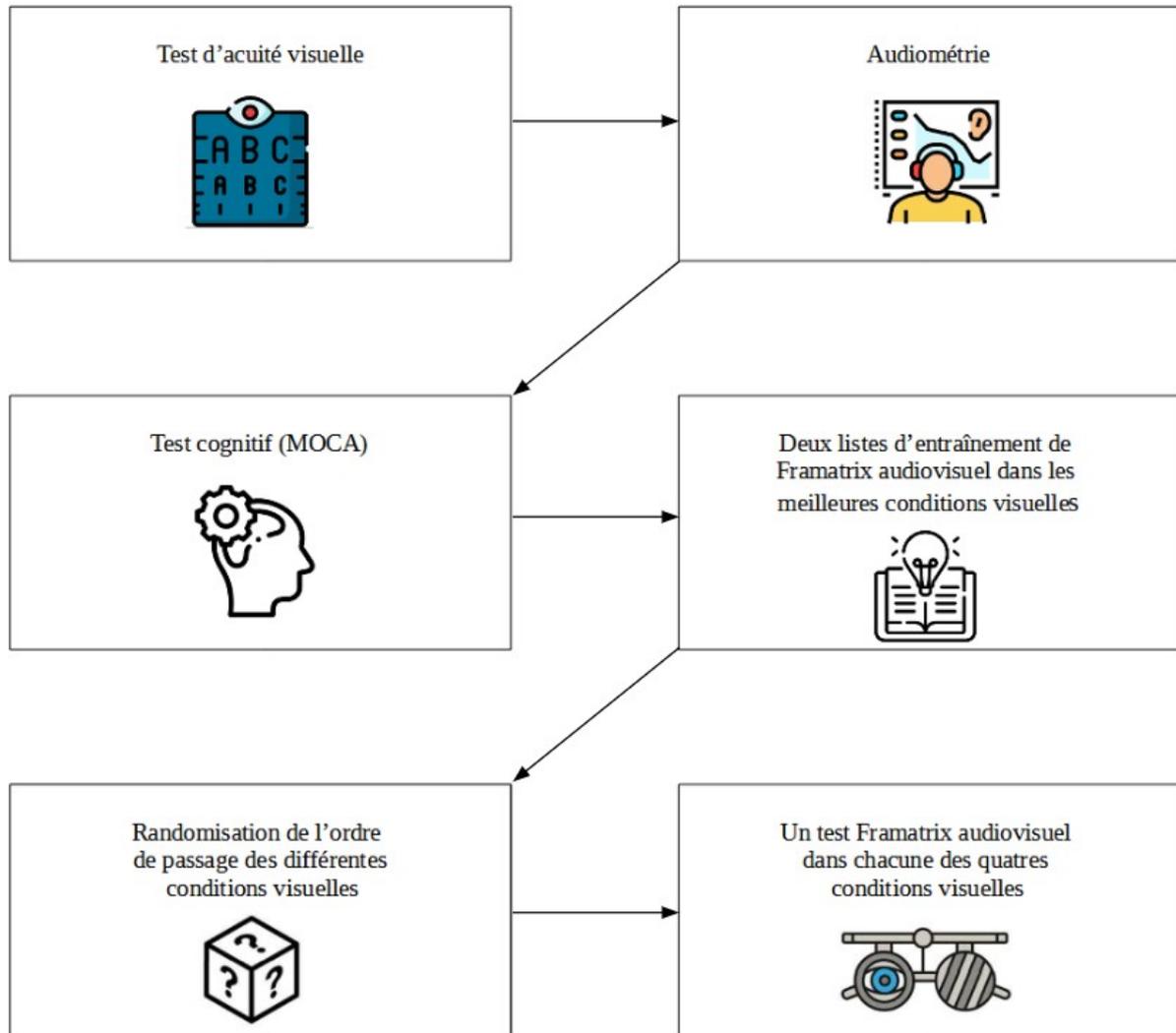


Figure 7: Protocole de l'expérience

## *Analyse statistique*

L'ensemble de l'analyse statistique a été réalisée sous JASP (version 0.18.0.0). La normalité des distributions au sein des différents groupes pour chaque déficience visuelle a été vérifiée grâce au test de Shapiro-Wilk. Le test de Student et l'Anova sont utilisés si la distribution est normale. Le test de Wilcoxon est utilisé si la distribution est anormale. Le seuil critique alpha est fixé à 0,05. La notation utilisée pour chacune des figures lors de tests significatifs est la suivante : \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$  et N.S pour non significatif.

Pour chaque groupe, nous avons réalisé une Anova afin de comparer les résultats obtenus au SRT80 dans chacune des conditions visuelles. Ensuite, pour chaque condition visuelle, nous avons effectué un test de Student afin d'évaluer la significativité statistique de la dégradation observée par rapport au score obtenu avec une acuité visuelle de 10/10. Nous avons ensuite réalisé des tests post-hoc avec la correction de Holm afin d'étudier plus en détail les interactions entre les différents groupes et les différentes conditions.

# Résultats

La cohorte de cette étude comporte trois groupes. Le premier groupe était composé de 15 sujets appareillés. La moyenne d'âge de ce groupe était de 63,9 ans, avec un écart-type (EC) de 9,0 ans. Leur résultat au test MOCA était en moyenne de 23,5 (EC = 3,04). Le deuxième groupe était composé de 15 normo-entendants jeunes (moins de 30 ans), d'âge moyen 22,3 (EC = 3,8) et de score MOCA moyen de 28,4 (EC = 1,35). Enfin, le troisième groupe était composé de 4 sujets normo-entendants âgés de plus de 50ans, avec un âge moyen de 62,0 ans (EC = 8,8) et de score MOCA moyen de 26,6 (EC = 4,55). Les informations récapitulatives des différents groupes sont renseignées dans le tableau 1, et les informations détaillées de chaque participants sont renseignées en annexe 1 .

