



*Étude comparative de tests
d'Audiométrie Vocale dans le Bruit
adaptatif et non adaptatif*

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

Soutenu et présenté par : GRANDVUILLEMIN Morgane

Année universitaire : 2021-2022

Supervision : MICHEYL Christophe

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier l'ensemble des personnes que j'ai pu rencontrer lors de ma formation, de mes stages ainsi que lors de la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Je tiens tout particulièrement remercier mon maître de mémoire Monsieur Christophe MICHEYL pour m'avoir accompagnée et soutenue, et pour nos nombreux échanges tout au long de l'élaboration de mon mémoire.

Je souhaite remercier Madame Maïté AVARGUES, audioprothésiste et maître de stage qui m'a accueillie à ses côtés lors de ma troisième année, et a mis à disposition le matériel et locaux nécessaires pour la réalisation de ce mémoire. Je remercie par la même occasion Loriane POICHY assistante, pour m'avoir soutenue dans les démarches que j'ai entreprises dans ce projet et pour avoir été présente dans les moments de doutes.

Je remercie également mon précédent maître de stage Monsieur Frédéric LANGLET pour m'avoir transmis ses connaissances, son amour du métier et du travail bien fait.

Je renouvelle mes remerciements aux patients qui m'ont accordé de leur temps afin de participer aux tests de cette étude.

J'exprime mes remerciements à Messieurs Le Professeur Mathieu MARX et Frédéric REMBAUD ainsi qu'à l'ensemble des intervenants de l'école pour l'encadrement et l'enseignement que nous avons bénéficiés lors de nos trois années de formation.

Un grand merci à toute l'équipe pédagogique et administrative de l'École d'Audioprothèse de Cahors et de l'Université Toulouse III-Paul Sabatier. Avec une pensée particulière à Madame Annick MACHABERT qui nous a toujours épaulés.

J'adresse aussi mes remerciements à mes camarades de promotion qui ont rendu ces années d'études inoubliables. Je remercie plus particulièrement Clara FABRE, Clément GRANSAGNE, Aurlane MOREAU et Ikram YAHYAOUÏ pour tous les bons moments passés avec eux ainsi que leur présence et leur soutien quelle que soit la situation, pendant toutes ces épreuves ou encore pour leurs relectures.

Je tiens à terminer ces remerciements en exprimant toute ma reconnaissance à mes parents pour leur accompagnement et leur soutien sans faille tout au long de mes études, même dans les moments difficiles, avec une pensée particulière à Maman et au temps passé lors des multiples relectures de ce mémoire.

Déclaration sur l'honneur de non plagiat

Je soussignée Morgane GRANDVUILLEMIN, inscrite à l'examen conduisant à la délivrance du diplôme d'État d'audioprothésiste, certifie sur l'honneur être pleinement consciente 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).

Je déclare être informée 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 Agen, le 12/11/2021

Morgane GRANDVUILLEMIN



Sommaire

I.	Introduction.....	1
A.	Contexte de l'étude	1
B.	Divers bruits possiblement exploitables pour l'AVB	3
C.	Principaux tests d'audiométrie vocale dans le bruit utilisés en France.....	4
1.	Hearing in Noise Test (HINT).....	4
2.	Vocale Rapide dans le Bruit (VRB)	6
3.	Autres tests d'AVB fréquemment exploités	7
D.	Études comparatives d'audiométrie vocale dans le bruit préexistante dans la littérature	8
E.	Problématique.....	9
II.	Matériels et méthodes.....	10
A.	Population.....	10
1.	Critères d'inclusions.....	10
2.	Critères d'exclusions	12
B.	Lieu d'étude	12
C.	Matériel utilisé pour cette étude	12
D.	Passation des tests.....	15
E.	Relevé des données	17
F.	Statistiques	18
III.	Résultats	18
A.	Description de la cohorte	18
1.	La cohorte de NE.....	18
2.	La cohorte de ME	20
B.	Comparaison du VRB et du HINT	21
1.	Comparaison du VRB et du HINT chez le NE.....	21
2.	Comparaison du VRB et du HINT chez le ME avec appareils	22
3.	Comparaison du VRB et du HINT chez le ME sans appareils.....	25

IV.	Discussion	28
A.	Discussion des résultats	28
B.	Limites de l'étude.....	31
V.	Conclusion.....	32
VI.	Bibliographie.....	35
VII.	Annexes	40
VIII.	Résumé et mots clés	56

Table des illustrations

Figures :

Figure 1 : Disposition des haut-parleurs lors de la VRB.....	13
Figure 2 : Disposition des haut-parleurs lors du HINT	14
Figure 3 : Perte moyenne de la cohorte de NE oreille par oreille (N=14)	19
Figure 4 : Audiogramme moyen de la cohorte de NE fréquence par fréquence (N=14)	19
Figure 5 : Perte moyenne de la cohorte de ME oreille par oreille (N=32).....	20
Figure 6 : Audiogramme moyen de la cohorte de ME fréquence par fréquence (N=32)	20
Figure 7 : Moyenne des RSB ₅₀ du VRB et du HINT chez le NE (N=14).....	21
Figure 8 : Nuage de points et droite de régression des RSB ₅₀ obtenus avec la VRB et HINT chez le NE (N=14).....	22
Figure 9 : Moyenne des RSB ₅₀ du VRB et du HINT chez le ME avec appareils (N=32)	23
Figure 10 : Nuage de points et droite de régression des RSB ₅₀ obtenus avec la VRB et HINT chez le ME avec appareils (N=32)	24
Figure 11 : Boxplot de la comparaison du RSB ₅₀ de la VRB et du HINT chez le ME avec ACA et le NE.....	25
Figure 12 Moyenne des RSB ₅₀ du VRB et du HINT chez le ME sans appareils (N=32).....	25
Figure 13 : Nuage de points et droite de régression des RSB ₅₀ obtenus avec la VRB et HINT chez le ME sans appareils (N=32).....	26
Figure 14 : Boxplot de la comparaison du RSB ₅₀ de la VRB et du HINT chez le ME sans ACA et le NE.....	27

Tableaux :

Tableau 1 : Répartition de la cohorte de ME pour une passation de test randomisée.....	17
Tableau 2 : Répartition de la cohorte de NE pour une passation de test randomisée	17

Liste des abréviations

ACA : Appareils de Correction Auditive
AVB : Audiométrie Vocale dans le Bruit
AVS : Audiométrie Vocale dans le Silence
BKB : Bamford-Kowal-Bench
CA : Conduction Aérienne
CL : Champ Libre
CNA : Collège National d'Audioprothèse
CO : Conduction Osseuse
CPAM : Caisse Primaire d'Assurance Maladie
dB HL : Decibel Hearing Level
dB SPL : Decibel Sound Pressure Level
FIST : French Intelligibility Sentence Test
HINT : Hearing In Noise Test
HP : Haut-Parleur
Hz : Hertz
m : Mètre
mins : minutes
ME : Malentendant
MMSE : Mini Mental Status Examination
NE : Normo-Entendant
OVG : Onde Vocale Globale
PTA : Pure Tone Average
QuickSIN : Quick Speech-In-Noise
RSB : Rapport Signal sur Bruit
RSB₅₀ : Rapport signal sur Bruit à 50% d'intelligibilité
SIN : Speech-In-Noise
SRT : Speech Reception Threshold
THS : Test d'Horloge Simplifié
VRB : Vocale Rapide dans le Bruit

I. Introduction

A. Contexte de l'étude

L'une des premières plaintes des personnes ayant une perte auditive est la difficulté de compréhension de la parole dans le bruit. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) La perte auditive sera quantifiée par l'audiométrie tonale, cependant cette dernière ne permet pas la prédiction de l'intelligibilité de la parole dans le bruit. (Vaillancourt *et al.*, 2005) Les malentendants (ME) rapportent alors que leur entourage n'articule pas. Certains font donc répéter quand d'autres vont préférer s'isoler. Par ailleurs, cette gêne peut parfois être persistante après appareillage et ce malgré la technologie présente dans les Appareils de Correction Auditive (ACA) tels que les réducteurs de bruits, les microphones directionnels, les divers traitements du signal. (Leliepault, 2016) (Killion *et al.*, 2004) Par conséquent, de nombreux auteurs tels que Killion et Niquette en 2000, Taylor en 2003 et Wilson, McArdle et Smith en 2007, ont alors recommandé de compléter l'examen clinique de l'audiométrie tonale et de l'audiométrie vocale dans le silence (AVS) par une audiométrie vocale dans le bruit (AVB). En effet, même lorsque le réglage est optimal, la compréhension de la parole dans le bruit peut être entachée. L'AVB permet de mesurer l'intelligibilité de la parole lorsqu'un signal de parole est en concurrence avec un bruit perturbant. Elle évalue la compréhension de la parole en fonction du Rapport Signal sur Bruit (RSB). (Joly *et al.*, 2021) De plus, deux personnes avec la même perte tonale moyenne (PTA) ne seront pas gênées de la même manière dans le bruit, l'AVB permettrait alors de pouvoir évaluer la compréhension de la parole et de trouver les réglages adéquats de manière plus écologique. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Killion *et al.*, 2004) (De Cecco, 2011) Par ailleurs, l'AVB apporte de nombreuses informations sur la gêne sociale et l'apport de la lecture labiale pour le sujet. (Gabet, 2011)

Il est important de rappeler que, d'après le décret du 14 novembre 2018, le bilan réalisé par le médecin prescripteur doit comporter au minimum l'audiogramme tonal en conduction aérienne (CA) et en conduction osseuse (CO) ainsi que l'audiogramme vocal. Par ailleurs, il est mentionné qu'en "*cas de perte auditive faible en audiométrie tonale, une audiométrie vocale dans le bruit (tests à stimuli constants ou tests adaptatifs, précisant les valeurs seuils), sera justifié*". De même, il est stipulé que "*Les séances d'évaluation chez l'audioprothésiste, nécessaires à l'appareillage et comprenant notamment : [...] Audiométrie vocale en conduction aérienne, oreille par oreille, avec notamment la mesure des seuils d'intelligibilité, audiométrie*

en présence de bruits perturbants". (Arrêté du 14 novembre 2018 portant modification des modalités de prise en charge des aides auditives et prestations associées au chapitre 3 du titre II de la liste des produits et prestations prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale, no date) Donc, par cet arrêté, il est stipulé qu'une AVB anormale, soit un seuil d'intelligibilité supérieur de 3 dB à la norme, autorise la prise en charge des prothèses auditives par la Caisse Primaire d'Assurance Maladie (CPAM). (Joly *et al.*, 2021) (Thai-Van, 2020)

Lors d'un test d'AVB, on mesure le Speech Reception Threshold (SRT), aussi appelé le RSB₅₀, soit le niveau de présentation auquel l'auditeur pourra identifier de manière correcte 50% du matériel vocal présenté que ce soit dans le calme ou dans le bruit. (Nilsson, Soli and Sullivan, 1994)

Le RSB est la différence mesurée entre l'intensité du signal vocal émis et le bruit concurrent. (Goujon, 2012) On peut donc dire qu'il représente l'émergence du signal utile par rapport au bruit de fond.(Artaud *et al.*, 1998) Plus le RSB est diminué, plus l'intensité du bruit masquant augmente, soit une diminution de l'intelligibilité du signal. (Brungart *et al.*, 2001) Le RSB peut facilement être contrôlé, de ce fait, il est souvent utilisé comme variable indépendante dans les études sur l'intelligibilité dans le bruit. (Soli and Wong, 2008) Par sa définition, plus le RSB est faible, plus le masquage énergétique engendré par le bruit concurrent est important. En effet, plus le RSB tend vers des valeurs négatives, plus la compréhension dans le bruit est bonne ; à l'inverse, plus la valeur du RSB est grande, plus la compréhension dans le bruit est dégradée, ceci correspondant alors une augmentation du seuil d'intelligibilité dans le bruit. (Djakoure, 2017)

Il faut savoir qu'il existe deux types d'AVB : l'audiométrie vocale dans le bruit adaptative et l'audiométrie vocale dans le bruit non adaptative.

L'AVB adaptative est efficace et précise dans la détermination du SRT. Dans le cadre de l'AVB adaptative, la première phrase de la liste sera présentée à un niveau inférieur au SRT attendu puis le niveau sera augmenté par étape jusqu'à ce que le sujet répète correctement. Une fois ces phrases d'entraînement passées, le niveau est augmenté si la répétition est incorrecte et diminué si elle est correcte. (Nilsson, Soli and Sullivan, 1994) (Jansen *et al.*, 2012) Il existe deux cas de figure pour la procédure adaptative. Dans le premier, le niveau de bruit est constant et c'est le niveau de parole qui est ajusté de manière adaptative. Dans l'autre cas, la parole est maintenue à une intensité constante et c'est le niveau d'intensité sonore du bruit concurrent qui est adapté selon les réponses du sujet. Il a été montré que lorsque c'est le bruit qui est ajusté, alors certaines des composantes fréquentielles peuvent parfois devenir inaudibles et ainsi engendrer une

incohérence dans les effets de masquage du bruit pouvant alors impacter les résultats. Dans ces cas-là, il est alors essentiel de maintenir le niveau de bruit fixé à un niveau audible aux deux oreilles, tout en modifiant le niveau de parole de manière adaptative. (Theunissen, Swanepoel and Hanekom, 2009) Ces méthodes permettent d'éviter tout effet de plafond ou de plancher. Le résultat de cet examen exprime le RSB₅₀. (Nilsson, Soli and Sullivan, 1994) (Jansen *et al.*, 2012) L'AVB non adaptative, a un Rapport Signal sur Bruit (RSB) fixe. Le résultat de cet examen est exprimé en pourcentage de réponses correctes par rapport à un RSB donné. Toutefois, cette procédure peut engendrer des effets de plafond et de plancher lorsque les RSB sont respectivement trop élevés ou trop faibles. (Djakoure, 2017)

B. Divers bruits possiblement exploitables pour l'AVB

Les bruits concurrents sont utilisés afin d'exploiter l'effet de masque qu'ils induisent. En effet, ce phénomène intervient lorsque bruit et signal sont en compétition l'un avec l'autre. Par la présence du bruit, le signal sera moins audible par le sujet. (Brungart *et al.*, 2001) Deux types de masquages sont décrits : le masquage énergétique, lorsque le bruit est en concurrence avec un signal, il gênera alors la perception engendrant donc une élévation des seuils ; ou le masquage informationnel lorsque le bruit concurrent est un bruit de parole. Par ailleurs, ce dernier sera d'autant plus problématique pour l'auditeur si les voix composant le bruit s'expriment dans une langue qu'il comprend. (Van Engen and Bradlow, 2007)

Beaucoup de bruits masquants peuvent alors être utilisés dans le cadre de l'AVB (Leliépault, 2016) : le Bruit Blanc, l'ICRA (Trinquet, 2018), le Speech Noise, le Cocktail Party (Cherry, 1953) , l'Onde Vocale Globale (OVG) (Gabet, 2011) (Dodelé and Dodelé, 2007). (Cf Annexes 40)

On retrouve des bruits dits stationnaires, qui sont à intensité constante mais sont moins physiologiques. (Djakoure, 2017) Ils sont alors particulièrement utilisés dans le cadre d'un test-retest où un bruit parfaitement identique est requis.(Joly *et al.*, 2021) Il existe par exemple le bruit blanc, le bruit rose, le Speech Shaped Noise. D'autre part, on retrouve des bruits non stationnaires dits à fluctuation temporelle. Ils sont plus représentatifs et plus écologiques.(Djakoure, 2017) Les bruits vocaux peuvent être moins gênants qu'un bruit stationnaire. (De Cecco, 2011)

Le bruit doit être choisi de façon adéquate afin qu'il ne favorise pas une phrase plutôt qu'une autre.

C. Principaux tests d'audiométrie vocale dans le bruit utilisés en France

Les premiers tests d'audiométrie vocale dans le bruit ont été créés par Kalikow et al, en 1977 et Plomb et Mimpfen, en 1979. Mais de nos jours, un large panel de tests d'AVB est proposé aux audioprothésistes. Ils utilisent des matériaux vocaux, des bruits concurrents différents, des méthodes de présentations et de notation de réponses diverses.(Jansen *et al.*, 2012)

De plus, il existe trois grandes variables de l'AVB. Après le type de bruit de fond et les Haut-parleurs, on retrouve le signal vocal. (Theunissen, Swanepoel and Hanekom, 2009)

En effet, selon le matériel vocal exploité, celui-ci n'impactera pas l'intelligibilité de la même manière. Il existe des phrases, des pseudo-mots, des logatomes, voire des nombres, pour contourner les problèmes de niveau de langage et les effets cognitifs. (Joly *et al.*, 2021) Plus le matériel vocal est court, plus on testera le système d'audition périphérique par élimination de la suppléance mentale. Il n'est cependant pas représentatif de la réalité du patient. De plus, le temps d'émission du signal étant trop court, les algorithmes de traitement du signal des ACAs n'ont pas le temps de s'activer. (Nilsson, Soli and Sullivan, 1994) (Djakoure, 2017) A contrario, en présence de phrases, le contexte implique alors la suppléance mentale. Toutefois, cela est plus proche de la réalité du sujet et plus naturel du point de vue de la communication. (Nilsson, Soli and Sullivan, 1994) (Djakoure, 2017) (Laroche *et al.*, 2006) Il faut cependant faire attention à ce que les phrases ne soient pas trop longues afin de bien quantifier l'intelligibilité de la parole et non la capacité de mémorisation. (Trinquet, 2018) Alors, l'AVB conçue dans un objectif de diagnostic exploitera plutôt des mots afin de pouvoir comparer les résultats à ceux de l'audiométrie tonale. Pour explorer les capacités auditives fonctionnelles du patient, le matériel vocal sera alors davantage composé de phrases. (Laroche *et al.*, 2006)

Quel que soit le matériel vocal exploité, les signaux sont préenregistrés afin d'assurer leur bonne reproductibilité. (Joly *et al.*, 2021)

1. Hearing in Noise Test (HINT)

Le Hearing In Noise Test (HINT) a été validé, en 1993, dans le but de mesurer par le biais de phrases le RSB₅₀ dans le silence et dans le bruit de manière adaptative. C'est-à-dire que le niveau sonore des phrases est ajusté vers le haut ou vers le bas en fonction des bonnes ou mauvaises réponses du sujet testé. Le premier ajustement est un pas de 4 dB, les suivants sont par pas de 2 dB. Le fait d'être adaptatif rend le test très fiable, il permettra d'éviter les effets de

plafond et de plancher. (Hornsby and Ricketts, 2007) (Vaillancourt *et al.*, 2005) Le bruit concurrent est à un niveau fixe, c'est le matériel vocal qui varie en intensité.