Groupe	Âge	N	MOCA	Résultats au FraMatrix Audiovisuel		
				Dégradation du RSB par rapport au score obtenu avec une acuité $\geq 10/10$		
				4/10	1/10	<1/20
Sujets appareillés	63,9 $\pm$ 9,0	15	23,5 $\pm$ 3,04	0,5 $\pm$ 1,23	2,4 $\pm$ 1,81	6,1 $\pm$ 2,78
Normo-entendants jeunes	22,3 $\pm$ 3,8	15	28,4 $\pm$ 1,35	1,3 $\pm$ 1,73	1,6 $\pm$ 2,02	4,6 $\pm$ 2,74
Normo-entendants âgés	62,0 $\pm$ 8,8	4	26,6 $\pm$ 4,55	1,4 $\pm$ 1,27	1,3 $\pm$ 0,67	3 $\pm$ 1,24

**Tableau 1: Tableau récapitulatif de la cohorte**

Notation : Moyenne  $\pm$  Ecart-type

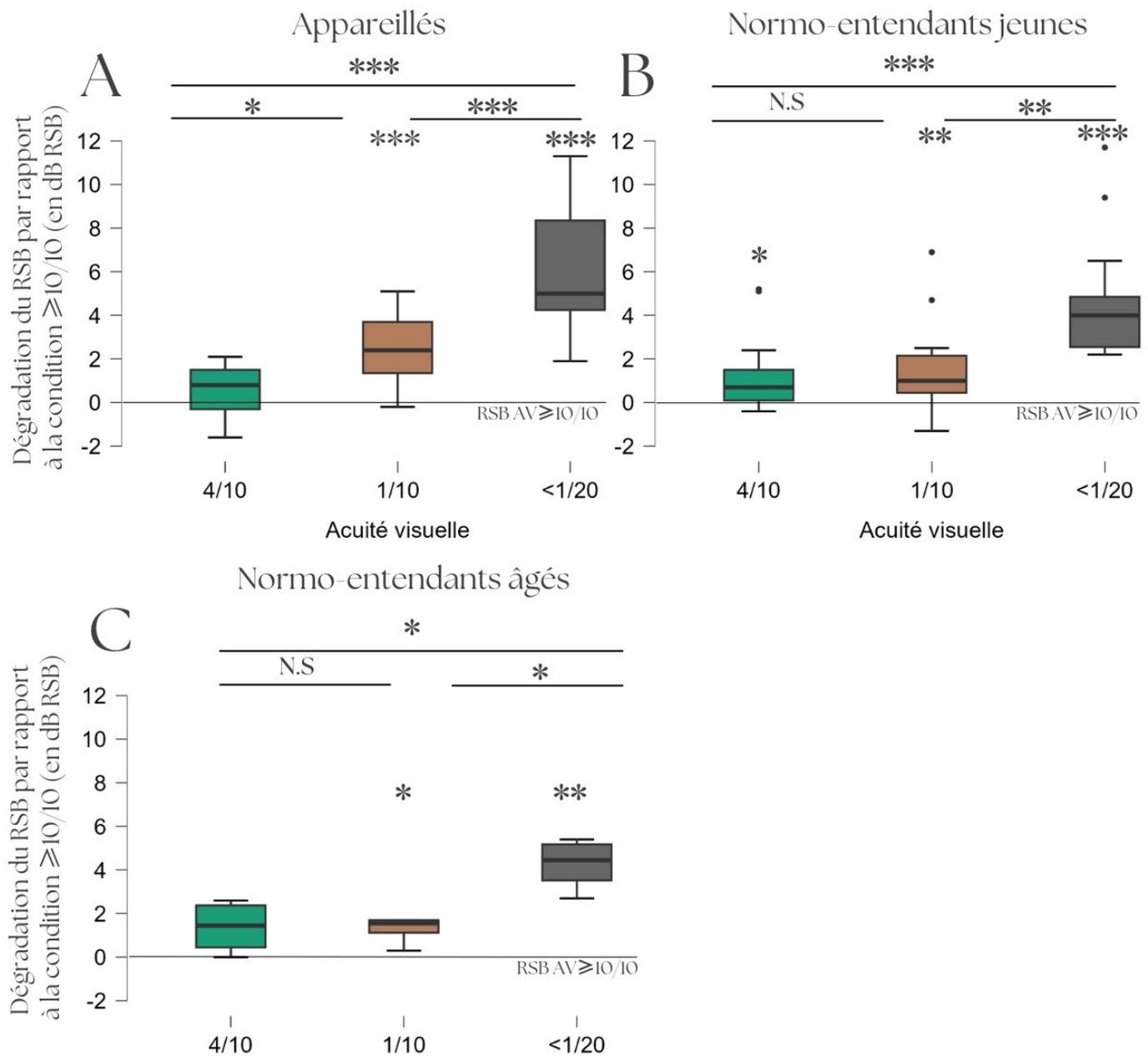
Pour chaque groupe, nous retrouvons la moyenne de la dégradation induite par chaque acuité visuelle par rapport au score obtenu dans la condition  $\geq 10/10$  ainsi que l'écart-type correspondant. Nous avons réalisé un t-test (one sample) pour chaque groupe entre chaque condition de déficience visuelle et la condition avec l'acuité visuelle  $\geq 10/10$ .

Nous remarquons ainsi que chez les normo-entendants jeunes, une acuité visuelle de 4/10 entraîne une dégradation statistiquement significative ( $p=0,013$ ) de l'intelligibilité audiovisuelle dans le bruit. Cependant, il faut une acuité visuelle de 1/10 pour obtenir une dégradation statistiquement significative de l'intelligibilité audiovisuelle dans le bruit pour les sujets appareillés ( $p<0,01$ ) et les normo-entendants âgés ( $p=0,031$ ). (voir tableau 2).

Groupe	Acuité	Moyenne	P Value
Sujets appareillés	4/10	0,5	0,114
	1/10	2,4	<0,001
	<1/20	6,1	<0,001
Normo-entendants jeunes	4/10	1,3	0,013
	1/10	1,6	0,009
	<1/20	4,6	<0,001
Normo-entendants âgés	4/10	1,4	0,119
	1/10	1,3	0,031
	<1/20	3	0,006

**Tableau 2: Test de student du RSB de chaque groupe dans chaque condition de déficience par rapport au RSB dans la condition d'acuité visuelle  $\geq 10/10$**

Nous avons ensuite réalisé un test post-hoc pour chaque groupe avec la correction de Holm. Cela nous a permis de comparer les dégradation du rapport signal sur bruit induit par la baisse d'acuité dans chaque groupe (annexe 2) qui ont été représentés sur la figure 8



**Figure 8: Figure 1: Dégradation du rapport signal sur bruit induit par la baisse d'acuité par rapport à la condition « Acuité visuelle  $\geq 10/10$  »**

*\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$  et N.S pour non significatif*

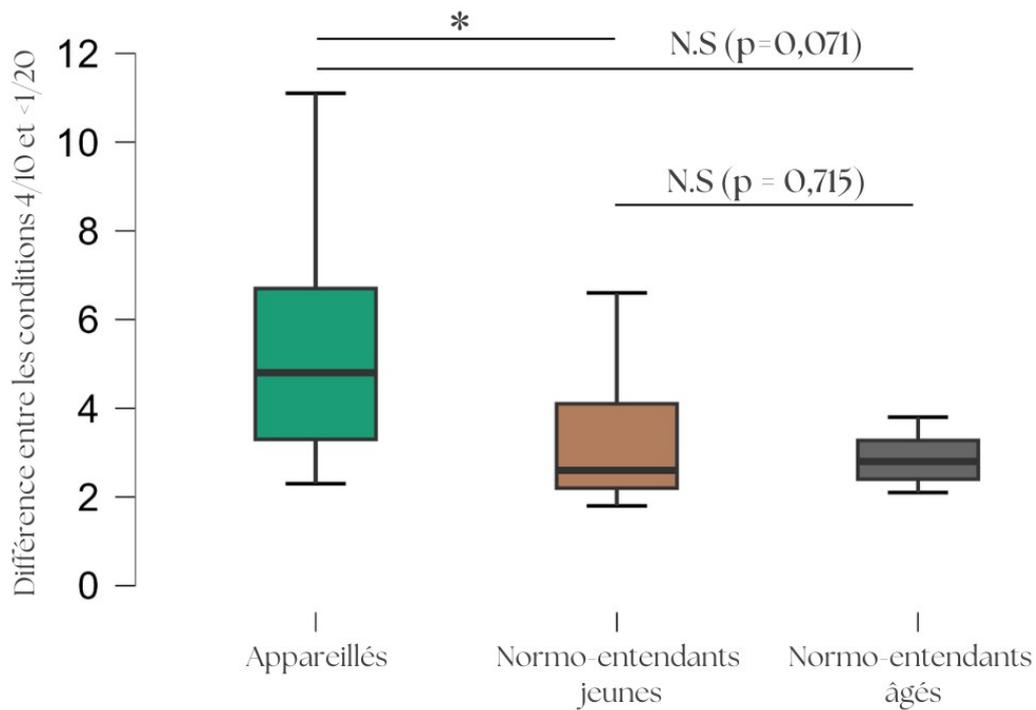
Pour chaque groupe, nous avons représenté la dégradation induite par chaque niveau d'acuité par rapport aux résultats obtenus dans la condition d'acuité visuelle  $\geq 10/10$ . Nous avons réalisé une ANOVA pour chaque groupe puis un test post-hoc afin de d'étudier dans chaque groupe les différences entre les différentes conditions.

Pour le groupe de sujets appareillés (Figure 8 - A), il existe une différence statistiquement significative entre les différentes conditions visuelles ( $F_{2,28}=47,962$  ;  $p<0,001$ ). En effet, il existe une différence significative entre la condition 4/10 et la condition 1/10 ( $p=0,015$ ), entre la condition 4/10 et <1/20 ( $p>0,001$ ) et entre la condition 1/10 et <1/20 ( $p<0,001$ ). Cela signifie qu'au delà de 4/10, une baisse d'acuité visuelle entraîne une augmentation statistiquement significative de la dégradation du rapport signal sur bruit.

Pour le groupe de sujets normo-entendants jeunes de moins de 20 ans (Figure 8 - B), il existe une différence statistiquement significative entre les différentes conditions visuelles ( $F_{2,28}=50,582$  ;  $p<0,001$ ). Il n'existe pas de différence statistiquement significative entre la condition 4/10 et la condition 1/10 ( $p=0,712$ ). En revanche, il existe une différence statistiquement significative entre les condition 1/10 et <1/20 ( $p=0,001$ ) et entre les conditions 4/10 et <1/20 ( $p<0,001$ ).

Pour le groupe de sujets normo-entendants âgés de plus de 30 ans (Figure 8 - C), il existe une différence statistiquement significative entre les différentes conditions visuelles ( $F_{2,6}=11,418$  ;  $p=0,001$ ). Il n'existe pas de différence statistiquement significative entre la condition 4/10 et la condition 1/10 ( $p=0,900$ ). En revanche, il existe une différence statistiquement significative entre les condition 1/10 et <1/20 ( $p=0,012$ ) et entre les conditions 4/10 et <1/20 ( $p=0,012$ ).

Ensuite, afin d'étudier la pente de la dégradation induit par la baisse de l'acuité visuelle, nous avons étudié pour chaque groupe la différence de rapport signal sur bruit entre la condition 4/10 et la condition <1/20. Nous retrouvons ces résultats dans la figure 9.