Afin de trouver le RSB₅₀, la méthode de notation choisie implique que tous les mots clés de la phrase doivent être identifiés correctement pour noter la phrase juste.

La passation du test de HINT se fait avec un bruit perturbant : bruit blanc filtré spectralement selon le spectre à long terme de l'ensemble des listes fixé à 65 dB A. Il peut être présenté à 0°, -90° et + 90° azimut, à 1 mètre du sujet, comme cela a été fait dans certaines études, quant à la parole, elle est présentée à 0° azimut de manière adaptative en commençant à 60 dB A. Toutefois, le test de HINT est de nos jours plus utilisé comme matériel vocal qu'en test normé à la passation bien établie. En effet, le nombre de HP peut changer selon la configuration demandée par le praticien. Par conséquent, la durée de passation du test est elle aussi variable. Selon les recommandations de la SFA, on estime qu'une liste dure environ 3 minutes. Par conséquent en faisant une liste d'entraînement et deux listes de test lors de la passation, on estime cet AVB à une durée de 10 minutes. (Nilsson *et al.*, 1992) (Vaillancourt *et al.*, 2005) (Joly *et al.*, 2021)

Ce test est composé de 250 phrases réparties en 25 listes de 10 phrases équilibrées, prononcées par un locuteur masculin. Ces phrases sont issues du Bamford-Kowal-Bench (BKB) à l'origine en anglais britannique, conçues pour être utilisées par des enfants, elles ont été traduites en français et rééquilibrées selon la fréquence d'occurrence française. (Nilsson, Soli and Sullivan, 1994) (Bench, Kowal and Bamford, 1979) (Vermiglio, 2008)

En effet, une adaptation du HINT dans une version francophone canadienne pour adulte a vu le jour en 2005. Cette version du HINT est composée de 12 listes de 20 phrases, ainsi que 2 listes d'entraînement chacune composée de 5 à 7 syllabes. La pente du HINT francophone est de 10,3% par dB contre 10,6 pour le HINT anglophone. (Vaillancourt *et al.*, 2005) (Vermiglio, 2008) (Joly *et al.*, 2021) (Theunissen, Swanepoel and Hanekom, 2009) Le locuteur masculin parle ici français canadien et le bruit concurrent est de 65 dB.

Par la suite, le HINT a aussi été décliné dans une version Francophone Canadienne, pour enfant, composé ici de 17 listes de 10 phrases adaptées aux enfants à partir de 6 ans. (Laroche *et al.*, 2006)

Le HINT Francophone est un matériel vocal compris dans l'audiomètre Affinity de chez Interacoustic. La chaîne de mesure et l'audiomètre étant du matériel obligatoire et nécessaire à l'audioprothésiste, si ce dernier acquiert le matériel de chez Interacoustic alors le HINT

n'engendre pas de coût supplémentaire pour l'audioprothésiste. Toutefois seules 5 listes des phrases de HINT sont disponibles.

Le HINT a été adapté dans différentes langues, le nombre de phrases et de syllabes n'est pas toujours identique, mais le principe reste toujours le même. (Leliepault, 2016) Il existe une version suédoise (Hällgren, Larsby and Arlinger, 2006), une version polonaise (Ozimek *et al.*, 2006), une version danoise (Nielsen and Dau, 2011), et une version norvégienne (Myhrum *et al.*, 2016) (Myhrum and Moen, 2008).

Cependant, pour calculer le RSB₅₀ lors du test de HINT, beaucoup de phrases doivent être présentées au sujet. Par conséquent, ce test peut être jugé trop long. (Killion *et al.*, 2004)

2. Vocale Rapide dans le Bruit (VRB)

En 2015, un test d'AVB équilibré en difficulté, a été développé, en français, dans le but de tester la compréhension de la parole dans le bruit. Il est intitulé Vocale Rapide dans le Bruit (VRB) et est intégralement intégré au logiciel Hubsound de chez Biotone depuis 2017. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Leclercq and Renard, 2020) (Matrat, 2020)

La VRB est un test français automatisé d'AVB, initialement conçu pour tester les patients porteurs d'implants cochléaires, il a été créé sur une méthodologie similaire au test américain QuickSIN. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Biotone, 2020b) (Djakoure, 2017) 127 phrases du corpus de 540 du Marginal Benefit from Acoustic Amplification (MBAA) ont été initialement exploitées. Ces phrases ont été réparties en 15 listes de 9 phrases, les phrases restantes seront utilisées pour l'entraînement. On retrouve des phrases typiques des conversations de tous les jours. Ces phrases, prononcées par une femme orthophoniste, parlant français à vitesse normale et sans accent régional, comportent 3 à 15 mots de 7 à 11 syllabes. Celles-ci sont équilibrées en phonèmes et en fréquences d'occurrence comparable à la langue française. Chaque phrase est composée de 3 mots clés exploités pour la notation. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Djakoure, 2017) (Joly *et al.*, 2021)

Afin d'être le plus représentatif de la réalité, le bruit concurrent de la VRB est une boucle de 8 secondes, issue de l'Onde Vocale Globale (OVG) fixé à 73 dB SPL. Au cours de l'AVB, 9 RSB de + 24 à 0 dB par pas de 3 dB sont testés. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Joly *et al.*, 2021)

Lors de la passation du test, 2 secondes de silence sont laissées entre chaque phrase. Par conséquent, une liste dure 1 minute. (Djakoure, 2017) Étant donné que pour avoir une précision

statistique suffisante sur la perte de RSB, il est recommandé de faire passer au moins 4 listes, la durée de passation de la VRB est d'environ 5 minutes. (Joly *et al.*, 2021)

Au sujet de la notation choisie pour trouver le RSB₅₀, celle-ci repose sur une quantification de mots clés. Seuls les mots clés répétés correctement sont comptés. Par ailleurs, le matériel vocal de la VRB a été moyenné afin que le RSB₅₀ moyen soit de 0 dB, et on retrouve une pente moyenne de la courbe psychométrique de 19,3 % par dB. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018)

Ce test d'AVB est vendu aux audioprothésistes par le fabricant Biotone technologie médical pour un prix de 700 €.

3. Autres tests d'AVB fréquemment exploités

On retrouve aussi d'autres tests d'AVB composés de phrases ou de chiffres tels que :

Le Speech-In-Noise (SIN) dont les 40 phrases de 5 mots sont issues de l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) et où le bruit concurrent est un bruit multi-locuteur. On testera alors 4 RSB allant de +15 à 0 dB par pas de 5 dB. Toutefois, ce test est trop long et montrait des effets de plafond et de planchers, c'est pourquoi, le Quick Speech-In-Noise (QuickSIN) a été développé. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Killion *et al.*, 2004) (Decambron, 2018) (Cf Annexes p 40)

Le QuickSIN, issu du SIN a pour but de déterminer le RSB en 1 à 2 minutes. Ceci peut être exécuté grâce à une passation et une notation facile. En effet, le matériel vocal a été réduit à 12 listes de 6 phrases toutes aussi équilibrées. Seront alors mesurés 6 RSB compris entre +25 et 0 dB. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Killion *et al.*, 2004) (Djakoure, 2017) (Cf Annexes p40)

Le Matrix est un test d'AVB contenant plus de 100 phrases différentes de 5 mots de catégories différentes : nom, verbe, numéro, couleur, objet. La suppléance mentale est alors très limitée ce qui rend ce test fiable et reproductible, mais long. Ce test est fait en présence du bruit LTASS fixé à 65 dB SPL. (Jansen *et al.*, 2012) (Matrat, 2020) (Del Rio, 2020) Ce test a ensuite été développé en français sous le nom de French Matrix (FrMatrix). On a alors une passation de 20 phrases avec une variation de +2, +1, 0, -1, -2 ou -3 dB de RSB selon le nombre de bons mots répétés dans la phrase. (Del Rio, 2020) On retrouve alors une pente moyenne au SRT de 14,0%/dB. (Jansen *et al.*, 2012) Une version simplifiée a ensuite été créé pour les enfants ou les personnes facilement fatigables, appelée Frasimat. (Del Rio, 2020) (Trinquet, 2018) (Cf Annexes p 40)

Le French Intelligibility Sentence Test (FIST), a été créé afin de palier au français canadien du HINT. Il est alors composé de 14 listes de 10 phrases émises en concurrence du spectre à long terme de la parole (LTASS). La pente de cette AVB est de 20,2 %/dB.(Jansen *et al.*, 2012) (Jansen *et al.*, 2010) (Luts *et al.*, 2008) (Decambron, 2018) (Cf Annexes p 40)

Dans certaines circonstances, la barrière de la langue empêche l'utilisation de ces tests de phrases, c'est pourquoi il existe aussi des tests de chiffres adaptatifs tels que le French Digit Triple Test (FrDigit3). Le sujet a une liste de chiffres, au sein de laquelle, il doit sélectionner ceux qu'il a entendus, alors nous sommes dans le cadre d'une AVB à matériel vocal fermé. Par conséquent, le test peut facilement être mis en œuvre comme un test automatique (Jansen *et al.*, 2012) (Jansen *et al.*, 2010) (Cf Annexes p 40)

D. Études comparatives d'audiométrie vocale dans le bruit préexistante dans la littérature

Trois tests, le FIST, le FrMatrix et le FrDigit3 ont déjà été comparés entre eux. On retrouve ici, respectivement, un test de phrases quotidiennes, un test de phrases fermées et un test de dépistage par triplet de chiffres. Cette étude a mis en évidence une corrélation élevée entre les SRT (0,81). Par ailleurs, le FrMatrix a été relevé comme plus discriminant dans le bruit stationnaire (LTASS) et fluctuant (ICRA4-250).

Par conséquent, ces tests présentent des résultats similaires et évaluent de manière fiable les performances de compréhension de la parole dans le bruit. (Jansen *et al.*, 2012)

D'autre part, cette étude relève aussi le fait que l'utilisation de phrases comme matériel vocal de l'AVB serait plus représentatif par les fluctuations d'intensité, ainsi que l'intonation et les éléments associés au discours. Par ailleurs, le fait d'utiliser des phrases lors du test des ACAs en AVB permet de pouvoir tester correctement le traitement du signal. (Jansen *et al.*, 2012)

D'autre part, dans son mémoire, Alexandre Matrat a comparé l'Audiométrie Vocale Rapide dans le Bruit et l'audiométrie Vocale dans le Bruit Adaptative de la plateforme Koalys. Ces dernières étant les tests adaptatifs "listes cochléaires de Lafon et OVG" et "listes dissyllabiques de Fournier et OVG".

Avec son étude, il avait pour objectif de trouver une corrélation entre ces trois tests d'AVB.

L'hypothèse était alors qu'il existe une corrélation entre les différents tests mais avec des RSB₅₀ différents.

Dans le cadre de la comparaison Audiométrie Vocale Rapide dans le Bruit et le test adaptatif "listes cochléaires de Lafon et OVG", il a été montré que bien que les tests soient différents, les

RSB₅₀ moyens sont assez similaires. En effet, le test cochléaire de Lafon en concurrence avec l'OVG est supérieur de 0,2 dB à la VRB. Le fait que cette différence ne soit pas significative, montre qu'il n'existe pas de réelle différence entre les moyennes de ces tests, on pourrait donc dire que ces deux tests montrent des résultats équivalents.

Concernant la comparaison Audiométrie Vocale Rapide dans le Bruit et test adaptatif "listes dissyllabiques Fournier et OVG", on relève que le RSB₅₀ moyen de la VRB est supérieur de 1,21 dB. Cette différence peut venir du fait que l'AVB adaptative met rapidement le sujet en difficulté.

Pour finir, dans l'étude de corrélation des tests adaptatifs "listes cochléaires de Lafon et OVG" et "listes dissyllabiques de Fournier et OVG", on relève un RSB₅₀ supérieur de 1,41 dB pour le test cochléaire de Lafon. Sachant, par ailleurs, que la suppléance mentale intervient dans les listes de Fournier, cela pourrait être dû à la différence de voix homme ou femme. En effet, la voix d'homme est plus intelligible pour les sujets presbycusiques.

Avec cette étude, on montre alors premièrement que les résultats VRB avec les "listes cochléaires de Lafon et OVG" adaptative et la "dissyllabiques de Fournier et OVG" adaptatifs ont une corrélation bien qu'un écart de RSB₅₀ moyen important mettant alors en évidence que la voix d'homme donne de meilleurs résultats que la voix de femme. Ces deux tests sont donc interchangeables dans la pratique de l'audioprothésiste.

On conclut alors cette étude sur le fait qu'il existe de faibles liens entre la VRB et les AVB adaptatives, qui sont alors non significatifs. Ceci peut s'expliquer par la faible cohorte de patients. En revanche, la corrélation positive significative entre les deux AVB adaptatives, s'expliquent par la présence de listes et de calibrations similaires. (Matrat, 2020)

Ces études ont donc comparé et montré une corrélation entre le French Intelligibility Sentence Test, le FrMatrix et le FrDigit3 entre eux ainsi que l'Audiométrie Vocale Rapide dans le Bruit et les tests adaptatifs "listes cochléaires de Lafon et OVG" et "listes dissyllabiques de Fournier et OVG". Nous pouvons donc nous demander s'il existe une corrélation entre deux tests français n'ayant pas encore été comparés : la Vocale Rapide dans le Bruit et le Hearing in Noise Test.

E. Problématique

Comme présenté précédemment, il existe un grand nombre de tests d'audiométrie vocale dans le bruit. Or, chaque test a ses propres caractéristiques et son propre coût.

Il est impératif d'avoir un test d'AVB. Cependant, selon les priorités financières de l'audioprothésiste, il pourrait alors s'orienter vers un test plutôt qu'un autre pour son aspect financier et non pour sa qualité.

Or, si nous montrons une corrélation entre les résultats de deux tests d'AVB, le choix du test n'est plus contraint qu'à son coût, et non son coût et la qualité des résultats puisque cette dernière sera identique entre les matériels vocaux.

Cette réflexion nous pousse donc à nous poser la problématique suivante :

Existe-t-il une corrélation entre les résultats de la Vocale Rapide dans le Bruit et ceux du Hearing In Noise Test ?

Si corrélation il y a, est-elle présente chez le malentendant appareillé comme non appareillé ?

Nous émettons alors l'hypothèse de l'existence d'une corrélation entre des résultats aux tests VRB et HINT, chez le ME avec et sans appareils auditifs. En effet, ces deux tests d'AVB étant vérifiés et équilibrés, les résultats devraient être corrélés chez un même sujet.

Afin de vérifier ou non cette hypothèse de corrélation entre la VRB et le HINT, nous mesurerons dans un premier temps la PTA de chaque sujet ainsi que son aptitude cognitive. Dans un second temps, afin d'établir une norme des tests VRB et HINT dans la cabine utilisée, nous testerons une cohorte de NE. Puis, nous ferons de même chez le ME qui est le sujet nous intéressant plus particulièrement. Enfin, ces derniers passeront les tests de la VRB et du HINT sans et avec ACAs.

L'objectif de cette étude est de récolter des données simultanément chez un même sujet au sein d'une population définie de manière observationnelle dans le but de les analyser. On peut donc dire que nous menons une étude transversale quantitative randomisée.

II. Matériels et méthodes

A. Population

1. Critères d'inclusions

a) Sujets normo-entendants

Avoir 18 ans ou plus.

Avoir une perte tonale moyenne < 20 dB HL, afin de les qualifier de normo-entendants.
(Bureau International d'Audiophonologie., 1997)

Langue maternelle : le français.

Les tests d'AVB que nous utilisons étant en français, cette condition est alors demandée afin que la barrière de la langue n'interfère pas dans les résultats.

Otoscopie normale.

Toujours dans le même objectif, de fiabilité et de reproductibilité des données, l'otoscopie du sujet devra être normale afin qu'aucune pathologie transmissionnelle transitoire telle que le bouchon de cérumen, l'otite séreuse, la perforation tympanique... n'impacte les résultats.

b) Sujets malentendants

Avoir 18 ans ou plus.

Avoir une perte bilatérale symétrique.

L'asymétrie étant définie lors d'une différence de 15 dB entre les pertes auditives moyennes (PTA) droite et gauche, on demandera que les PTA de chaque oreille soient alors strictement inférieures à cette valeur. (Djalilian, 2015)

Avoir une surdité stable, légère à moyenne.

En effet, dans le cadre de surdité légère à moyenne, l'audiométrie vocale dans le silence peut ne pas être assez difficile engendrant alors un effet de plafond. Il serait donc intéressant de travailler sur cette population avec l'audiométrie vocale dans le bruit. De plus, la compréhension dans le bruit étant très compliquée dans le cadre de surdité sévère à profonde alors nous risquerions de nous retrouver avec des résultats non exploitables ou une trop faible cohorte. (Bizaguet *et al.*, no date)

Les sujets doivent être appareillés bilatéralement.

En effet, le fait d'avoir un appareillage binaural permet alors au sujet d'avoir de meilleurs résultats notamment de compréhension en milieu bruyant. (Darrel, 1983) De plus, pour que les appareils puissent communiquer entre eux et être optimaux, les sujets devront avoir les deux mêmes appareils.