**Figure 9: Figure 1: Différence du rapport signal sur bruit entre les conditions 4/10 et <1/20**

*\*p < 0,05, \*\*p < 0,01, \*\*\*p < 0,001 et N.S pour non significatif*

Pour le groupe des sujets appareillés, la différence de rapport signal sur bruit entre les conditions 4/10 et <1/20 est en moyenne de 5,527 dB RSB (EC = 2,798). Pour le groupe des normo-entendants jeunes de moins de 30 ans, la différence de rapport signal sur bruit entre les conditions 4/10 et <1/20 est en moyenne de 3,320 dB RSB (EC = 1,492). Pour le groupe des normo-entendants âgés de plus de 50 ans, la différence de rapport signal sur bruit entre les conditions 4/10 et <1/20 est en moyenne de 2,875 dB RSB (EC = 0,741). L'ANOVA montre qu'il existe une différence statistiquement significative entre les différents groupes ( $F_{2,31}=4,895$  ;  $p=0,014$ ). Nous avons ensuite réalisé un test post-hoc avec la correction de Holm afin d'étudier les différences entre chaque groupe. Il en ressort qu'il existe une différence statistiquement significative entre le groupe des sujets appareillés et le groupe des normo-entendants jeunes ( $p=0,025$ ). En revanche, il n'existe pas de différence

statistiquement entre le groupe des normo-entendants jeunes et des normo-entendants âgés ( $p=0,715$ ). Il existe une différence proche d'être statistiquement significative entre le groupe des sujets appareillés et le groupe des normo-entendants âgés ( $p=0,071$ ). Cela signifie que l'âge ne semble pas avoir d'impact sur la dégradation du rapport signal sur bruit induite pour la baisse d'acuité. Cependant, il semblerait que la baisse d'acuité visuelle affecte différemment les performances d'intelligibilité audiovisuelle de la parole dans le bruit chez les sujets appareillés et les normo-entendants.

Nous avons étudié l'impact du score MOCA sur la dégradation induite par la baisse d'acuité. Pour cela, nous avons réalisé une ANCOVA en utilisant la différence de RSB entre les conditions 4/10 et <1/20. Nous remarquons que le score MOCA n'a pas d'effet statistiquement significatif sur la dégradation du rapport signal sur bruit induit par la baisse d'acuité ( $F_{1,30}=0,219$  ;  $p=0,643$ ).

Pour résumer, nos résultats montrent que la dégradation de l'intelligibilité audiovisuelle dans le bruit varie en fonction de l'acuité visuelle du sujet. La dégradation induite est significativement différente entre les sujets appareillés et les sujets normo-entendants, mais aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence entre les normo-entendants jeunes et les normo-entendants âgés.

# Discussion

L'objectif de ce mémoire est d'étudier l'impact d'une déficience visuelle sur l'intelligibilité dans le bruit. Pour cela, nous avons fait passer des Framatrix Audiovisuels dans différentes conditions visuelles à des sujet appareillés, normo-entendants jeunes et âgés. Nous avons également fait passer un test MOCA à tous les participants. Le but de ces différents groupes et de ce test cognitif étaient de tenter de mettre en évidence une dégradation différente en fonction du profil du sujet.

## *Discussion méthodologique : Framatrix audiovisuel*

Le test du Framatrix audiovisuel a pour l'instant été utilisé dans une seule étude, qui comparait la condition audiovisuelle avec la condition audio seule chez des sujets normo-entendants de moins de 30 ans (Le Rhun et al., 2023). Dans cette étude, il avait démontré une dégradation du rapport signal sur bruit de 4,6 dB dans la condition audio seule comparé à la condition audiovisuelle. Dans notre étude, nous avons également retrouvé ce résultat de 4,6 dB de dégradation entre la condition audiovisuelle normale et l'acuité inférieure à 1/20. Nos résultats sont donc en parfait accord avec la littérature présente sur le sujet.

## *Discussion des résultats : Comparaison sujets appareillés*

Dans un premier temps, nous remarquons qu'une dégradation statistiquement significative apparaît plus tôt chez le groupe des normo-entendants. En effet, un acuité de 4/10 suffit à dégrader significativement ( $p=0,013$ ) la compréhension audiovisuelle dans le bruit, tandis que ce n'est pas le cas chez les sujets appareillés (figure 8). Cette dégradation est en moyenne de 1,3 dB (EC = 1,73) chez les jeunes normo-entendants contre 0,5 dB (EC = 1,23) chez les sujets appareillés. En revanche, nous remarquons que pour une acuité visuelle inférieure à 1/20, la dégradation induite est plus importante chez les sujets appareillés que chez les jeunes normo-entendants (6,1 dB contre 4,7 dB). Cette différence pourrait s'expliquer par une limite de l'étude. En effet, lors de la prise d'acuité, nous avons uniquement vérifié que les sujets étaient capables de lire la ligne d'acuité correspondant aux 10/10 à 80 cm, mais sans mesurer leur acuité visuelle maximale. Or, au vu de la corrélation existant entre perte auditive et acuité visuelle (Chia et al., 2006), nous pouvons imaginer que

l'acuité maximale du groupe normo-entendants était meilleure que celle des sujets appareillés. Avec un filtre ryser limitant l'acuité à 4/10, ils auraient donc subi une dégradation de l'acuité visuelle plus importante, ce qui pourrait expliquer cette différence de résultat. Pour vérifier cette hypothèse, il faudrait réaliser le même protocole et appliquer un filtre limitant l'acuité à 10/10 à la place de la condition sans filtre.

Pour contourner cette limite, nous avons décidé de nous intéresser à la différence de dégradation entre l'acuité 4/10 et <1/20. Comme nous pouvons le voir sur la figure 9, la dégradation du RSB est significativement plus importante chez les sujets appareillés que chez les normo-entendants jeunes ( $p=0,025$  ; Tableau 6). En moyenne, une variation de 4/10 à <1/20 entraîne une dégradation de l'intelligibilité audiovisuelle dans le bruit de 5,527 dB (EC= 2,798) contre 3,320 (EC = 1,492) chez les normo-entendants jeunes. Cela va dans le sens des études menées sur le sujet qui démontrent que les sujets atteints de perte auditive ont de meilleures capacités en lecture labiale que les normo-entendants (Auer & Bernstein, 2007) (Tye-Murray et al., 2007).

Nous remarquons qu'il n'y a pas de différence significative entre le groupe normo-entendants jeunes et le groupe normo-entendants âgés ( $p=0,762$ ). Cette comparaison entre ces deux groupes de normo-entendant avait pour but d'étudier l'effet de l'âge sur la dégradation du rapport signal sur bruit audiovisuel induit par une baisse d'acuité visuelle. Il semblerait donc que ce phénomène soit indépendant de l'âge. Des études menées sur la lecture labiale avaient pourtant montré que les sujets âgés sont moins performants en lecture labiale que les sujets jeunes (Sommers et al., 2005). Cependant la faible taille de notre groupe de normo entendants âgés pourrait éventuellement expliquer cette divergence avec la littérature.

Nous nous sommes demandés si les différences inter-individuelles au sein du groupe des sujets appareillés pouvait s'expliquer par le score cognitif. Nous n'avons pas trouvé de corrélation statistiquement significative entre le score MOCA et la dégradation de l'intelligibilité induite par la baisse d'acuité. Cela va dans le sens de l'article de Van Engen et al qui n'avait pas réussi à mettre en évidence de lien entre l'effet McGurk et les capacités cognitives (Van Engen et al., 2022).

Pour bénéficier des avantages des indices visuels, il est indispensable d'avoir une bonne localisation spatiale pour identifier rapidement le locuteur (Sheffield et al., 2023). Il serait intéressant d'étudier l'impact d'une baisse d'acuité sur les capacités de localisation d'une source audiovisuelle. Si l'acuité a un effet négatif sur cette capacité, le handicap des sujets ayant une baisse d'acuité visuelle en milieux bruyant seraient alors encore plus importante.

## Conclusion

L'objectif principal de ce mémoire était d'investiguer l'impact de la déficience visuelle sur la compréhension de la parole dans le bruit chez des sujets malentendants. Cette étude visait à quantifier la gêne causée par une baisse d'acuité visuelle afin de mieux comprendre les difficultés rencontrées par certains patients malentendants dans des environnements bruyants et, par conséquent, de mieux les aider.

Les résultats indiquent que la baisse de l'acuité visuelle entraîne une diminution significative de l'intelligibilité audiovisuelle dans le bruit. Il a été observé que cette dégradation est plus marquée chez les sujets appareillés que chez les normo-entendants.

À l'avenir, il serait intéressant d'étudier l'impact d'une baisse d'acuité visuelle sur d'autres capacités audiovisuelles, telles que les capacités de localisation audiovisuelle en milieu bruyant.

# Bibliographie

- Auer, E. T., & Bernstein, L. E. (2007). Enhanced visual speech perception in individuals with early-onset hearing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR*, 50(5), 1157–1165. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/080\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/080))
- Borel, S., Leybaert, J., Ambert-Dahan, E., Charlier, B., Croiseaux, E., Ernst, E., Hage, C., Ligny, C., & Van Vlierberghe, C. (2020). E.2. Lecture labiale. *Surdités de l'enfant et de l'adulte*, 264–274. <https://www.cairn-sciences.info/surdites-de-l-enfant-et-de-l-adulte--9782807323216-page-264.htm?contenu=article>
- Bottalico, P., Murgia, S., Puglisi, G. E., Astolfi, A., & Kirk, K. I. (2020). Effect of masks on speech intelligibility in auralized classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(5), 2878–2884. <https://doi.org/10.1121/10.0002450>
- Bowl, M. R., & Dawson, S. J. (2019). Age-Related Hearing Loss. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 9(8). <https://doi.org/10.1101/CSHPERSPECT.A033217>
- Brooks, D. N. (1996). The time course of adaptation to hearing aid use. *British Journal of Audiology*, 30(1), 55–62. <https://doi.org/10.3109/03005369609077930>
- Chia, E. M., Mitchell, P., Rochtchina, E., Foran, S., Golding, M., & Jie, J. W. (2006). Association between vision and hearing impairments and their combined effects on quality of life. *Archives of Ophthalmology*, 124(10), 1465–1470. <https://doi.org/10.1001/archophth.124.10.1465>
- Decambron, M., Leclercq, F., Renard, C., & Vincent, C. (2022). Speech audiometry in noise: SNR Loss per age-group in normal hearing subjects. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 139(2), 61–64. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2021.05.001>
- Dickinson, C. M., & Taylor, J. (2011). The effect of simulated visual impairment on speech-reading ability. *Ophthalmic & Physiological Optics : The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 31(3), 249–257. <https://doi.org/10.1111/J.1475-1313.2010.00810.X>
- EIHMA. (2022). *EuroTrak France*. 1–82.
- Erber, N. P., & Osborn, R. R. (1994). Perception of Facial Cues by Adults with Low Vision. <https://doi.org/10.1177/0145482X9408800213>, 88(2 I), 171–175. <https://doi.org/10.1177/0145482X9408800213>