Appareillé depuis plus de 6 mois avec un temps de port de plus de 5 h par jour.

Ce critère est exigé afin que l'habitation à l'appareillage et la réhabilitation prothétique n'influencent pas les résultats mais aussi que ces derniers soient les plus fiables et reproductibles possibles, alors il sera demandé aux sujets d'avoir une expérience de port d'appareillage.

En effet, une récente étude a montré que ces conditions de port des ACAs suffisaient pour observer un remaniement de la plasticité cérébrale entre les aires visuelles et auditives pour des patients nouvellement appareillés. (Glick and Sharma, 2020) Dans les premiers mois suivant l'appareillage d'un patient, les zones de l'aire auditive qui n'étaient plus stimulées vont pouvoir fonctionner à nouveau. Toutefois, pour retrouver une perception fréquentielle sonore et temporelle, cela prend du temps et dépend de chaque sujet. (Arlinger *et al.*, 1996) De plus, en appareillant un patient, l'audioprothésiste engendre un processus de rééducation auditive. Pour cela, l'audioprothésiste et le patient vont travailler en collaboration afin de trouver le bon réglage : celui alliant confort et efficacité pour le patient, ce qui prend du temps.

Langue maternelle : le français.

Pour la même raison que chez le NE.

Otoscopie normale.

Pour la même raison que chez le NE.

2. Critères d'exclusions

Seront exclues toutes personnes ayant des troubles cognitifs suite à la passation du CODEX. Ne seront incluses que les personnes ayant un CODEX de grade A ou B seront exclus tous ceux ayant un CODEX C et D. (cotation en Annexes p 40)

B. Lieu d'étude

Les tests de cette étude se dérouleront dans la cabine d'audiométrie, du centre Audition Conseil 11 Boulevard Gorbella 06100 Nice. Cette cabine est insonorisée, selon les normes de l'article D4361 -19 du Code de la santé publique. (Code de Santé Publique, 2005)

Par ailleurs, la cabine fait exactement 3,74 m par 2,6 m avec une hauteur de 2,41 m. Nous avons donc un volume de 23,43 m³. De plus, la réverbération est de 0,36 et le bruit de fond permanent est de 31,8 dB (A).

C. Matériel utilisé pour cette étude

Pour cette étude, on aura recours à un test cognitif : le CODEX qui sera utilisé afin d'éviter tout biais lié à des troubles de la cognition. Les sujets ont certes déjà vu un ORL qui pour la prescription de leur appareillage, aurait détecté s'il y avait ou non des troubles cognitifs. Toutefois, les sujets choisis ont au moins 6 mois d'appareillage, ce trouble pourrait s'être installé entretemps.

De plus, deux tests d'AVB, seront exploités : la VRB et le HINT.

Le test CODEX permet de déterminer les capacités cognitives du sujet âgé. Il est basé sur deux tests cognitifs classiques : le Mini Mental Status Examination (MMSE) et un test d'horloge simplifié (THs). (Breton, 2018). (cotation en Annexes p 40)

La passation de la Vocale Rapide dans le bruit se fera par le biais du logiciel Hubsound de chez Biotone. (Cf Annexes p 40)

Avant de commencer la passation de la VRB, une calibration initiale est nécessaire. Pour cela, un sonomètre devra être placé au niveau de la tête du patient. Après avoir lancé le module de calibration, nous pourrons alors calibrer la pièce. Pour cela, nous sélectionnerons sur le logiciel HubSound le nombre de HP que nous utiliserons lors de la passation, soit 5. Nous renseignerons aussi l'orientation de la représentation des HP sur le logiciel afin d'être le plus fiable possible. Puis, nous calibrerons la carte son pour le champ libre (CL).

Enfin, nous procéderons à la calibration de la VRB dans l'onglet du même nom. Dans un premier temps, le signal sera calibré à 80 dB SPL. Par la suite, chaque HP devra être réglé indépendamment à un niveau d'intensité sonore de 73 dB SPL. Enfin, le slider général permettra alors de régler la somme des intensités de 5 HP à 80 dB SPL. (Biotone, 2020c)

Nous utiliserons 5 HP Elipson Planet M en 5.1. Les HP -45° ; -135° ; $+45^\circ$; $+135^\circ$ sont au plafond soit une stéréo avant et une stéréo arrière. Quant au HP à 0° il est positionné sur le bureau du testeur. Les 5 HP émettront le bruit (B) et seul le HP à 0° azimuth émettra le signal de parole (S).

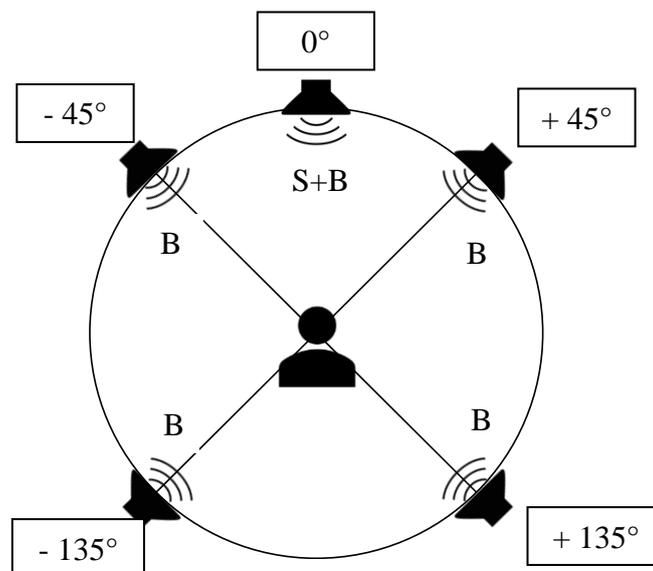


Figure 1 : Disposition des haut-parleurs lors de la VRB

Le matériel vocal se composera de 15 listes de 9 phrases prononcées par une locutrice et issues du corpus MBAA (Cf : Annexes p 40). La première phrase de chaque liste sera émise dans le silence afin de calculer le pourcentage maximal d'intelligibilité dans le silence qui servira alors à déterminer la valeur du plafond théorique attendue dans le bruit.

Avant que la seconde phrase soit émise, le bruit commence à apparaître. Il augmentera alors à la fin de chaque phrase afin de pouvoir tester 8 RSB différents allant de +18 à -3 dB par pas réguliers de 3 dB.

Quant au signal de parole, il sera émis et fixé à 65 dB SPL. (Biotone, 2020c) (Djakoure, 2017) (Joly *et al.*, 2021)

Pour la passation de la VRB, nous utiliserons un bruit perturbant : 8 secondes issues de l'OVG, un bruit multi-locuteur composé de 4 voix et qui se veut donc représentatif des situations sonores dans lesquelles peuvent se trouver les ME.

La passation du HINT sera faite grâce au logiciel installé dans Interacoustic. Une fois la calibration initiale de la cabine et des HP établie, débutera la passation du test de HINT. Elle est réalisée avec un bruit perturbant bruit blanc filtré spectralement selon le spectre à long terme de l'ensemble des listes à 65 dB A. La passation se fait via 5 HP Elipson Planet M en 5.1, à -45° ; -135° ; $+45^\circ$; $+135^\circ$ (disposé comme pour le VRB). Quant à la parole, elle est présentée à 0° azimuth de manière adaptative à 60 dB A soit à un RSB de -5 dB. En effet, un ajustement du RSB est nécessaire en fonction des bonnes ou mauvaises réponses du sujet. Pour les quatre premières phrases, l'ajustement se fait par pas de 4 dB, les suivants sont par pas de 2 dB. (Vaillancourt *et al.*, 2005) (Joly *et al.*, 2021) (Nilsson *et al.*, 1992)

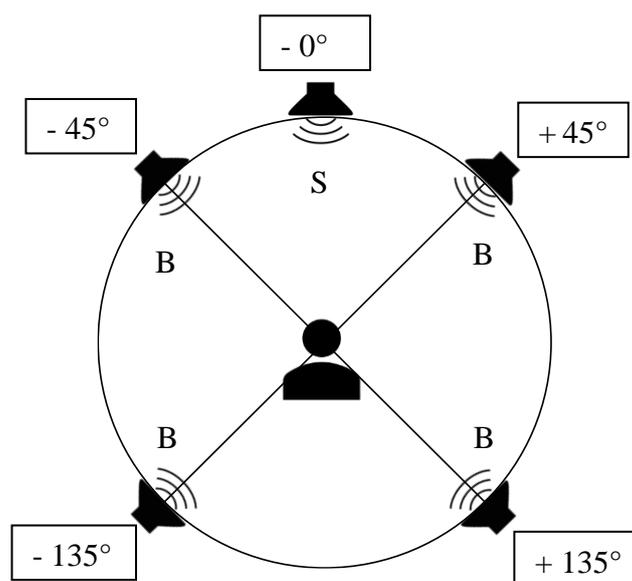


Figure 2 : Disposition des haut-parleurs lors du HINT

Il est important de noter que le test de HINT adaptatif n'a pas de protocole proprement établi, normalisé et divulgué à tous afin de mener un protocole strict. Par conséquent, souhaitant trouver une corrélation entre deux tests d'AVB, j'ai fait le choix de prendre le même protocole au niveau des HP afin de pouvoir mieux les comparer et ne pas faire entrer en jeu la disposition des HP, de la parole et du bruit dans les biais.

Le matériel vocal est composé de 250 phrases réparties en 25 listes de 10 phrases issues du Bamford-Kowal-Bench (BKB) puis traduites et équilibrées en français. Elles sont prononcées par un locuteur masculin.

D. Passation des tests

Afin de randomiser et de limiter le biais lié à l'effet d'entraînement, la cohorte sera scindée en deux groupes. Le premier commencera par le test de HINT puis celui du VRB, et le second commencera par le VRB et poursuivra avec le test de HINT. En effet, le test 1 créant l'effet de surprise, il peut avoir de moins bons résultats que le test 2 pour lequel le sujet est conscient des attentes de l'exercice.

En effet, si tous les sujets commençaient par le test 1 et poursuivaient avec le test 2, on constaterait alors une différence significative en faveur du test 2 au vu de l'habituation au protocole de test. En procédant de la sorte, nous équilibrons les résultats obtenus pour les deux protocoles de test.

De plus, cette étude portant sur la corrélation entre deux tests vocaux, plus il y aura de différences entre les sujets au sein de la cohorte, que ce soit au niveau de l'audition et des équipements (marques, gammes, algorithmes, options acoustiques), plus les performances de l'échantillon seront diverses et représentatives de la population en laboratoire d'audioprothèse.

Par ailleurs, pour la passation des tests, les patients auront leurs propres ACAs et les réglages déjà existants afin d'éviter l'effet d'habituation et une période d'adaptation.

Le protocole décrit ci-après sera applicable à la cohorte des normo-entendants et des malentendants.

Dans un premier temps, nous demanderons au sujet son consentement écrit de participation à cette étude, en présentant brièvement son objectif.

Puis, nous expliquerons au sujet le déroulement du rendez-vous. Suite à quoi, nous lui ferons une otoscopie afin de vérifier l'intégrité du conduit auditif externe ainsi que celle du tympan.

Puis, le sujet sera soumis à un test CODEX afin de quantifier le possible déclin cognitif.

Une audiométrie tonale conventionnelle sur les fréquences 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, et 4000 Hz est ensuite réalisée par le biais d'un casque Peltor H7A, de l'audiomètre et logiciel Affinity 2.0 de chez Interacoustic afin de mesurer la PTA du patient.

Nous vérifierons ensuite que nous sommes dans le cadre d'une surdité symétrique en calculant si nous retrouvons un écart de 15 dB entre la PTA de chaque oreille.

Nous pourrons ensuite débiter le protocole de passation de la VRB décrit plus tôt. (Cf page 12) (Figure 1) La consigne suivante lui sera fournie sur un papier :

"Vous allez rester face au haut-parleur devant vous, sans bouger. Des phrases vont être prononcées via le haut-parleur face à vous. Petit à petit un bruit de fond comme au restaurant va apparaître et être de plus en plus fort. Vous devrez répéter, en parlant fort, le maximum de mots que vous aurez entendu."

Après une liste d'entraînement, quatre listes complètes, choisies aléatoirement, seront présentées au patient. Nous noterons un point par mot clé correctement répété par le sujet. (Joly *et al.*, 2021)

Après quoi nous procéderons à la passation du HINT, décrit plus tôt (Cf page 13).

Afin de pouvoir au mieux comparer les deux tests, nous nous mettrons dans les mêmes conditions de passation (Figure 2) et la même consigne que pour la VRB sera donnée au sujet. Une liste sera utilisée comme entraînement et nous passerons ensuite 3 listes complètes. (Joly *et al.*, 2021) Pour que la phrase soit comptée comme correcte, il faut que tous les mots clés de la phrase soient correctement répétés par le sujet. Par ailleurs, l'établissement du RSB initial se fait sur la présentation de la première phrase. Cette dernière devra être correctement répétée dans le cas contraire la parole sera augmentée de 4 dB puis à nouveau présentée et ce jusqu'à répétition parfaite. Par la suite, la procédure adaptative du HINT préalablement décrite sera lancée. (Joly *et al.*, 2021)

Une fois les passations terminées, nous récolterons les RSB₅₀ moyens. Celui de la VRB sera donné par le logiciel HuBSound. Quant à celui du HINT, il sera calculé grâce à la formule suivante : $RSB_{50} = \text{moyenne des 16 derniers RSB}$. (Joly *et al.*, 2021)

Il est à noter qu'afin d'être dans les mêmes conditions physique et psychologique de test, il aurait été intéressant que le VRB et le HINT dans toutes les conditions soient passés le même jour. Or, la séance de test serait trop longue et nous perdriions la concentration de notre sujet ce qui fausserait alors les résultats.

L'objectif de cette étude étant de comparer le VRB et le HINT alors nous avons choisi le parti pris suivant : les deux tests seront passés le même jour à chaque fois, mais sur deux séances différentes. En effet, lors de la séance 1, les sujets passeront le VRB et le HINT sans appareil auditif et lors de la séance 2, les mêmes sujets passeront le VRB et le HINT avec appareils auditifs. Par soucis de randomisation, nous aurons alors des groupes et sous-groupes comme présentés ci-dessous :

		Séance 1	Séance 2
Groupe 1	<i>Groupe 1A</i>	VRB sans ACA HINT sans ACA	VRB avec ACA HINT avec ACA
	<i>Groupe 1B</i>	VRB avec ACA HINT avec ACA	VRB sans ACA HINT sans ACA
Groupe 2	<i>Groupe 2A</i>	HINT sans ACA VRB sans ACA	HINT avec ACA VRB avec ACA
	<i>Groupe 2B</i>	HINT avec ACA VRB avec ACA	HINT sans ACA VRB sans ACA

Tableau 1 : Répartition de la cohorte de ME pour une passation de test randomisée

D'autre part, les NE n'ayant pas à passer les tests avec et sans appareils, cela écourte la durée totale des tests. Par conséquent, il n'y aura qu'une seule séance de test chez les normo-entendants. Dans le même principe de randomisation, les NE seront aussi répartis en 2 groupes comme présentés ci-dessous :

		Séance de test
Groupe 1		VRB puis HINT
Groupe 2		HINT puis VRB

Tableau 2 : Répartition de la cohorte de NE pour une passation de test randomisée

E. Relevé des données

Les données brutes recueillies lors de la passation des tests, seront répertoriées dans un tableau Excel composé de différentes feuilles (Annexes p. 40) :

La feuille 1 sera pour les NE avec leurs coordonnées (numéro d'anonymat, initiales, sexe, âge), leur Audiométrie OD OG (250, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 Hz), et le Rinne OD OG.

La feuille 2, pour les NE avec leurs coordonnées, comportera aussi le numéro des listes utilisé au VRB et le RSB₅₀ associé, le numéro des listes utilisé au HINT et le RSB₅₀ associé.

La feuille 3 concernera les ME avec leurs coordonnées (numéro d'anonymat, initiales, sexe, âge), leur Audiométrie OD OG (250, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 Hz), et le Rinne OD OG.

Enfin, sur la feuille 4, nous trouverons pour les ME avec leurs coordonnées, le numéro des listes utilisé au VRB et le RSB₅₀ associé, le numéro des listes utilisé au HINT et le RSB₅₀ associé.

F. Statistiques

Dans le cadre de l'étude statistique, nous utiliserons Microsoft Excel (version 2019) pour relever les données brutes. Les statistiques seront effectuées sous JASP (version 0.16.0.0).

Nous souhaitons trouver une corrélation entre les résultats de la VRB et du test de HINT. Pour cela, dans un premier temps, nous chercherons à déterminer si nous sommes dans le cadre de tests paramétriques ou non paramétriques. Il faudra alors savoir si nos données suivent une loi Normale par le biais du Test de Shapiro-Wilk.

En fonction des résultats de ce dernier, nous ferons un T-test de Student apparié dans le cas d'une répartition normale ou a contrario, de Wilcoxon si la répartition est non normale afin de trouver la p-value.

Puis, pour étudier si corrélation il y a, nous exploiterons le test de Pearson (test paramétrique) ou la corrélation de Spearman (test non paramétrique).

Enfin, nous nous demanderons si la moyenne du RSB₅₀ de nos sujets tests, (les ME avec et sans appareils), est « normale » ou « anormale ». Pour cela, nous utiliserons des données non appariées et procéderons alors à un test de Mann-Whitney si les données sont non paramétriques ou de Student dans le cadre de données paramétriques, dans le but de comparer nos deux séries de mesures : groupe test et groupe contrôle, aussi appelé groupe norme sur le RSB₅₀ du VRB. Nous ferons de même pour le RSB₅₀ du HINT.

Nous exprimerons les résultats dans un intervalle de confiance de 95%, nous chercherons alors un seuil de significativité de $p < 0,05$.