- Fernandez-Lopez, A., & Sukno, F. M. (2017). Automatic Viseme Vocabulary Construction to Enhance Continuous Lip-reading. *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, 5, 52–63. <https://doi.org/10.5220/0006102100520063>
- Haute Autorité de Santé. (2018). *Feuille de route Proposition de traitement de la demande*. <http://www.scansante.fr/applications/statistiques-activite-MCO-par-diagnostique-et-actes/submit?snatnav=&snatdoc=&mbout=&annee=2017&base=deux&typt=ccam&code=BFGA004&ok=Lancer+le+traitement&niveau=0&codh=000>
- Holladay, J. T. (2004). Visual acuity measurements. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 30(2), 287–290. <https://doi.org/10.1016/J.JCRS.2004.01.014>
- Hung Thai-Van, P., Isabelle Mosniere, D., & al. (2022). Recommandation pour la pratique clinique : Parcours de soins du patient presbycousique. *Société Française d’Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie de La Face et Du Cou*.
- Jansen, S., Luts, H., Wagener, K. C., Kollmeier, B., Del Rio, M., Dauman, R., James, C., Fraysse, B., Vormès, E., Frachet, B., Wouters, J., & Van Wieringen, A. (2012). Comparison of three types of French speech-in-noise tests: a multi-center study. *International Journal of Audiology*, 51(3), 164–173. <https://doi.org/10.3109/14992027.2011.633568>
- Le Rhun, L., Llorach, G., Delmas, T., Sued, C., Arna, L. H., & Lazard, D. S. (2023). A standardised test to evaluate audio-visual speech intelligibility in French A standardised test to evaluate audio-visual speech intelligibility in French. *Signal & Cognitives*.
- Leat, S. J., Yakobchuk-Stanger, C., & Irving, E. L. (2020). Differential visual acuity – A new approach to measuring visual acuity. *Journal of Optometry*, 13(1), 41. <https://doi.org/10.1016/J.OPTOM.2019.04.002>
- Llorach, G., Kirschner, F., Grimm, G., Zokoll, M. A., Wagener, K. C., & Hohmann, V. (2022). Development and evaluation of video recordings for the OLSA matrix sentence test. *International Journal of Audiology*, 61(4), 311–321. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1930205>
- Mataftsi, A., Koutsimpogeorgos, D., Brazitikos, P., Ziakas, N., & Haidich, A. B. (2019). Is conversion of decimal visual acuity measurements to logMAR values reliable? *Graefe’s Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv Fur Klinische Und Experimentelle Ophthalmologie*, 257(7), 1513–1517. <https://doi.org/10.1007/S00417-019-04344-9>
- Naël, V., Moreau, G., Monfermé, S., Cougnard-Grégoire, A., Scherlen, A. C., Arleo, A., Korobelnik, J. F., Delcourt, C., & Helmer, C. (2019). Prevalence and Associated Factors of

- Uncorrected Refractive Error in Older Adults in a Population-Based Study in France. *JAMA Ophthalmology*, 137(1), 3–11.  
<https://doi.org/10.1001/JAMAOPHTHALMOL.2018.4229>
- Nashine, S. (2021). Potential Therapeutic Candidates for Age-Related Macular Degeneration (AMD). *Cells*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/CELLS10092483>
- Nasreddine, Z. S., & Patel, B. B. (2016). Validation of Montreal Cognitive Assessment, MoCA, Alternate French Versions. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 43(5), 665–671.  
<https://doi.org/10.1017/CJN.2016.273>
- Organisation Mondiale de la Santé. (2020). *Rapport mondial sur la vision*.
- Osborn, R. R., Erber, N. P., & Galletti, A. B. (2000). Effects of Background Noise on the Perception of Speech by Sighted Older Adults and Older Adults with Severe Low Vision. <https://doi.org/10.1177/0145482X0009401005>, 94(10), 648–653.  
<https://doi.org/10.1177/0145482X0009401005>
- PA, A., I, D., J, M., D, B., M, A., & S, E. (2005). Age-related cataract. *Lancet (London, England)*, 365(9459), 27–33. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)17911-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)17911-2)
- Pepper, J. L., & Nuttall, H. E. (2023). Age-Related Changes to Multisensory Integration and Audiovisual Speech Perception. *Brain Sciences* 2023, Vol. 13, Page 1126, 13(8), 1126.  
<https://doi.org/10.3390/BRAINSCI13081126>
- S. Laversin, S. Trelu, T. T. (2022). Dégénérescence maculaire liée à l'âge. *Haute Autorité de Santé*.
- Sander, M., & Bournot, M. (2005). *Les personnes ayant un handicap visuel. Apports de l'enquête Handicaps - Incapacités - Dépendance*. 12.
- Schreitmüller, S., Frenken, M., Bentz, L., Ortmann, M., Walger, M., & Meister, H. (2018). Validating a Method to Assess Lipreading, Audiovisual Gain, and Integration during Speech Reception with Cochlear-Implanted and Normal-Hearing Subjects Using a Talking Head. *Ear and Hearing*, 39(3), 503–516.  
<https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000502>
- Sheffield, S. W., Wheeler, H. J., Brungart, D. S., & Bernstein, J. G. W. (2023). The Effect of Sound Localization on Auditory-Only and Audiovisual Speech Recognition in a Simulated Multitalker Environment. *Trends in Hearing*, 27.  
<https://doi.org/10.1177/23312165231186040>
- Sommers, M. S., Tye-Murray, N., & Spehar, B. (2005). Auditory-visual speech perception and auditory-visual enhancement in normal-hearing younger and older adults. *Ear and Hearing*, 26(3), 263–275. <https://doi.org/10.1097/00003446-200506000-00003>

- Tiippana, K. (2014). What is the McGurk effect? *Frontiers in Psychology, 5*(JUL), 91962. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2014.00725/BIBTEX>
- Tye-Murray, N., Sommers, M. S., & Spehar, B. (2007). Audiovisual integration and lipreading abilities of older adults with normal and impaired hearing. *Ear and Hearing, 28*(5), 656–668. <https://doi.org/10.1097/AUD.0B013E31812F7185>
- van de Rijt, L. P. H., Roye, A., Mylanus, E. A. M., van Opstal, A. J., & van Wanrooij, M. M. (2019). The Principle of Inverse Effectiveness in Audiovisual Speech Perception. *Frontiers in Human Neuroscience, 13*, 468577. <https://doi.org/10.3389/FNHUM.2019.00335/BIBTEX>
- Van Engen, K. J., Avanti, ;, Sommers, M. S., Peelle, J. E., & Dey, A. (2022). Audiovisual speech perception: Moving beyond McGurk. *The Journal of the Acoustical Society of America, 152*(6), 3216–3225. <https://doi.org/10.1121/10.0015262>
- Wang, J., & Puel, J. L. (2020). Presbycusis: An Update on Cochlear Mechanisms and Therapies. *Journal of Clinical Medicine, 9*(1). <https://doi.org/10.3390/JCM9010218>
- West, S. K., Rubin, G. S., Broman, A. T., Munõz, B., Bandeen-Roche, K., Turano, T., & Sharma, S. (2002). How does visual impairment affect performance on tasks of everyday life? The SEE Project. *Evidence-Based Eye Care, 3*(4), 218–219. <https://doi.org/10.1097/00132578-200210000-00023>
- Williamson, I., Keating, P., & Bjerre, A. (2021). The effect of induced monocular blur by bangerter filters on measures of visual acuity and stereoacuity. *Strabismus, 29*(2), 74–80. <https://doi.org/10.1080/09273972.2021.1914677>
- Yi, H., Pingsterhaus, A., & Song, W. (2021). Effects of Wearing Face Masks While Using Different Speaking Styles in Noise on Speech Intelligibility During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology, 12*. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.682677>
- Zhang, P., Wang, H., Ren, W., Guo, H., Yang, J., Tao, J., Yang, Z., Li, Y., Chen, L., Zhang, Y., & Wu, D. (2022). The Effect of Bangerter Filters on Visual Acuity and Contrast Sensitivity With External Noise. *Frontiers in Neuroscience, 16*(May), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.804576>

# Annexes

## Table des annexes

Annexe 1: Test MOCA Fr 7.3.....	28
Annexe 2: Données du groupe 1 : Sujets appareillés.....	29
Annexe 3: Données du groupe 2 : Normo-entendants jeunes.....	30
Annexe 4: Données du groupe 3 : Normo-entendants âgés.....	31

<b>VISUOSPATIAL / EXÉCUTIF</b>		Copier le lit					Dessiner HORLOGE (10 h 05 min) (3 points)	POINTS																		
							<input type="checkbox"/> Contour <input type="checkbox"/> Chiffres <input type="checkbox"/> Aiguilles	___/5																		
<b>DÉNOMINATION</b>																										
									___/3																	
<b>MÉMOIRE</b>		Lire la liste de mots, le patient doit répéter. Faire 2 essais même si le 1er essai est réussi. Faire un rappel 5 min après.					<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<sup>er</sup> essai</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2<sup>ème</sup> essai</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		JAMBE	COTON	ÉCOLE	TOMATE	BLANC	1 <sup>er</sup> essai						2 <sup>ème</sup> essai						Pas de point
	JAMBE	COTON	ÉCOLE	TOMATE	BLANC																					
1 <sup>er</sup> essai																										
2 <sup>ème</sup> essai																										
<b>ATTENTION</b>		Lire la série de chiffres (1 chiffre/ sec.). Le patient doit la répéter. [ ] 2 4 8 1 5 Le patient doit la répéter à l'envers. [ ] 4 2 7					___/2																			
<b>ATTENTION</b>		Lire la série de lettres. Le patient doit taper de la main à chaque lettre A. Pas de point si 2 erreurs [ ] FBACMNAAJKLBAFAKDEAAAJAMOF AAB					___/1																			
<b>ATTENTION</b>		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																			
<b>LANGAGE</b>		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																			
<b>LANGAGE</b>		Fluidité de langage. Nommer un maximum de mots commençant par la lettre T en 1 min [ ] (N 11 mots)					___/1																			
<b>ABSTRACTION</b>		Similitude entre ex : banane - orange = fruit [ ] Marteau-tournevis [ ] Allumette-Lampe					___/2																			
<b>RAPPEL</b>		Doit se souvenir des mots SANS INDICES					Points pour rappel SANS INDICES seulement	___/5																		
<b>Optionnel</b>		Indice de catégorie																								
<b>Optionnel</b>		Indice choix multiples																								
<b>ORIENTATION</b>		[ ] Date [ ] Mois [ ] Année [ ] Jour [ ] Endroit [ ] Ville					___/6																			
© Z.Nasreddine MD		www.mocatest.org		Normal ≥ 26 / 30		TOTAL ___/30 Ajouter 1 point si scolarité ≤ 12 ans																				