III. Résultats

A. Description de la cohorte

1. La cohorte de NE

La cohorte de NE est composée de 14 sujets majeurs soit 8 femmes et 6 hommes âgés de 18 à 50 ans. On retrouve donc un âge moyen de 33,6 ans.

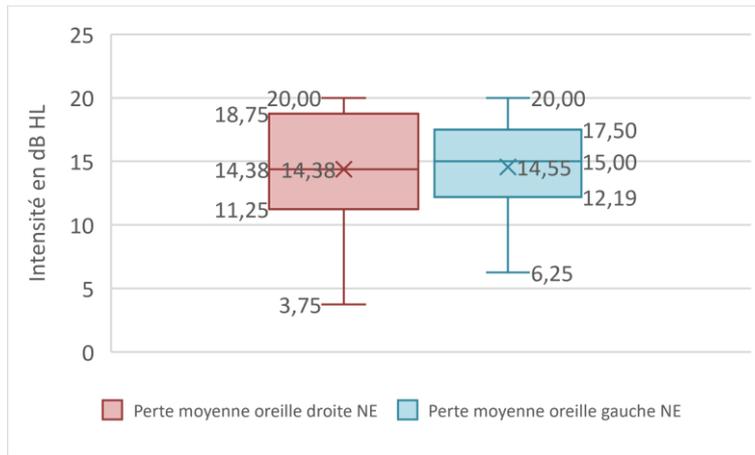


Figure 3 : Perte moyenne de la cohorte de NE oreille par oreille (N=14)

Suite aux audiométries tonales en conduction aérienne effectuées au casque sur les sujets, afin de vérifier qu'ils étaient bien normo-entendant, il a été mesuré une perte moyenne de 14,38 dB HL allant de 3,75 à 20 dB HL pour l'oreille droite et de 14,55 dB HL allant de 6,25 à 20 dB HL pour l'oreille gauche.

Soit pour chaque fréquence oreille par oreille :

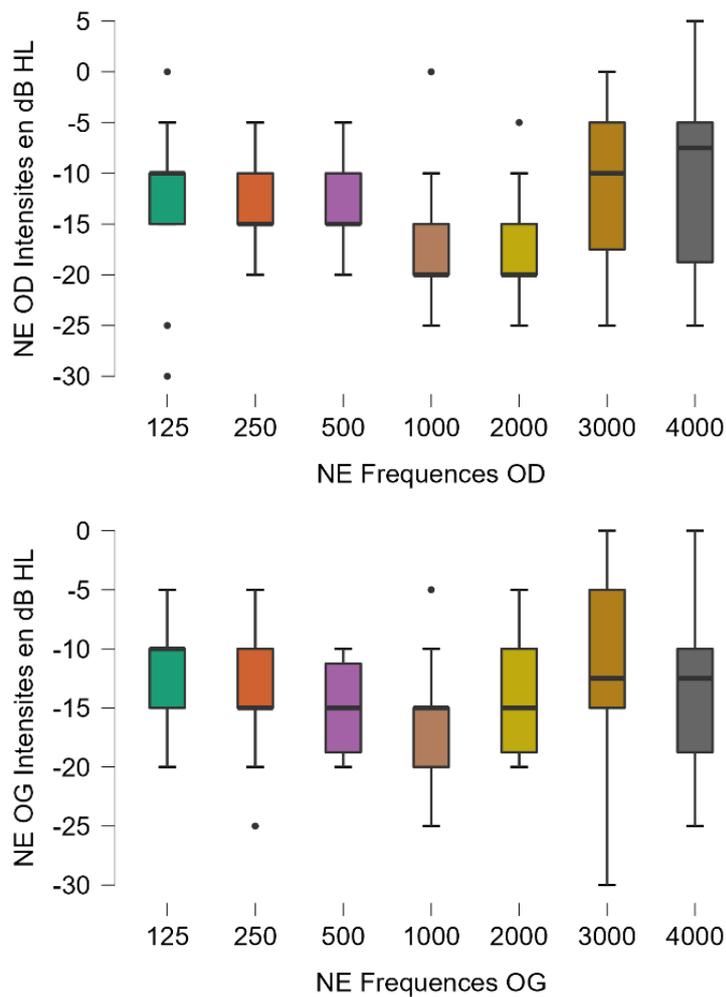


Figure 4 : Audiogramme moyen de la cohorte de NE fréquence par fréquence (N=14)

2. La cohorte de ME

Quant à elle, la cohorte de ME est composée de 32 sujets majeurs soit 19 femmes et 13 hommes âgés de 51 à 91 ans. On retrouve donc un âge moyen de 75,7 ans.

Après, une audiométrie tonale de contrôle, toujours effectuée en conduction aérienne et au casque sur les sujets, afin de vérifier que les critères audiométriques d'inclusions soient respectés. (Cf page 11) Il a été mesuré une perte moyenne de 49,6 dB HL allant de 35 à 66,25 dB HL pour l'oreille droite et de 48,4dB HL allant de 31,25 à 62,5 dB HL pour l'oreille gauche.

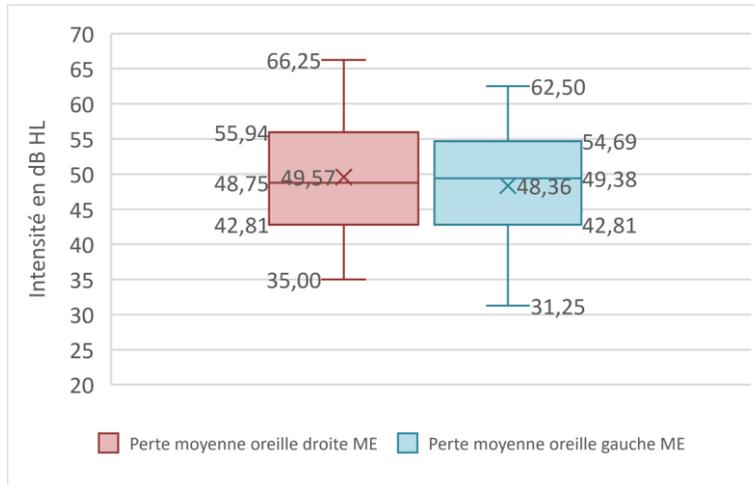


Figure 5 : Perte moyenne de la cohorte de ME oreille par oreille (N=32)

Soit pour chaque fréquence oreille par oreille :

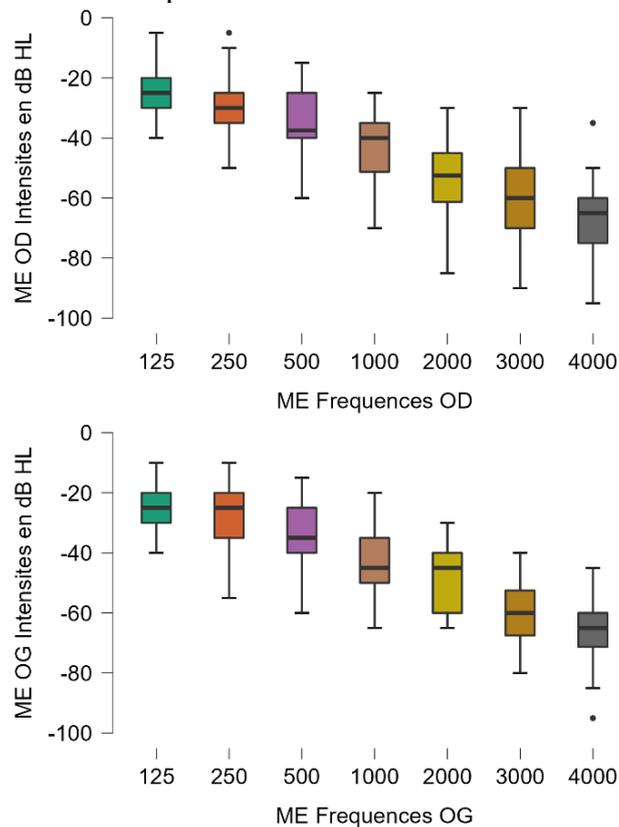


Figure 6 : Audiogramme moyen de la cohorte de ME fréquence par fréquence (N=32)

B. Comparaison du VRB et du HINT

1. Comparaison du VRB et du HINT chez le NE

Après avoir réalisé le test de Shapiro-Wilk, il a été mis en évidence par une p-value de $p = 0,532$, une normalité des données.

Nous avons ensuite effectué le test de Student dans l'objectif de trouver une différence significative entre les deux tests.

Chez le NE, on retrouve une moyenne des RSB_{50} obtenus à $-1,71$ dB pour la VRB et $-8,94$ dB pour le HINT dans les conditions de tests de notre étude. On remarque alors une différence non négligeable de $7,23$ dB en faveur de la HINT. Par ailleurs, le test de Student $t(13) = 16,420$; $p < 0,001$. Notre p étant $< 0,05$, les résultats sont donc significatifs.

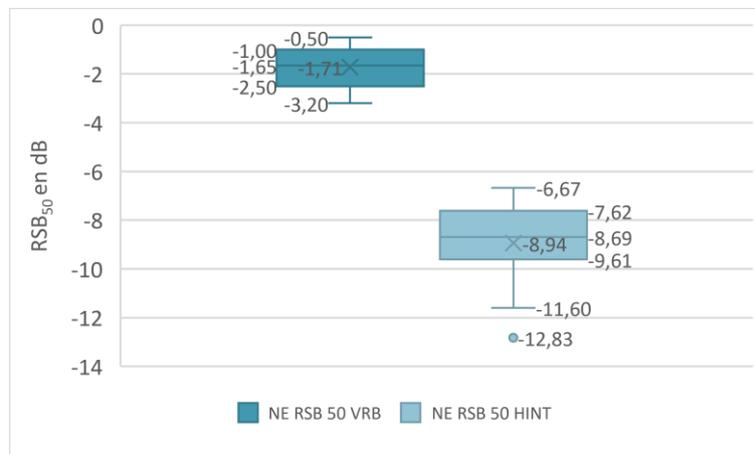


Figure 7 : Moyenne des RSB_{50} du VRB et du HINT chez le NE (N=14)

Le test de Student, a mis en évidence que les moyennes des RSB_{50} du HINT et du VRB sont différentes, mais sont-elles corrélées chez le NE ?

Les données étant normales, nous sommes dans le cadre d'un test paramétrique. Par conséquent, afin de montrer s'il existe ou non une corrélation, nous utiliserons le test de Pearson. Nous obtenons alors un coefficient de corrélation : $\rho = 0,295$ et une p-value : $p=0,306$. Les résultats sont donc non significatifs. On ne peut donc pas conclure à une corrélation entre le RSB_{50} du HINT et du VRB chez le NE.

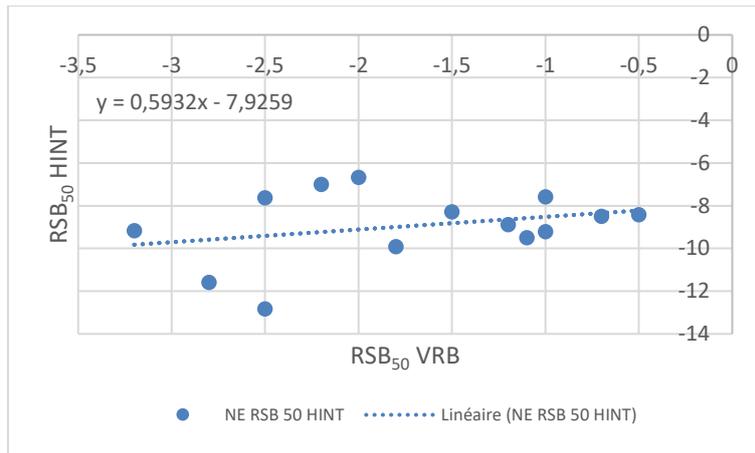


Figure 8 : Nuage de points et droite de régression des RSB50 obtenus avec la VRB et HINT chez le NE (N=14)

Ces mesures chez les NE avaient pour but de créer une norme dans mes conditions de tests. La norme est une « jauge », permettant de déterminer si un RSB₅₀ mesuré chez un sujet X est « dans la norme » ou « hors norme » (anormal).

Pour cela, nous déterminons la moyenne des données normatives collectées, ainsi que la déviation standard de ces données soit l'écart-type.

On retrouve alors pour la VRB une moyenne de -1,71 dB et un écart-type de 0,84 pour le RSB₅₀ moyen NE. D'autre part, on a pour le HINT une moyenne de -8,94 dB et un écart-type de 1,69 pour le RSB₅₀ moyen.

Pour savoir si un sujet est dans la norme, il faut que son RSB₅₀ soit compris dans l'intervalle [borne basse ; borne haute], avec :

- borne basse = RSB₅₀ moyen NE – écart-type * 1.96
- borne haute = RSB₅₀ moyen NE + écart-type * 1.96

On retrouve alors pour le NE un intervalle de [-3,36 ; -0,07] pour le VRB et [-12,25 ; -5,64] pour le HINT.

D'autre part, nous avons voulu savoir si le fait de passer l'un ou l'autre des tests en premier avait eu une influence. On souhaitait savoir si notre randomisation était effective. Nous avons fait un test de Shapiro-Wilk : $p = 0,005$, nous avons donc des données non normales. Nous effectuons alors un test de Wilcoxon : $W_{13} = 50$; $p = 0,903$. La p-value est supérieure à 0,05, la différence est donc non significative.

2. Comparaison du VRB et du HINT chez le ME avec appareils

Comme précédemment, nous avons réalisé le test de Shapiro-Wilk, il a alors été mis en évidence par une p-value de $p = 0,761$, une normalité des données.

Par la suite, le test de Student a été effectué dans l'objectif de déterminer s'il existe une différence significative entre les deux tests.

Chez le ME appareillé, on retrouve une moyenne des RSB_{50} obtenus à 1,46 dB pour la VRB et -4,59 dB pour le HINT dans les conditions de tests de notre étude. On remarque alors une différence non négligeable de 6,05 dB en faveur du HINT. Par ailleurs, le test de Student $t(31)=14,291$; $p < 0,001$, les résultats sont donc significatifs.

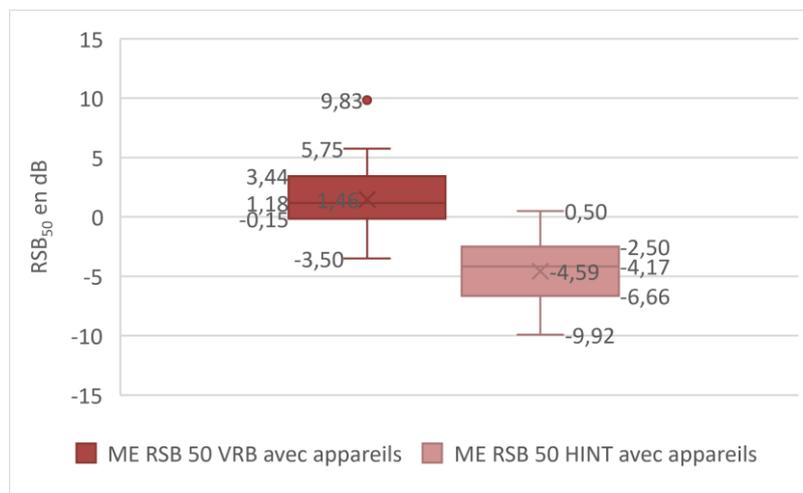


Figure 9 : Moyenne des RSB_{50} du VRB et du HINT chez le ME avec appareils (N=32)

Suite au test de Student, on a remarqué que les moyennes des RSB_{50} du HINT et du VRB étaient différentes. Cependant, il est important de déterminer s'il existe une corrélation des RSB_{50} entre ces deux tests chez le ME avec appareils ?

Ici aussi les données sont normales, nous allons donc de nouveau procéder à un test paramétrique, afin de montrer ou non une corrélation. Nous utiliserons le test de Pearson. Nous obtenons un coefficient de corrélation de : $\rho = 0,603$ et une p-value : $p < 0,001$. Donc, nous pouvons conclure qu'il existe une corrélation statistiquement significative entre le RSB_{50} du HINT et du VRB chez le ME avec appareils.

De plus, nous pouvons modéliser la relation entre les RSB_{50} du HINT et du VRB par une équation linéaire de la forme $y = a x + b$ avec : x le RSB_{50} de la VRB, y le RSB_{50} du HINT, et où a et b sont respectivement la pente et l'intercept de la droite de régression. Une analyse de régression nous permet d'estimer les valeurs de ces deux coefficients.

L'équation résultante, $y = 0,6097 x - 5,4763$ nous permet alors de prédire un RSB_{50} du HINT à partir de celui de la VRB.

La précision des prédictions ainsi obtenues est quantifiée par le pourcentage de variance expliquée, c'est-à-dire, le pourcentage de variabilité dans y (le RSB_{50} du HINT) causé par la variation de x (le RSB_{50} du VRB). Ce pourcentage peut être calculé simplement en élevant le

coefficient de Pearson au carré : $R^2 = 0,363$, puis en le multipliant par 100, soit environ, 36%. Donc, on peut dire qu'environ un tiers de la variabilité inter-individuelle dans le RSB_{50} du HINT peut-être prédite à partir du RSB_{50} mesuré avec le VRB.