Annexe 1: Test MOCA Fr 7.3

Sujet	Âge	PTA		MOCA	Entraînement 1		Entraînement 2		≥10/10			4/10			1/10			<1/20				
		OD	OG		RSB	Ordre	RSB	Ordre	RSB	Ordre	RSB	Ordre	RSB	Ordre	RSB	Ordre	RSB	Ordre	RSB	Ordre	Dégradation	Ordre
1	64	20	32,5	27	-0,8	-1,7	-3,2	3	-2,3	0,9	2	-0,6	2,6	1	1,2	4,4	4					
2	61	58	54	21	8,7	3,2	1,8	1	2	0,2	4	1,8	0	6,8	5	3						
3	54	35	39	25	5,7	-1,3	-3,4	4	-2,6	0,8	1	1	4,4	2	5,8	9,2	3					
4	82	61	61	18	9	6,1	1,2	4	3,2	2	2	6,3	5,1	1	9,3	8,1	3					
5	69	40	35	21	4,6	2,8	-1,8	4	0,1	1,9	1	-0,1	1,7	3	2,9	4,7	2					
6	80	38	41	24	2,7	-1,3	-0,9	2	-1,7	-0,8	4	0,1	1	1,4	2,3	3						
7	77	46	39	24	2	-0,2	-1,6	3	-0,7	0,9	1	1,4	3	4	3,1	4,7	2					
8	78	62	54	22	5,3	0,2	-1,9	3	-1,7	0,2	4	-0,2	1,7	2	9,4	11,3	1					
9	54	76	46	28	7,1	0,1	-3,2	1	-4,8	-1,6	4	-0,3	2,9	3	6	9,2	2					
10	70	45	41	20	3,8	-0,7	-0,3	4	-1,6	-1,3	3	-0,4	-0,1	2	3,8	4,1	1					
11	72	43	38	28	6,4	-1,2	-3,5	1	-1,8	1,7	4	1,2	4,7	2	5,1	8,6	3					
12	78	36	36	22	8,5	0,6	-0,5	1	1,6	2,1	2	4,5	5	3	6,1	6,6	4					
13	72	35	35	22	1	-2,3	-2,3	1	-3,3	-1	3	-2,5	-0,2	4	-0,4	1,9	2					
14	62	31,25	30	27	-1,4	-1	-3	4	-1,7	1,3	2	-0,8	2,2	1	0,6	3,6	4					
15	66	60	47,5	24	2	0,5	-2,9	4	-2,2	0,7	3	-0,5	2,4	2	4,3	7,2	1					

Annexe 2: Données du groupe 1 :  
Sujets appareillés

Sujet	Âge	PTA		MOCA	Entraînement 1		Entraînement 2		Résultats au FraMatrix audiovisuel								
		OD	OG		≥10/10		4/10		1/10		<1/20						
					RSB	Ordre	RSB	Dégradation	Ordre	Dégradation	RSB	Dégradation	Ordre	Dégradation			
16	23	5	5	28	-4,3	-3,4	-6,3	2	-3,9	2,4	3	-4,3	2	4	-2,1	4,2	1
17	20	11	8	29	-7,5	-7,4	-7,4	2	-7,3	0,1	3	-6	1,4	1	-5,2	2,2	4
18	20	5	4	28	-9,1	-11,2	-15,8	1	-10,7	5,1	3	-8,9	6,9	2	-4,1	11,7	4
19	25	4	8	28	-0,9	-6	-6,6	1	-6,5	0,1	4	-6,3	0,3	3	-2,6	4	2
20	21	10	9	29	-6,9	-12,1	-13,8	3	-8,6	5,2	2	-9,1	4,7	1	-4,4	9,4	4
21	17	8	9	29	-4	-8,1	-8,6	4	-7,9	0,7	1	-6,1	2,5	2	-3,6	5	3
22	24	14	16	27	-4,2	-5,9	-5,2	2	-5,2	0,0	1	-6,5	-1,3	3	-2,9	2,3	4
23	19	13	8	29	-4,6	-6,7	-6,1	3	-6,5	-0,4	2	-6,5	-0,4	4	-3,9	2,2	1
24	19	5	6	28	-5,2	-6,1	-6,8	1	-6,4	0,4	3	-4,5	2,3	2	-0,3	6,5	4
25	19	4	0	29	-3,3	-4,7	-5,9	4	-4,7	1,2	3	-4,9	1	1	-2,1	3,8	2
26	24	10	8	27	-6	-7,1	-8	3	-7,3	0,7	1	-6,4	1,6	4	-3,3	4,7	2
27	27	14	3	30	-9,5	-9,9	-8,9	1	-8,9	0,0	4	-8,5	0,4	2	-6,7	2,2	3
28	19	18	11	25	-3,7	-5,3	-6,4	4	-4,8	1,6	2	-5,4	1	1	-2	4,4	3
29	29	12	10	30	-3,3	-6,7	-5,8	4	-5,1	0,7	3	-5,3	0,5	2	-3	2,8	1
30	28	7	10	30	-3,5	-4,2	-5	1	-3,6	1,4	3	-4,2	0,8	4	-1,4	3,6	2

Annexe 3: Données du groupe 2 :  
Normo-entendants jeunes

Sujet	Âge	PTA		MOCA	Entraînement 1	Entraînement 2	10/10			4/10			1/10			<1/20				
		OD	OG				RSB	Ordre	RSB	Dégradation	Ordre	RSB	Dégradation	Ordre	RSB	Dégradation	Ordre	RSB	Dégradation	Ordre
31	75	18	15	20	1	-2,4	-3,9	1	-3,3	0,6	3	-3,6	0,3	2	-1,2	2,7	4			
32	59	15	14	25	-2,3	-5,8	-5,9	1	-5,9	0	4	-4,2	1,7	2	-2,1	3,8	3			
33	58	19	14	30	-0,4	-6,1	-7,1	3	-4,8	2,3	4	-5,7	1,4	2	-1,7	5,4	1			
34	56	10	15	29	-4,3	-2,8	-8	3	-5,4	2,6	1	-6,3	1,7	4	-2,9	5,1	2			

Annexe 4:  
Données du  
groupe 3 :  
Normo-  
entendants âgés

## Résumé

Ce mémoire étudie l'impact de la déficience visuelle sur l'intelligibilité de la parole dans des environnements bruyants, en évaluant des sujets normo-entendants et appareillés. Les participants ont passé un test FraMatrix audiovisuel avec différentes acuités visuelles. Les résultats montrent une dégradation significative de l'intelligibilité audiovisuelle dans le bruit lorsque l'acuité visuelle diminue. Cette étude souligne l'importance de la prise en charge globale des déficiences sensorielles chez les patients malentendants pour améliorer leur qualité de vie et réduire les risques d'isolement social.

### ***Mots clés :***

Framatrix Audiovisuel ; Intelligibilité audiovisuelle; Intégration multisensorielle ; Lecture labiale ; Acuité visuelle.