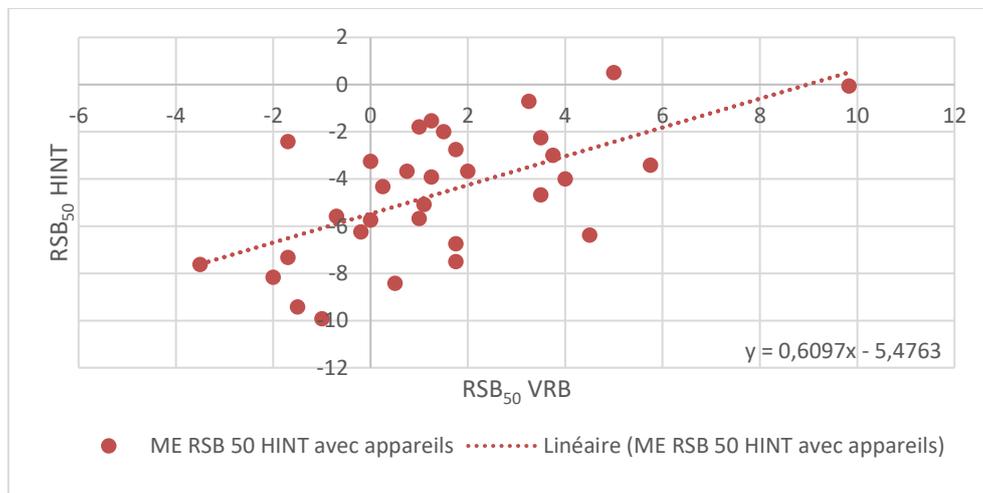


Figure 10 : Nuage de points et droite de régression des RSB_{50} obtenus avec la VRB et HINT chez le ME avec appareils (N=32)

Nous pouvons maintenant nous demander si la moyenne du RSB_{50} de nos sujets tests, (soit les ME avec appareils), est « normale » (soit, « dans la norme ») ou « anormale » (significativement différente de la norme).

Autrement dit, nous cherchons à savoir si la moyenne du RSB_{50} de nos sujets tests, est significativement différente de la moyenne du RSB_{50} de nos sujets contrôles (soit, les sujets NE testés dans cette étude), dans les mêmes conditions de passation de test que les ME.

Pour répondre à cette interrogation, nous procéderons au test de Student dans le but de comparer nos deux séries de mesures : groupe test et groupe contrôle, aussi appelé groupe norme sur le RSB_{50} du VRB. Nous ferons de même pour le RSB_{50} du HINT.

Les données étant toujours normales d'après le test de Shapiro-Wilk. De plus, le test d'égalité des variances de Levene nous indique que $p = 0,013$, pour le VRB et $p = 0,027$ pour le HINT. Cela signifie que les variances des deux variables que nous comparons ne sont pas significativement différentes l'une de l'autre, le test de Welch n'est donc pas requis.

Nous retrouvons $t(44) = -4,331$; $p < 0,001$ au test de Student lorsque nous comparons le RSB_{50} au test du VRB chez le NE et ME avec appareils. On peut donc dire qu'on retrouve des différences significatives.

Lorsque nous analysons le RSB_{50} du HINT chez le NE et le ME avec le test de Student :

$t(44) = -5,560$; $p < 0,001$, nous observons une différence significative.

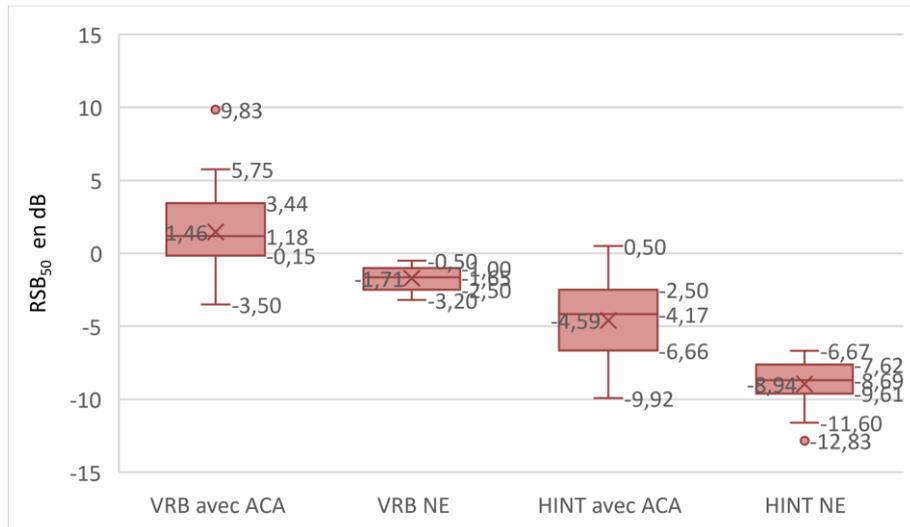


Figure 11 : Boxplot de la comparaison du RSB₅₀ de la VRB et du HINT chez le ME avec ACA et le NE

3. Comparaison du VRB et du HINT chez le ME sans appareils

Le test de Shapiro-Wilk, a encore mis en évidence par une p-value de $p = 0,331$, une normalité des données.

Par la suite, le test de Student a été effectué dans l'objectif de déterminer la présence ou non d'une différence significative entre le HINT et la VRB.

Chez le ME sans appareil, on retrouve une moyenne des RSB₅₀ égale à 3,46 dB pour la VRB et -1,66 dB pour le HINT dans les conditions de tests de notre étude. On remarque alors une différence non négligeable de 5,11 dB en faveur du HINT. Par ailleurs, le test de Student $t(31)=11,904$; $p < 0,001$. La p-value étant inférieure à 0,05, les résultats sont dits significatifs.

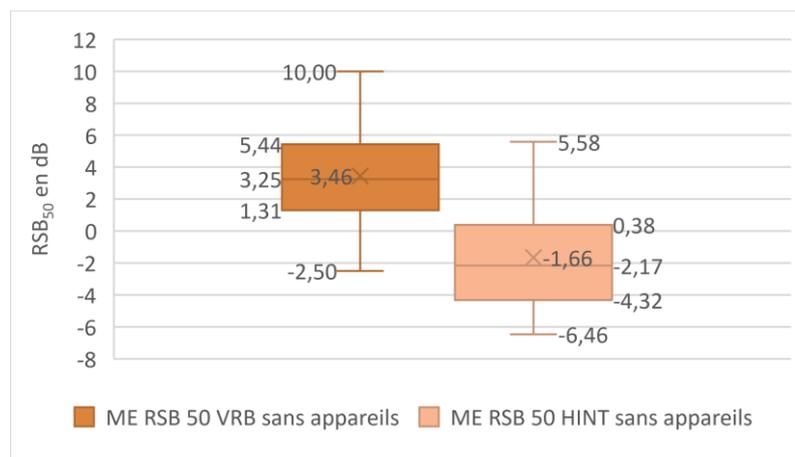


Figure 12 Moyenne des RSB₅₀ du VRB et du HINT chez le ME sans appareils (N=32)

Le test de Student démontre une différence entre les moyennes des RSB₅₀ du HINT et du VRB, mais sont-elles corrélées chez le ME sans appareils ?

Au sein de ce groupe les données sont normales, nous allons donc procéder à un test paramétrique, afin de mettre en évidence une corrélation, s'il y a. Nous utilisons le test de Pearson. Nous obtenons un coefficient de corrélation : $\rho = 0,688$ et une p-value : $p < 0,001$. On obtient un résultat significatif. Il existe donc une corrélation entre le RSB₅₀ du HINT et de la VRB chez le ME sans appareils.

Nous retrouvons alors une équation de droite de la forme $y = a x + b$ avec : x le RSB₅₀ de la VRB, y le RSB₅₀ du HINT, et où a et b sont respectivement la pente et l'intercept de la droite de régression.

Par conséquent, l'équation $y = 0,7255 x - 4,1652$ nous permettra de prédire un RSB₅₀ du HINT à partir de celui de la VRB.

On obtient aussi le coefficient de Pearson au carré : $R^2 = 0,4735$. Si nous multiplions ce R^2 par 100 alors nous obtiendrons le pourcentage de variance dans y qui est prédit par x . Soit environ 47%. Donc, on peut dire que presque la moitié de la variabilité inter-individuelle dans les RSB₅₀ mesurés avec le HINT peut être prédite à partir du RSB₅₀ mesuré avec le VRB.

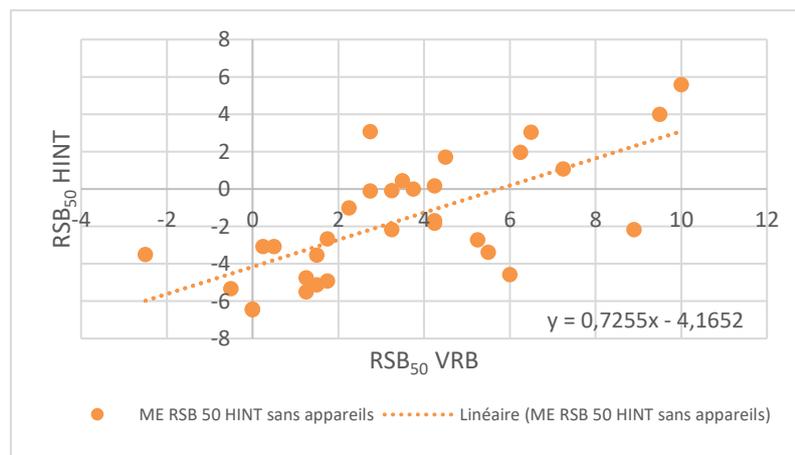


Figure 13 : Nuage de points et droite de régression des RSB₅₀ obtenus avec la VRB et HINT chez le ME sans appareils (N=32)

Nous pouvons maintenant nous demander si la moyenne du RSB₅₀ de nos sujets tests, (soit les ME sans appareils), est « normale » (soit, « dans la norme ») ou « anormale » (significativement différente de la norme).

Autrement dit, nous cherchons à savoir si la moyenne du RSB₅₀ de nos sujets tests, est significativement différente de la moyenne du RSB₅₀ de nos sujets contrôles (soit les sujets NE testés dans cette étude), dans les mêmes conditions de passation de test que les ME.

Les données étant toujours normales d'après le test de Shapiro-Wilk, et le test d'égalité des variances de Levene nous indique un $p = 0,001$, pour le VRB et $p = 0,010$ pour le HINT. Cela signifie que les variances des deux variables que nous comparons ne sont pas

significativement différentes l'une de l'autre. Le test de Welch n'est donc pas requis. Nous répondrons à la question posée en procédant à un test de Student, afin de comparer nos deux séries de mesures : groupe test, le ME sans appareils et groupe contrôle, aussi appelé groupe norme sur le RSB_{50} de la VRB. Nous ferons de même pour le RSB_{50} du HINT.

Nous retrouvons $t(44) = -6,327$; $p < 0,001$ au test de Student lorsque nous comparons le RSB_{50} au test de la VRB chez le NE et ME sans appareils. On peut donc dire qu'on retrouve des différences significatives.

De même, lorsque nous analysons le RSB_{50} du HINT chez le NE et le ME avec le test de Student, nous observons une différence significative. En effet on a $t(44) = -8,119$; $p < 0,001$.

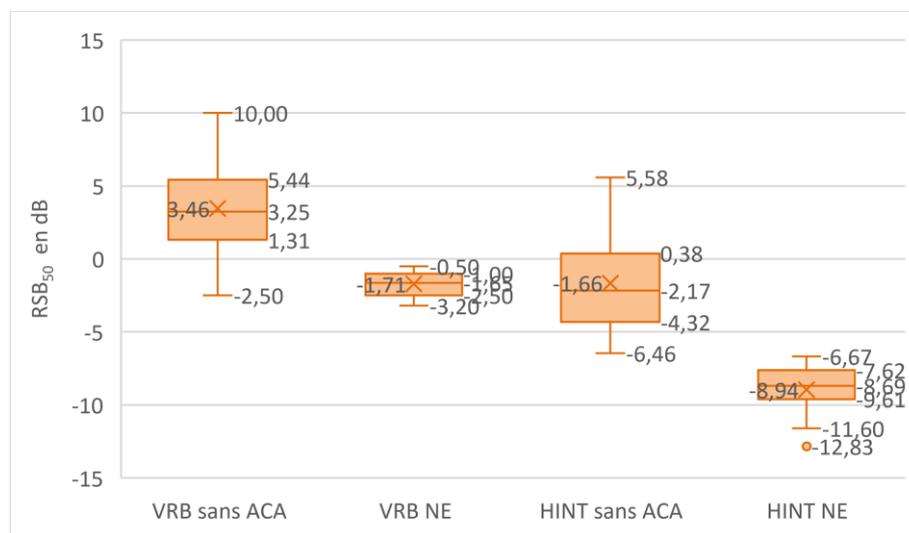


Figure 14 : Boxplot de la comparaison du RSB_{50} de la VRB et du HINT chez le ME sans ACA et le NE

D'autre part, nous avons voulu savoir si le fait de passer l'un ou l'autre des tests en premier avait eu une influence, soit savoir si notre randomisation était bonne chez le ME avec ou sans appareils. Nous avons fait un test de Shapiro-Wilk : $p = 0,034$ pour la Séance 1 et $p = 0,002$ pour la Séance 2, nous avons donc des données non normales pour les deux séances des ME. Nous effectuons alors le test non paramétrique de Wilcoxon : $W_{31}=268$; $p=0,948$ pour la Séance 1 et $W_{31}=221$; $p = 0,427$ pour la Séance 2. Pour chaque séance la p-value est supérieure à 0,05, la différence est donc non significative.

IV. Discussion

A. Discussion des résultats

Dans cette étude, nous avons testé deux cohortes. Une cohorte de NE composée de 14 sujets et une cohorte de ME composée de 32 participants dont les caractéristiques audiométriques sont représentatives du sujet presbyacousique.

L'enjeu principal était de mettre en évidence une corrélation ou non des résultats du HINT et de la VRB, chez le ME avec appareils, le ME sans appareils et le NE.

Il est important de rappeler que dans cette comparaison nous confrontons deux tests d'AVB aux paramètres différents : matériel vocal, voix d'homme / voix de femme, bruit blanc filtré / OVG, notation, etc..., mais que nous avons pris soins de reproduire des conditions de passation des tests similaires, notamment, au niveau de la configuration des haut-parleurs.

Chez le ME avec appareils, le ME sans appareils et chez le NE, les résultats mettent en évidence une différence significative entre les RSB₅₀ moyens de la VRB et du HINT dans notre population, avec des écarts de, respectivement, 6,05 dB, 5,11 dB et 7,23 dB, toujours en faveur du HINT. La p-value étant < 0,05, on sait qu'il y a moins de 5% de chance que cette différence soit due au hasard.

Plusieurs éléments permettent de répondre à l'existence d'une différence significative entre les résultats des RSB₅₀ moyens du HINT et de la VRB :

Les tests d'AVB exploités étant tous deux des tests de phrases, ils font donc intervenir de la même manière la suppléance mentale. Les phrases ont été voulues courtes pour minimiser l'impact de la mémoire. (Vaillancourt *et al.*, 2005) Cependant, nous avons pu remarquer que les patients avaient des difficultés à répéter les phrases entièrement. La fin de la phrase n'était pas perçue et donc soit pas répétée car le sujet répétait déjà le début, soit elle n'était pas retenue. Par ailleurs, cette problématique avait déjà été relevée dans un mémoire d'audioprothèse intitulé « Intérêt d'un test d'audiométrie vocale adapté à chaque patient » de Laura Metzger en 2015, à propos des phrases de Combescure. (Metzger, 2015)

D'autre part, la notation des phrases diffèrent entre le HINT et la VRB. En effet, pour noter les réponses de la VRB seuls les mots clés comptent, donc plus de phrases vont être notées justes, tandis que pour le HINT, (soit les ME avec appareils) il fallait que chaque mot de la phrase soit correctement répété. On peut donc dire que le HINT est plus « exigeant » que le VRB, concernant la performance.

On peut aussi expliquer l'écart retrouvé, par la différence de difficulté rencontrée entre la compréhension d'une voix d'homme et d'une voix de femme. En effet, le fondamental laryngé de l'homme est de 120 Hz (compris entre 100 et 150 Hz) tandis que pour une femme, il serait de 240 Hz (compris entre 140 et 240 Hz), et il varie aussi en fonction de l'âge. (Vaissière, 2020) (Tubach, 1989) De plus, on retrouve une différence d'énergie spectrale entre un locuteur ou une locutrice pour certains phonèmes tels que /s/ et /sh/ dont la fréquence se trouverait vers 2,5 kHz, fréquence à laquelle une perte auditive est souvent retrouvée. En effet, une étude a montré qu'il y avait plus de précision dans la perception du phonème /s/ lorsque qu'il est énoncé par un locuteur plutôt que par une locutrice. La voix de cette dernière est moins énergique par conséquent la compréhension de la voix d'homme se fait plus facilement.

D'autre part, sachant que nous avons voulu retrouver un échantillon représentatif de la population d'un centre d'audioprothèse, nous avons diverses gammes d'ACA. Le fait que certains ACA aient une bande passante plus ou moins grande, que certains patients aient de la transposition et de la duplication fréquentielle, pourraient-ils influencer la compréhension de la parole en fonction du genre du locuteur ? (Robinson, 2011)

Toutefois, selon une étude menée par le pôle de recherche d'un fabricant d'aide auditive, comparant le HINT et le test Matrix (en anglais américain), l'interaction entre les deux tests et les modes de microphones ne sont pas significatifs. En effet, malgré une différence significative des RSB₅₀ entre le HINT et le Matrix, les bénéfices du microphone directionnel plutôt qu'omnidirectionnel, ne sont pas significativement différents entre les tests d'AVB. Les chercheurs ont donc conclu à l'absence d'interaction entre l'AVB exploité et la directionnalité des microphones. (Harianawala, Galster and Hornsby, 2019)

On peut aussi expliquer la différence retrouvée par le fait que pour la VRB, c'est le bruit qui est adapté alors que pour le HINT, c'est le signal vocal. En effet, il a été montré que lorsque le bruit est ajusté certaines composantes fréquentielles peuvent devenir inaudibles engendrant une incohérence dans les effets de masquage du bruit impactant alors les résultats. (Theunissen, Swanepoel and Hanekom, 2009)

De plus, le fait que les deux AVB n'aient pas le même type de bruit concurrent pourrait aussi expliquer la différence. En effet, un bruit fluctuant comme l'OVG est réputé pour être plus favorable à l'intelligibilité qu'un bruit stationnaire comme utilisé lors du HINT qui lui a un pouvoir plus masquant. (Hochmuth *et al.*, 2015)

D'autre part, nous retrouvons une corrélation positive, significative entre le HINT et la VRB, uniquement chez le ME avec appareils et le ME sans appareils. Nous ne retrouvons

cependant pas de corrélation entre les RSB_{50} du HINT et de la VRB chez le NE. Toutefois, cela ne veut pas forcément dire que la corrélation n'existe pas chez le NE. En effet, pour cette population nous n'avions que 14 sujets, il se peut que la cohorte soit trop faible pour retrouver une corrélation.

De plus, l'absence de corrélation chez les NE peut s'expliquer par le fait que la variabilité des SRT mesurés chez les NE, que ce soit lors du HINT ou de la VRB, met en évidence une variabilité intrinsèque des mesures (soit la variabilité test-retest). Celle-ci est liée, d'une part aux variations de difficultés d'identification des mots entre les phrases. En effet, certaines phrases contiennent des mots plus difficiles que d'autre, donc selon les phrases choisies aléatoirement dans un test ou un autre, le même sujet aura plus ou moins de difficultés dans une passation que la suivante, mais aussi des variations d'attention ou concentration du participant. On comprend donc, ici, que les résultats du HINT et de la VRB étant corrélés chez le ME alors, si l'on connaît le RSB_{50} de l'un des deux tests, grâce à l'équation de la droite de régression, on pourrait déduire celui du second dans les mêmes conditions de passation. Pour prédire y à partir de x , il faut prendre n'importe quelle valeur de x que nous voulons, et substituer cette valeur dans l'équation de la droite $y = a x + b$ une fois a et b remplacés par leurs valeurs.

Une corrélation avait aussi été trouvée dans de précédentes études entre d'autres tests d'AVB tels que FrMatrix, FIST et FrDigit3. (Jansen *et al.*, 2012) Ou encore entre les listes cochléaires de Lafon et les listes dissyllabiques de Fournier, toutes deux en concurrence avec l'OVG. (Matrat, 2020) Ce sont donc des tests permettant d'évaluer de manière fiable les performances des patients lors de tests de compréhension dans le bruit et de manière interchangeable, si nous connaissons le coefficient de corrélation. Toutefois, ce n'est pas parce que nous sommes en présence de tests d'AVB que c'est toujours le cas. En effet, lors de certaines comparaisons : VRB et listes cochléaires de Lafon – OVG ainsi que VRB et listes dissyllabiques de Fournier – OVG, aucune différence significative n'avait été relevée. De même, la corrélation n'était que très légère. Par conséquent, elles ne sont pas comparables et on ne peut pas utiliser l'un à la place de l'autre. (33)

Nous nous sommes aussi demandé si les moyennes du RSB_{50} de nos sujets tests sont « normale » ou « anormale » par rapport aux RSB_{50} des NE.

Une différence significative est présente entre les RSB_{50} du HINT du ME et du NE, de même une différence significative est présente entre les RSB_{50} de la VRB du ME et du NE. Ceci a été vérifié, que le ME soit testé avec ou sans appareils.

Les deux tests étant significatifs, on peut donc dire que la VRB et le HINT conduisent à la même conclusion concernant l'anormalité lorsque les ME sont testés avec et sans appareils. Cependant, cela ne signifie pas nécessairement que les deux tests vocaux sont équivalents du point de vue de leur capacité de détection d'anormalité. Pour le déterminer, il faudrait effectuer des analyses de type ROC (Receiver-Operating-Characteristic), analyses qui vont au-delà du présent mémoire.

Nous retrouvons une divergence entre les valeurs moyennes des RSB_{50} de notre étude et celles de la thèse de Madame Decambon. En effet, chez le NE nous obtenons -1,71 dB pour une moyenne d'âge de 33 ans tandis que dans la thèse intitulée : « Normalité de l'audition dans le bruit par classe d'âges », il a été mesurée une moyenne de -0.37 (20-30 ans) et +0.62 dB (30-40 ans). Les sujets de notre étude seraient donc que ceux de l'étude de Madame Decambon.

On peut expliquer cette différence du fait de conditions de passation divergentes. En effet, Madame Decambon a utilisé 6 HP disposés à $+30^\circ$, $+60^\circ$, $+120^\circ$, -30° , -60° , -120° autour de la tête du sujet, avec un signal vocal émis de face (azimut 0°), tandis que notre étude comportait 5 HP disposés à -45° ; -135° ; 0° ; $+45^\circ$; $+135^\circ$ autour du patient. Nous nous demandons donc si malgré la calibration, le logiciel HubSound ajuste le niveau de sortie des HP en fonction du nombre de HP utilisés pour le bruit. Alors, cela pourrait expliquer cette différence. En effet, il y avait 1 HP de moins impactant le bruit dans notre étude, donc si le niveau de sortie du bruit sur chaque HP était identique entre 5 HP et 6 HP, alors le RSB mesuré en champ libre était ici théoriquement supérieur d'environ 1.76 dB. On pourrait alors augmenter les SRT mesurés dans notre étude d'au-moins 1.76 dB avant de les comparer aux SRT mesurés dans la thèse, pour compenser la différence de niveau des bruits. Sans prendre en compte la différence de positionnement des HP, on retrouve maintenant un SRT moyen d'environ 0,06 dB alors plus proche de celui mesuré dans la thèse pour le groupe de NE ayant entre 30 et 40 ans (0,62 dB).(Decambon, 2018)

Par ailleurs, quelle que soit la cohorte, on retrouve une différence non significative des RSB_{50} moyens suivant l'ordre de passation. Cela signifie donc que notre randomisation a été bien établie et que l'ordre de passage des tests n'a pas pu influencer sur les résultats obtenus.

B. Limites de l'étude

Comme pour toute étude, il est important de nuancer les résultats obtenus par les limites établies.

Premièrement, le nombre de sujet (N=14 et N=32). Une cohorte plus importante aurait été plus représentative et aurait permis d'affiner les résultats et de faire des conclusions plus fiables, en particulier chez les participants normo-entendants. Toutefois, les valeurs normatives pour le HINT adaptatif, avaient été faites sur 18 NE par Nilsson et al (Nilsson, Soli and Sullivan, 1994) et celle de la VRB sur 10 NE puis un ajustement sur 12 NE. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018)

Deuxièmement, l'impact de la cognition a été écarté grâce à la sélection par le codex, de même que la fatigabilité par la création de 4 groupes avec un ordre de passage des tests différents. Cependant, l'attention du sujet pendant les tests est un paramètre qui aurait pu être pris en compte. En effet, même s'il en existe plusieurs types d'attention, on peut tout de même dire qu'elle représente le traitement et la sélection de certaines données au détriment de d'autres. Il peut donc y avoir une sélection attentionnelle notamment induite par le bruit perturbant qui impacterait alors sur nos résultats. (Fougnie, 2008) (Awh, Vogel and Oh, 2006)

Troisièmement, lors de la passation de la VRB chez certains sujets, lorsque ceux-ci décrochaient à partir d'un certain RSB, il pouvait être compliqué de retrouver leur attention pour la liste suivante.

Quatrièmement, concernant les passations des tests, suite à la mise à jour du PC sur Windows 11, il a fallu refaire plusieurs calibrations de la VRB car l'adaptation du RSB ne se faisait pas toujours comme il fallait. D'autre part, concernant le HINT, la version adaptative automatique dans les conditions de la SFA SFORL, n'existait finalement pas dans la chaîne de mesure Affinity de chez Interacoustic. Donc, dans le but de respecter ces conditions, la procédure adaptative du HINT ainsi que le calcul du RSB₅₀ ont été fait manuellement ce qui a rendu le test un peu plus long.

V. Conclusion

Comme nous avons pu le voir, l'audiométrie vocale dans le bruit prend une part de plus en plus importante dans le quotidien de l'audioprothésiste et de son patient.

Par ailleurs, nous avons pu constater qu'il existe un grand nombre d'AVB dont le matériel exploité et les conditions de passations divergent.

De plus, certains tests sont compris dans l'achat de la chaîne de mesure, d'autre dans l'abonnement à une plateforme de test d'audiométrie, enfin certains sont créés par des laboratoires ou encore par des fabricants, par conséquent chaque test a son propre coût.

Dans notre cas, le HINT est compris dans l’Affinity de chez Interacoustic alors que la VRB doit être acquise par l’audioprothésiste auprès de Biotone technologie médical pour une valeur de 700€.

Or, il est nécessaire d’avoir un test d’AVB, toutefois, comme nous l’avons évoqué plus tôt, selon les priorités financières de l’audioprothésiste, il pourrait alors s’orienter vers un test plutôt qu’un autre pour son aspect financier et non pour sa qualité.

Mais, si nous montrons une corrélation entre les résultats de deux tests d’AVB, ici le HINT et la VRB, le choix du test ne serait plus contraint qu’à son coût et non à son coût et la qualité des résultats puisque cette dernière sera identique entre les matériels vocaux. Cette réflexion nous a alors mené à nous poser la problématique suivante :

*Existe-t-il une corrélation entre les résultats de la Vocale Rapide dans le
Bruit et ceux du Hearing In Noise Test ?
Si corrélation il y a, est-elle présente chez le malentendant appareillé
comme non appareillé ?*

Suite à la passation de nos tests, nous avons pu mettre en évidence la présence d’une différence significative entre les RSB_{50} moyens de la VRB et du HINT au sein de notre cohorte. Cette différence est présente dans nos deux populations : les NE et les ME, et ce que le ME soit avec ou sans appareils.

De plus, chez le ME, on retrouve une corrélation positive, significative, entre le RSB_{50} moyens de la VRB et du HINT. Cette corrélation est de 0,603 chez le ME appareillé et de 0,688 chez le ME sans appareil.

Nous pouvons donc dire qu’avec la corrélation des résultats du HINT et de la VRB, si l’on connaît le RSB_{50} de l’un des deux tests, grâce au coefficient de corrélation, on pourrait déduire le RSB_{50} du second dans les mêmes conditions de passation.

Cependant, nous ne retrouvons pas cette corrélation au sein notre population de NE. Toutefois, ce résultat statistique négatif, ne signifie pas nécessairement une véritable absence de corrélation ; on ne peut pas exclure qu’avec plus de sujets dans notre échantillon, une corrélation significative aurait été obtenue.

Enfin, nous avons cherché à savoir si les moyennes des RSB_{50} de notre groupe contrôle sont « normales » ou « anormales » par rapport aux RSB_{50} des NE. Une différence significative a été retrouvée entre les RSB_{50} du HINT du ME (avec et sans appareils) et du NE, de même une différence significative est présente entre les RSB_{50} de la VRB du ME et du NE.

Etant donné que les deux tests ont des résultats significatifs, nous pouvons dire que la VRB et le HINT donnent les mêmes résultats du point de vue de la détection d'anormalité lorsque le ME est avec et sans appareils.

Suite à ces résultats, nous pourrions dire qu'un audioprothésiste possédant une chaîne de mesure comprenant le HINT, telle qu'Affinity de chez Interacoustic, ne serait pas obligé d'acquérir la VRB afin de faire passer une AVB de qualité à ses patients. Toutefois, le HINT adaptatif devant finalement être fait à la main, il prend beaucoup plus de temps que la VRB qui elle dure environ 5 minutes. Le fait de posséder la VRB pourrait donc faciliter l'intégration d'une AVB dans la routine de test de l'audioprothésiste.

Afin de poursuivre les recherches et les comparaisons des AVB, il pourrait être intéressant de comparer d'autres AVB entre elles, telles que : le FrMatrix et la VRB, HINT et le FrMatrix.

De plus, nous avons trouvé une corrélation entre le HINT et la VRB selon les conditions énoncées plus tôt dans le matériel et méthode, mais la retrouvons nous si nous n'avions pas 5 mais 3 HP pour le HINT ? Est-ce aussi le cas si la VRB est en 1.1 et non en 5.1 ? Est-ce le cas lorsque nous utilisons le HINT adaptatif automatique intégré dans Interacoustics, où les adaptations de RSB sont de + ou - 3 dB de RSB sur toute la procédure de passation ? Est-ce aussi le cas avec la procédure du HINT développé par la société Amplifon pour leur laboratoire de correction auditive ?

D'autre part, il pourrait être intéressant de mesurer l'effort d'écoute nécessaire au patient pour effectuer le test du HINT et de la VRB. En effet, les patients avaient rapporté que la VRB était plus facile que le HINT mais il pourrait être intéressant de le quantifier par le biais de questionnaires adaptés ou de la pupillométrie.

De plus, maintenant que nous avons fait une première comparaison entre le HINT et la VRB, il serait envisageable d'aller plus loin en la rendant plus fiable grâce à une cohorte plus importante, et/ou par une étude multicentrique ou encore en établissant une analogie entre la corrélation et le degré de perte par exemple, ou en essayant de voir si la corrélation existe aussi pour les pertes asymétriques.

VI. Bibliographie

Arlinger, S. *et al.* (1996) 'Report of the Eriksholm Workshop on Auditory Deprivation and Acclimatization', *Ear and Hearing*, 17(Sup 1), pp. 87S-98S. Available at: <https://doi.org/10.1097/00003446-199617031-00009>.

Arrêté du 14 novembre 2018 portant modification des modalités de prise en charge des aides auditives et prestations associées au chapitre 3 du titre II de la liste des produits et prestations prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale (no date). Available at: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037615111>.

Artaud, P. *et al.* (1998) 'Suppléance instrumentale de la surdité: les aides auditives.', *Société française d'oto-rhino-laryngologie et de pathologie cervicofaciale*, pp. 55–56.

Awh, E., Vogel, E.K. and Oh, S.-H. (2006) 'Interactions between attention and working memory', *Neuroscience*, 139(1), pp. 201–208. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.08.023>.

Bench, J., Kowal, Å. and Bamford, J. (1979) 'The Bkb (Bamford-Kowal-Bench) Sentence Lists for Partially-Hearing Children', *British Journal of Audiology*, 13(3), pp. 108–112. Available at: <https://doi.org/10.3109/03005367909078884>.

Biotone, technologie médicale (2020a) *Guide d'utilisation du test VRB (Vocal Rapide dans le Bruit)*.

Biotone, technologie médicale (2020b) 'Test VRB Vocale rapide dans le bruit'.

Biotone, technologie médicale (2020c) *VRB Configuration et calibration*, pp. 1–2.

Bizaguet, É. *et al.* (no date) *Guide des bonnes pratiques de l'audiométrie voale*. Guide de bonnes pratiques. Société Française d'Audiologie, pp. 17–18. Available at: https://784e5bb6-8289-4092-be36-5ee2799a4165.filesusr.com/ugd/da3d09_f9513acb170a4cc4b4ef0b16a7e73576.pdf.

Breton, L. (2018) *Codex, Un test ultra-rapide pour évaluer les fonctions cognitives des sujets âgés*. Available at: <https://www.testcodex.org/>.

Brungart, D.S. *et al.* (2001) 'Informational and energetic masking effects in the perception of multiple simultaneous talkers', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110(5), pp. 2527–2538. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.1408946>.

Bureau International d'Audiophonologie. (1997) *Bureau International d'Audiophonologie. Recommandation BIAP 02/1 bis: Classification audiométrique des déficiences auditives*. Recommandation. Lisbonne. Available at: http://www.biap.org/index.php?option=com_content&view=article&id=5:recommandation-biap-021-bis&catid=65:ct-2-classification-des-surdites&Itemid=19&lang=fr.

Cherry, E.C. (1953) 'Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), pp. 975–979. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.1907229>.

Code de Santé Publique (2005) *Décret n° 2005-988, Article D4361-19, Code de Santé Publique*. Available at: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006072665/LEGISCTA000006191017/#LEGISCTA000006191017 (Accessed: 24 November 2021).

Darrel, L.T. (1983) ‘L’amplification binaurale’, *Focus 10 Phonak*, 10, pp. 1–6.

De Cecco, T. (2011) *Etude comparative entre les RITE (Receiver In The Ear) avec micro-embouts ou dômes ouverts, en situation bruyante*. Mémoire présenté en vue de l’obtention du diplôme d’état d’audioprothésiste. Fougères: Ecole d’audioprothèse J.E.Bertin.

Decambrom, M. (2018) *Normalité de l’audition dans le bruit par classe d’âges*. Thèse de docteur en médecine. Université Lille 2 Droit et Santé Faculté de Médecine Henri Warembourg.

Del Rio, M. (2020) ‘La vocale dans le bruit redessine le parcours de soin Entrez dans le Matrix...’, *Audiologie Demain* [Preprint], (10). Available at: <https://audiologie-demain.com/la-vocale-dans-le-bruit-redessine-le-parcours-de-soin/entrez-dans-le-matrix>.

Djakoure, M.-J. (2017) *Evaluation d’un test d’audiométrie vocale rapide dans le bruit (VRB) par la mesure du rapport-signal-sur bruit*. Université Lille 2 Droit et Santé Faculté de Médecine Henri Warembourg.

Djalilian, H.R. (2015) ‘Symptom: Asymmetric Hearing Loss’, *The Hearing Journal*, 68(1), p. 8. Available at: <https://doi.org/10.1097/01.HJ.0000459744.79004.bf>.

Dodelé, L. and Dodelé, D. (2007) ‘2ème partie : le test d’audiométrie Vocale en présence de Bruit de Dodelé’, *AUDIO Infos*, 72(110).

Fougnie, D. (2008) ‘Chapter 1 : The Relationship between Attention and Working Memory.’, in N.B. Johansen (ed.) *New research on short-term memory*. New York: Nova Biomedical Books. Available at: <http://www.psy.vanderbilt.edu/students/fougnidl/Fougnie-chap1.pdf>.

Gabet, L. (2011) *Influence du discours motivant de l’audioprothésiste sur les résultats cliniques d’un test d’intelligibilité dans le bruit*. Mémoire soutenu en vue de l’obtention du diplôme d’état d’Audioprothésiste. Rennes: Université de Rennes 1 Faculté de Médecine Ecole d’Audioprothèse J.E Bertin de Fougères.

Glick, H.A. and Sharma, A. (2020) ‘Cortical Neuroplasticity and Cognitive Function in Early-Stage, Mild-Moderate Hearing Loss: Evidence of Neurocognitive Benefit From Hearing Aid Use’, *Frontiers in Neuroscience*, 14, p. 93. Available at: <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00093>.

Goujon, F. (2012) *Audiométrie vocale : Etude de l’intelligibilité dans le bruit chez le normo-entendant et détermination de courbes vocales de références*. Mémoire présenté en vue de l’obtention du diplôme d’Etat d’Audioprothésiste. Nancy: Université Nancy Henry Poincaré.

Hällgren, M., Larsby, B. and Arlinger, S. (2006) ‘A Swedish version of the Hearing In Noise Test (HINT) for measurement of speech recognition: Una versión sueca de la Prueba de Audición en Ruido (HINT) para evaluar el reconocimiento del lenguaje’, *International Journal of Audiology*, 45(4), pp. 227–237. Available at: <https://doi.org/10.1080/14992020500429583>.

Harianawala, J., Galster, J. and Hornsby, B. (2019) 'Psychometric Comparison of the Hearing in Noise Test and the American English Matrix Test', *Journal of the American Academy of Audiology*, 30(04), pp. 315–326. Available at: <https://doi.org/10.3766/jaaa.17112>.

Hochmuth, S. *et al.* (2015) 'Influence of noise type on speech reception thresholds across four languages measured with matrix sentence tests', *International Journal of Audiology*, 54(sup2), pp. 62–70. Available at: <https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1046502>.

Hornsby, B.W.Y. and Ricketts, T.A. (2007) 'Effects of Noise Source Configuration on Directional Benefit Using Symmetric and Asymmetric Directional Hearing Aid Fittings', *Ear & Hearing*, 28(2), pp. 177–186. Available at: <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3180312639>.

Jansen, S. *et al.* (2010) 'The French digit triplet test: A hearing screening tool for speech intelligibility in noise', *International Journal of Audiology*, 49(5), pp. 378–387. Available at: <https://doi.org/10.3109/14992020903431272>.

Jansen, S. *et al.* (2012) 'Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study', *International Journal of Audiology*, 51(3), pp. 164–173. Available at: <https://doi.org/10.3109/14992027.2011.633568>.

Joly, C.-A. *et al.* (2021) 'Guidelines of the French Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery (SFORL) and the French Society of Audiology (SFA) for Speech-in-Noise Testing in Adults', *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, p. S1879729621000910. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2021.05.005>.

Killion, M.C. *et al.* (2004) 'Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116(4), pp. 2395–2405. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.1784440>.

Laroche, C. *et al.* (2006) 'Adaptation du HINT (Hearing In Noise Test) pour les enfants francophones canadiens et données préliminaires sur l'effet d'âge.', 30(2), pp. 95–109.

Leclercq, F. and Renard, C. (2020) 'La vocale dans le bruit redessine le parcours de soin Le Test Vocal Rapide dans le Bruit', *Audiologie Demain* [Preprint], (10). Available at: <https://audiologie-demain.com/la-vocale-dans-le-bruit-redessine-le-parcours-de-soin/le-test-vocal-rapide-dans-le-bruit> (Accessed: 7 October 2020).

Leclercq, F., Renard, C. and Vincent, C. (2018) 'Speech audiometry in noise: Development of the French-language VRB (vocale rapide dans le bruit) test', *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 135(5), pp. 315–319. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2018.07.002>.

Leliepault, F. (2016) *Participation à l'élaboration d'un test syllabique d'évaluation du SRT dans le bruit chez le patient appareillé*. Mémoire Soutenu en vue de l'obtention du diplôme d'état d'audioprothèse. Rennes: Université de Rennes 1 Faculté de Médecine Ecole d'Audioprothèse J.E Bertin de Fougères.

Luts, H. *et al.* (2008) 'FIST: A French sentence test for speech intelligibility in noise', *International Journal of Audiology*, 47(6), pp. 373–374. Available at: <https://doi.org/10.1080/14992020801887786>.

Matrat, A. (2020) *Etude comparative entre l'audiométrie Vocale Rapide dans le Bruit et l'Audiométrie Vocale dans le Bruit*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'état d'audioprothésiste. Toulouse: Université Toulouse III – Paul Sabatier Ecole d'Audioprothèse de Cahors.

Metzger, L. (2015) *Intérêt d'un test d'audiométrie vocale adapté à chaque patient*. Mémoire Soutenu en vue de l'obtention du diplôme d'état d'audioprothèse. Nancy: Université Nancy Henry Poincaré.

Myhrum, M. *et al.* (2016) 'The Norwegian Hearing in Noise Test for Children', *Ear & Hearing*, 37(1), pp. 80–92. Available at: <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000224>.

Myhrum, M. and Moen, I. (2008) 'The Norwegian Hearing in Noise Test', *International Journal of Audiology*, 47(6), pp. 377–378. Available at: <https://doi.org/10.1080/14992020701876707>.

Nielsen, J.B. and Dau, T. (2011) 'The Danish hearing in noise test', *International Journal of Audiology*, 50(3), pp. 202–208. Available at: <https://doi.org/10.3109/14992027.2010.524254>.

Nilsson, M. *et al.* (1992) 'Norms for the hearing in noise test: The influence of spatial separation, hearing loss, and English language experience on speech reception thresholds', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 92(4), pp. 2385–2385. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.404787>.

Nilsson, M., Soli, S.D. and Sullivan, J.A. (1994) 'Development of the Hearing In Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), pp. 1085–1099. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.408469>.

Ozimek, E. *et al.* (2006) 'The polish sentence test for speechintelligibility evaluations.', *Archives of Acoustic*, 31(4), pp. 431–438.

Robinson, E.J. (2011) *The effect of talker age and gender on speech perception of pediatric hearing aid users*. Programme en audiologie et sciences de la communication. École de médecine de l'Université de Washington. Available at: https://digitalcommons.wustl.edu/pacs_capstones/635.

Soli, S.D. and Wong, L.L.N. (2008) 'Assessment of speech intelligibility in noise with the Hearing in Noise Test', *International Journal of Audiology*, 47(6), pp. 356–361. Available at: <https://doi.org/10.1080/14992020801895136>.

Thai-Van, H. (2020) 'La vocale dans le bruit redessine le parcours de soin Il faut démocratiser la pratique de la vocale dans le bruit'. Available at: <https://audiologie-demain.com/la-vocale-dans-le-bruit-redessine-le-parcours-de-soin/il-faut-democratiser-la-pratique-de-la-vocale-dans-le-bruit> (Accessed: 7 October 2021).

Theunissen, M., Swanepoel, D.W. and Hanekom, J. (2009) 'Sentence recognition in noise: Variables in compilation and interpretation of tests', *International Journal of Audiology*, 48(11), pp. 743–757. Available at: <https://doi.org/10.3109/14992020903082088>.

Trinquet, L. (2018) *Test du FraMatrix Simplifié : Evaluation en champ libre chez les enfants par tranche d'âge*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'État

d'Audioprothésiste. Paris: Conservatoire National des Arts et Métiers Faculté UFR de Médecine Paris 7 Diderot.

Tubach, J.-P. (1989) *La Parole et son traitement automatique*. Paris Milan Barcelone: Masson (Collection technique et scientifique des Télécommunications).

Vaillancourt, V. *et al.* (2005) 'Adaptation of the HINT (hearing in noise test) for adult Canadian Francophone populations: Adaptación del HINT (Prueba de Audición en Ruido) para poblaciones de adultos canadienses francófonos', *International Journal of Audiology*, 44(6), pp. 358–361. Available at: <https://doi.org/10.1080/14992020500060875>.

Vaissière, J. (2020) *La phonétique*. 4e éd. mise à jour. Paris: Que sais-je ? (Que sais-je ?, n° 637).

Van Engen, K.J. and Bradlow, A.R. (2007) 'Sentence recognition in native- and foreign-language multi-talker background noise', *The Journal of the Acoustical Society of America*, 121(1), pp. 519–526. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.2400666>.

Vermiglio, A.J. (2008) 'The American English Hearing in Noise Test', *International Journal of Audiology*, 47(6), pp. 386–387. Available at: <https://doi.org/10.1080/14992020801908251>.

VII. Annexes

Plan des annexes

- I. Divers bruits possiblement exploitables pour l'AVB
 - a. Cocktail Party
 - b. Onde Vocale Globale
 - c. ICRA
- II. Développement de divers tests principalement exploités AVB
 - a. SIN et QuickSIN
 - b. Matrix et FrMatrix
 - c. FIST
 - d. FrDigit3
- III. Demande de consentement à l'étude
- IV. Principe du CODEX
- V. Feuille patient du CODEX
- VI. Arbre décisionnel du CODEX
- VII. Interface du logiciel HUBSOUND
- VIII. Listes de phrases pour la VRB
- IX. Listes de phrases pour le HINT
- X. Feuille Excel de relevé des données

Annexes I : Divers bruits possiblement exploitables pour l'AVB

a. Cocktail Party

En 1953, Cherry a créé le premier bruit de cocktail party, en mettant en concurrence divers sons que nous pouvons trouver dans notre quotidien. On retrouve alors 8 voix, des verres qui tintent, des klaxons, des bruits de circulation, des pas sur un plancher, des portes qui s'ouvrent et se ferment. Il est donc considéré comme représentatif des milieux dans lesquels le ME pourrait se trouver et être gêné.

Cependant, le cocktail party que nous utilisons de nos jours a été réalisé par Nicolas Grimault, en se basant sur le même principe que Cherry. (Cherry, 1953)

b. Onde vocale Globale

Léon Dodelé a créé l'Onde vocale Globale (OVG), dont l'objectif est de créer un bruit le plus représentatif possible du bruit dans lequel les ME se disent être gênés. Il devait aussi être non reconnaissable afin d'éviter toute confusion avec le signal de parole. L'OVG est donc un mixage de quatre voix, un couple parlant anglais et l'autre parlant français. Ce bruit est donc discontinu. Après avoir été écrêté, dans le but d'éviter tout éclat de voix susceptible de fausser le test, on obtient un bruit stable et adapté. (Dodelé and Dodelé, 2007) (Gabet, 2011)

c. ICRA

Le bruit ICRA a été développé dans différentes versions : ICRA-1 ; ICRA 5-250 ; ICRA 7 par exemple.

L'ICRA 1 est un bruit continu se rapprochant du spectre masculin et international à long terme de la parole.

L'ICRA 5-250 a un spectre similaire au ICRA 1, toutefois, on y retrouvera des fluctuations temporelles ainsi que des pauses pouvant aller jusqu'à 250 ms : c'est donc un bruit fluctuant.

L'ICRA 7 est lui aussi fluctuant. Il représente 6 personnes conversant en même temps. Cela donne l'impression que plusieurs personnes parlent simultanément. (Trinquet, 2018)

Annexes II : Développement de divers tests principalement exploités AVB

a. Speech-In-Noise (SIN) et Quick Speech-In-Noise (QuickSIN)

Le Speech-In-Noise (SIN) est une AVB composée de listes de phrases issues de l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). On retrouve 40 phrases de 5 mots clés non prévisibles par le contexte, chacune prononcée par une femme.

Le bruit concurrent utilisé est un bruit multi-locuteur composé de trois voix de femme et une voix d'homme. Sont alors testés 4 RSB allant de +15 à 0 dB par pas de 5 dB.

Les phrases sont réparties en 9 blocs de 40 phrases, composés chacun de 2 sections. Chaque liste comporte 20 phrases à 70 dB HL (voix forte) fixe et les 20 autres phrases sont diffusées à 40 dB HL (voix chuchotée). On retrouve alors dans chaque section de 20 phrases, 5 phrases pour chaque RSB.

Chaque phrase contient 5 mots clés, permettant la notation des réponses et donc de trouver le RSB₅₀.

Le SIN dure plus de 10 minutes, par conséquent jugé comme étant un test trop long. De plus, des effets de plafonds et de planchers avaient été relevés. Le QuickSIN a alors été développé. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Killion *et al.*, 2004) (Decambon, 2018)

Issu du SIN, le QuickSIN est composé de seulement 12 listes de 6 phrases de difficultés équivalentes provenant de l'IEEE prononcées par une femme. Afin d'être le plus représentatif possible, le bruit concurrent utilisé ici est un bruit composé de 4 personnes en train de parler. 6 RSB compris entre +25 et 0 dB sont testés par pas de 5 dB. Le niveau de présentation du signal vocal est fixé à 70 dB. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Killion *et al.*, 2004) (Djakoure, 2017)

Le QuickSIN a pour but d'estimer le RSB en 1 ou 2 minutes, d'avoir une passation et une notation facile, et d'avoir des listes équilibrées. (Killion *et al.*, 2004)

b. Matrix et French Matrix (FrMatrix)

En 1982, Hagerman a créé une AVB adaptative de phrases en suédois. Les phrases se composent de 5 mots de catégories différentes : nom, verbe, numéro, couleur, objet. Ces mots sont entrés dans une matrice avec 10 mots par catégorie et choisis de manière aléatoire. Par conséquent, avec 10^5 combinaisons de mots plausibles, les phrases sont imprévisibles et la suppléance mentale est fortement limitée. (Jansen *et al.*, 2012) (Matrat, 2020) En effet, ce test est extrêmement fiable et reproductible. Plus de 100 phrases différentes ont été enregistrées par une locutrice française afin que pour chaque mot, 10 versions différentes soient disponibles.

Chaque phrase a ensuite été égalisée puis coupée par mots simples en conservant l'indice de coarticulation correspondant. (Del Rio, 2020)

Toutefois, la passation de ce test est longue et on retrouve un effet d'entraînement chez les personnes inexpérimentées, c'est pourquoi deux listes d'entraînement sont recommandées. (Jansen *et al.*, 2012) (Matrat, 2020)

Le bruit concurrent utilisé lors du test Matrix est le LTASS. Il est fixé à 65 dB SPL. (Jansen *et al.*, 2012)

Suite à l'élaboration du test Matrix par le laboratoire allemand Hörtech, le FrMatrix a alors été développé, en France, en 2010. (Jansen *et al.*, 2010) Afin de trouver le SRT, une passation de 20 phrases est nécessaire. Une norme de -6,0 dB au RSB₅₀ a été déterminée. (Jansen *et al.*, 2012)

Concernant la notation, le RSB de la phrase suivante sera changé de +2, +1, 0, -1, -2 ou -3 dB si respectivement on a 0, 1, 2, 3, 4 ou 5 bonnes réponses du sujet.

Par la suite, une version simplifiée a été adaptée pour les enfants ou les personnes facilement fatigables, appelée Frasimat. On y retrouve des phrases plus courtes avec seulement 3 mots (chiffre, nom, couleur). L'avantage de cette version est qu'elle donne une courbe de référence en fonction de l'âge. (Trinquet, 2018) (Del Rio, 2020)

c. French Intelligibility Sentence Test (FIST)

Le French Intelligibility Sentence Test (FIST) est un test de compréhension dans le bruit adaptatif créé en 2008, dans le but de palier aux divergences entre le canadien et le français lors de la passation du HINT.

Le FIST est composé de 14 listes de 10 phrases quotidiennes prononcées par un locuteur masculin français. Les phrases sont composées de mots de 10 syllabes en moyenne, pouvant aller de 6 à 15 syllabes.

Le bruit utilisé lors de la passation du test est le spectre à long terme de la parole (LTASS) fixé à 65 dB SPL. (Luts *et al.*, 2008)

Ici, la notation se fait par répétitions exactes de phrases et le RSB₅₀ moyen retrouvé lors de l'étude est de -3 dB-RSB. (Jansen *et al.*, 2012) (Decambon, 2018)

d. French Digit Triple Test (FrDigit3)

Le FrDigit3 est un test adaptatif de compréhension de la parole dans le bruit, en français, composé de 27 triplets de chiffres. Ce test se différencie de ceux présentés précédemment au

vu de son vocabulaire et de sa distribution phonémique limitée et non représentative. De plus, ce test a été créé dans l'objectif d'une utilisation sur téléphone ; de même, de par le caractère adaptatif de ce test, soit sa rapidité, il peut alors être considéré comme un test de dépistage. (Jansen *et al.*, 2012) (Jansen *et al.*, 2010)

Dans un premier temps, les stimuli présentés sont tous au-dessus du seuil. Étant donné que la personne a une liste de chiffres au sein de laquelle elle doit sélectionner ceux qu'elle a entendus alors, nous sommes dans le cadre d'une AVB à matériel vocal fermé. Par conséquent, le test peut facilement être mis en œuvre comme un test automatique. (Jansen *et al.*, 2010)

Concernant la notation, si un ou plusieurs chiffres du triplet sont faux, alors le triplet complet est compté comme faux. (Jansen *et al.*, 2012)

Consentement à l'étude

Étude comparative de tests d'Audiométrie Vocale dans le Bruit adaptatif et non adaptatif

Personne responsable de l'étude:

Mademoiselle GRANDVUILLEMIN Morgane, étudiante en troisième année d'audioprothèse à l'école d'audioprothèse de Cahors.

Sous l'encadrement de Monsieur MICHEYL Christophe et l'aide de Madame AVARGUES Maïté.

Mail : gdv.morgane@gmail.com

Présentation de l'étude et de ses objectifs :

Par la présente, il vous est proposé de participer à un travail de mémoire d'audioprothèse de Mademoiselle GRANDVUILLEMIN Morgane. L'objectif de cette étude est de montrer l'existence d'une corrélation entre des résultats aux tests VRB et HINT, chez le(a) malentendant(e) avec et sans appareils auditifs.

Pour cela, vous serez convié(e) à venir passer deux tests d'audiométrie vocale dans le bruit, le VRB et le HINT.

Votre participation à l'étude:

Si vous êtes normo-entendant(e) alors vous êtes convié(e) à vous présenter à une séance d'une heure pour la passation de divers tests : une otoscopie, un test cognitif, une audiométrie tonale, deux tests d'audiométrie vocale dans le bruit : le VRB et le test de HINT.

Si vous êtes malentendant(e) alors vous êtes convié(e) à vous présenter à une séance d'une heure et une seconde séance d'une demie heure pour la passation de divers tests : une otoscopie, un test cognitif, une audiométrie tonale, deux tests d'audiométrie vocale dans le bruit : le VRB et le test de HINT qui vous seront présentés avec et sans appareils.

Votre participation doit se faire sur la base du volontariat et sans aucune contrainte. Une fois votre accord donné, vous pourrez à tout moment vous retirer de l'étude en nous en informant dès que possible. Ceci sera sans impact sur le suivi fourni par votre audioprothésiste.

Les données recueillies lors de cette étude sont confidentielles et seront anonymisées avant d'être mises en annexe du mémoire.

Signature :

Je certifie avoir reçu tous les renseignements que je voulais sur l'objectif et le déroulement de l'étude.

J'accepte de faire partie de cette étude et je sais avoir la possibilité de retirer ma participation à tout moment.

Je certifie avoir reçu une lettre de consentement éclairé.

Je soussigné(e) M/Mme
déclare avoir été bien informé(e) sur le mémoire de fin d'étude intitulé " Étude comparative de tests d'Audiométrie Vocale dans le Bruit adaptatif et non adaptatif". J'ai compris que les informations qui m'ont été communiquées avant de donner mon consentement éclairé. Chacune de mes questions ont reçu une réponse claire.

Nom Prénom du / de la participant(e) :

Date : / / 2022

Signature :

Un exemplaire a été remis à l'intéressé(e)

Annexes IV : Le CODEX (Breton, 2018)

Le test CODEX permet de déterminer les capacités cognitives du sujet âgé. Il est basé sur deux tests cognitifs classiques : le Mini Mental Status Examination (MMSE) et un test d'horloge simplifié (THs). (Breton, 2018).

On demande dans un premier temps au patient de mémoriser 3 mots prononcés par l'examineur : « clé, ballon, citron » ou « cigare, fleur, porte » si le test doit être réitéré. On demande alors au sujet de répéter immédiatement les mots perçus afin de vérifier la compréhension de la consigne.

Dans un second temps, on fournit au sujet, un stylo et une feuille sur laquelle un cercle de 10 cm environ est imprimé. On demande au sujet de dessiner sans modèle, les nombres présents sur le cadran d'une horloge. Une fois les nombres placés, le sujet doit dessiner les aiguilles de l'horloge afin de représenter l'heure choisie par l'examineur. Pour finir, on demande au sujet de réciter les trois mots énoncés à la première étape.

Cotation :

1. Le test de l'horloge est évalué de manière binaire (oui/non) sur quatre différents critères :
 - a. Les nombres sont tous présents ? Oui-Non
 - b. Les nombres sont correctement placés ? Oui-Non
 - c. On peut différencier les deux aiguilles ? Oui-Non
 - d. L'heure indiquée est correcte ? Oui-Non

Quatre « Oui » indique que l'horloge est normale. Le cas échéant elle est considérée anormale.

2. Le test de mémorisation est considéré normal si les trois mots sont restitués peu importe leur ordre.

D'après l'arbre de décision, le test codex est considéré normal si les deux épreuves sont réussies et anormal si les deux sont ratées. Dans le cas où une épreuve est normale et l'autre anormale, on réalise une seconde étape.

La deuxième étape de ce test se base sur 5 questions de localisation spatiale :

- 1- Quel est le nom du cabinet où nous sommes ?
- 2- Quel est le nom de la ville où nous sommes ?
- 3- Quel est le nom du département où nous nous trouvons ?
- 4- Quel est le nom de la région où nous nous trouvons ?
- 5- À quel étage sommes-nous ?

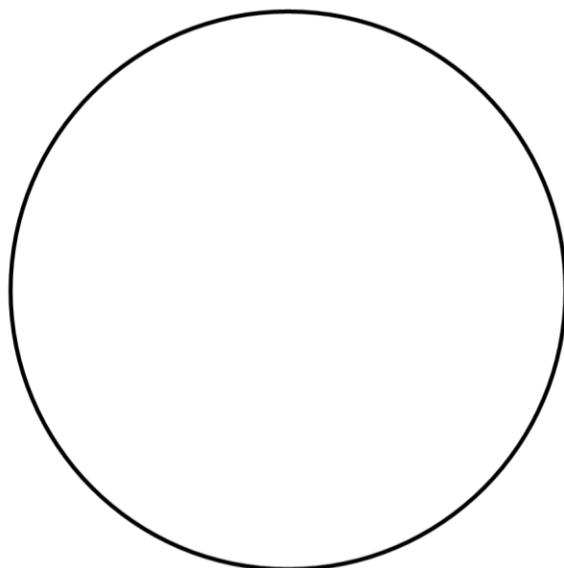
On comptera un point par bonne réponse, comme indiqué sur l'arbre ci-dessus. Un score de quatre ou cinq traduit un test normal. Tandis qu'un résultat inférieur à quatre indique un résultat anormal.

Interprétation des résultats :

Si le test est normal (A ou B), la probabilité d'une démence est faible ($\approx 0\%$ pour A et 22% pour B). On pourra alors intégrer le patient à notre étude. Néanmoins, si le test d'orientation spatiale a été nécessaire, il faut surveiller le patient et refaire un test dans les six mois à venir.

Dans le cas contraire, si le test anormal, (C ou D) la probabilité qu'il existe une démence est importante ($\approx 71\%$ pour C et 92% pour D). On conseille au patient un bilan plus approfondi auprès d'un professionnel spécialisé, idéalement dans le cadre d'une consultation mémoire.

Annexes V :Feuille parient test CODEX (Breton, 2018)



NOM :
 PRENOM :
 Heure demandée :

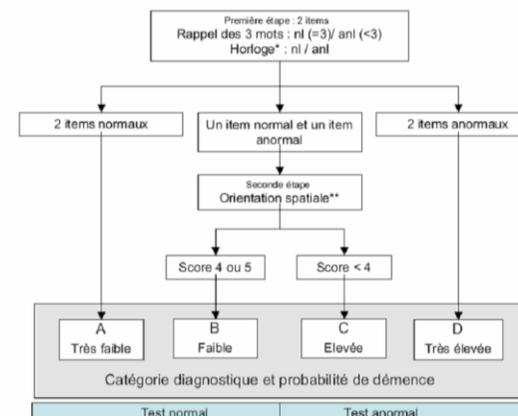
Date :
 Evalueur :

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

Annexe VI : Arbre décisionnel CODEX (Breton, 2018)

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

Nom : Date :
 Prénom : Evalueur :



Cotation du test CODEX

1. Cotation du test de l'horloge :

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

**4 OUI = horloge normale
 sinon anormale**

2. Cotation du rappel des 3 mots

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

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

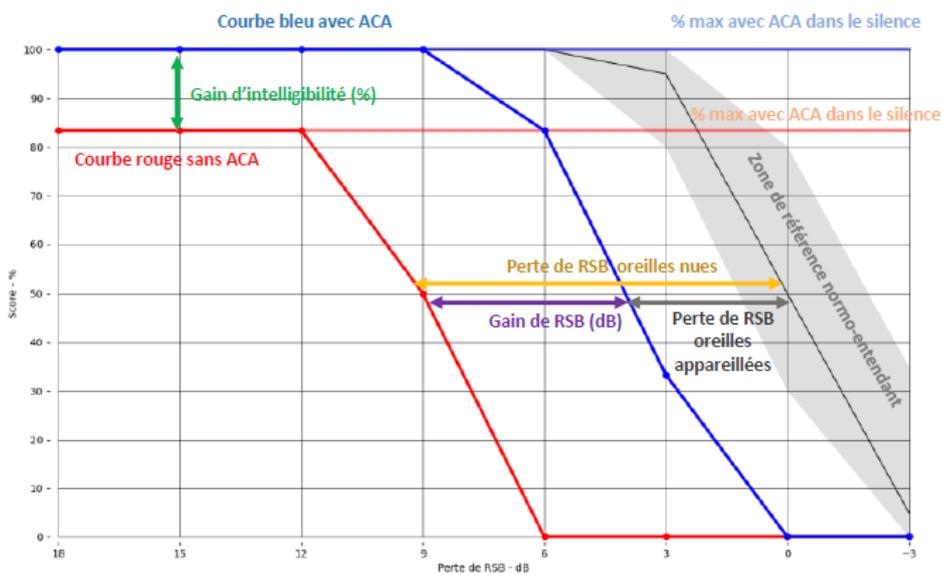
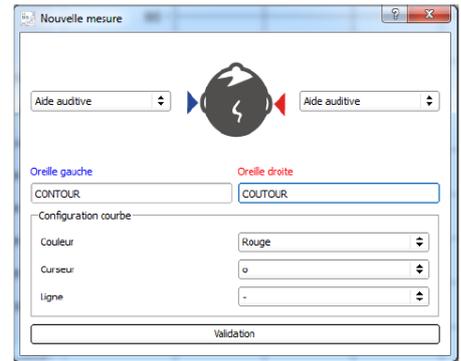
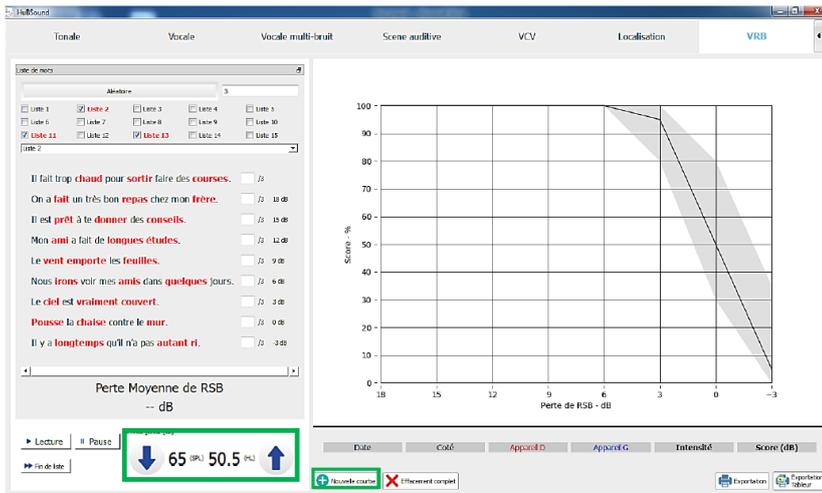
Horloge et 3 mots normaux = CODEX normal (Catégorie diagnostique A)
 Horloge et 3 mots anormaux = CODEX anormal (Catégorie diagnostique D)
 Autres cas = faire la seconde étape

4. Cotation de la seconde étape :

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

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

Annexe VII : Interface du logiciel HUBSOUND (Biotone, 2020a)



Annexe VIII : Listes de la Vocale Rapide dans le Bruit (fourni par Biotone)

N° Phrase	Liste 1 d'entrainement (Piste 1)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Il pleut depuis hier matin		
1	Il fera beau demain je crois	/3	18
2	Cet arbre va tomber un de ces jours	/3	15
3	Je n' aime pas beaucoup ce type	/3	12
4	Ce vent pourrait bien amener de la pluie	/3	9
5	Donnez-moi deux ou trois paquets de nouilles	/3	6
6	Nous avons demandé le dossier	/3	3
7	Cette soupe de poisson est fameuse	/3	0
8	Je dois passer voir mon banquier	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 2 (Piste 2)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Il fait trop chaud pour sortir faire des courses		
1	On a fait un très bon repas chez mon frère	/3	18
2	Il est prêt à te donner des conseils	/3	15
3	Mon ami a fait de longues études	/3	12
4	Le vent emporte les feuilles	/3	9
5	Nous irons voir mes amis dans quelques jours	/3	6
6	Le ciel est vraiment couvert	/3	3
7	Pousse la chaise contre le mur	/3	0
8	Il y a longtemps qu'il n'a pas autant	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 3 (Piste 3)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Ma fil le est malade depuis trois jours		
1	J'ai mis un poulet au four	/3	18
2	Regarde la robe que je veux acheter	/3	15
3	Je veux un steak et des frites	/3	12
4	Vous connaissez la plupart de mes amis	/3	9
5	N' oublie pas de faire la vaisselle	/3	6
6	Il va fall oir traverser toute la ville	/3	3
7	L' oiseau se cogne contre la vitre	/3	0
8	J' adore écouter ce chanteur	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 4 (Piste 4)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	J'ai beaucoup aimé ce film		18
1	Je crois que ton frère est fâché	/3	15
2	On devrait inviter nos amis plus souvent	/3	12
3	Viens voir le tableau qu'il a peint	/3	9
4	Les chevaux galopent dans le pré	/3	6
5	Ces paquets sont vraiment lourds	/3	3
6	La vieille ferme tombe en ruine	/3	0
7	Ils ont fait le ménage avant de partir	/3	-3
8	Cette maison est beaucoup trop chère	/3	
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 5 (Piste 5)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	La neige n'est pas encore tombée		
1	Toutes ces histoires ne nous concernent pas	/3	18
2	On m'a dit que c'était cher à la vente	/3	15
3	Toute cette histoire ne me plaît pas	/3	12
4	Nous voulons acheter une petite maison	/3	9
5	Mon bébé marche tout seul depuis trois jours	/3	6
6	Deux menus à dix-sept euros, s'il vous plaît	/3	3
7	Le chat a fait tomber le bol de lait	/3	0
8	J'ai peur de perdre mes affaires	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 6 (Piste 6)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Demain j'irai payer mes impôts		
1	J' espère que nous aurons du beau temps	/3	18
2	Pousse ta chaise , s'il te plaît	/3	15
3	Ma voiture est encore en panne	/3	12
4	je préfère les meubles anciens	/3	9
5	On va chez le médecin ce soir	/3	6
6	Le docteur va passer vous voir	/3	3
7	Je suis coincé dans les bouchons tous les soirs	/3	0
8	Les voisins font repeindre leur maison	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 7 (Piste 7)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	J'ai fait les courses ce matin		
1	Tous les bateaux sont en mer	/3	18
2	Le temps va peut-être changer	/3	15
3	Elle risque de partir trop tard	/3	12
4	Nous sommes allés au cinéma	/3	9
5	Je trouve ces enfants amusants	/3	6
6	La tempête a détruit les maisons	/3	3
7	Ils viennent réparer le toit	/3	0
8	Il a construit sa maison tout seul	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 8 (Piste 8)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Je dois passer voir mon banquier		
1	Ma femme a le sommeil léger	/3	18
2	Hier j'ai vu un bon film à la télé	/3	15
3	Je ne veux pas que tu sortes seul si tard	/3	12
4	Ils ont coupé le chauffage depuis trois jours	/3	9
5	il vaut mieux acheter des fruits de saison	/3	6
6	Vous allez devoir attendre	/3	3
7	Reprenez une part de gâteau	/3	0
8	Ça fait longtemps que j' attends ce moment	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 9 (Piste 9)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Il y a longtemps qu'il n'a pas autant		
1	Les radis sont trop piquants	/3	18
2	Ma femme va se faire coiffer	/3	15
3	Le chien va te mordre si tu l' embêtes	/3	12
4	Je dois emmener les enfants à l' école	/3	9
5	C'est le meilleur qui a gagné la course	/3	6
6	J'ai perdu les clés du garage	/3	3
7	Elle est sortie en même temps que moi	/3	0
8	Il pleut depuis hier matin	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 10 (Piste 10)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	J'adore écouter ce chanteur		
1	Pose cette affiche sur le bureau	/3	18
2	Tous les jours il déjeune au restaurant	/3	15
3	J'ai bien reçu votre courrier	/3	12
4	Je ne crois pas qu'il soit parti	/3	9
5	On va bientôt tailler cette haie	/3	6
6	L'avion a pris du retard	/3	3
7	Je cherche de nouveaux rideaux	/3	0
8	Il fait trop chaud pour sortir faire des courses	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 11 (Piste 11)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Cette maison est beaucoup trop chère		
1	Cette veste est trop légère pour la saison	/3	18
2	Nos enfants se disputent souvent	/3	15
3	Il va y avoir du verglas sur la route	/3	12
4	Elle va acheter une nouvelle voiture	/3	9
5	Ces parents sont des gens charmants	/3	6
6	Il faut que tu ailles chez le dentiste	/3	3
7	Il faut repartir au plus vite	/3	0
8	Ma filie est malade depuis trois jours	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 12 (Piste 12)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	La neige n'est pas encore tombée		
1	J'ai oublié d' acheter du pain	/3	18
2	J' aime bien aller au cinéma	/3	15
3	Je suis content de te voir	/3	12
4	Embrasse tes parents de ma part	/3	9
5	il y a souvent de la neige en février	/3	6
6	Je connais quelqu'un qui pourra nous aider	/3	3
7	Mon fil ne sait pas quel métier choisir	/3	0
8	J'ai beaucoup aimé ce film	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 13 (Piste 13)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Les voisins font repeindre leur maison		
1	Mon canari chante toute la journée	/3	18
2	Nous lui avons fait un cadeau	/3	15
3	La banque ouvre à deux heures	/3	12
4	Tous les dimanches ils vont voir leurs amis	/3	9
5	Mon voisin va se marier bientôt	/3	6
6	J'ai perdu mon petit chat	/3	3
7	Je vais revoir le médecin bientôt	/3	0
8	La neige n'est pas encore tombée	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 14 (Piste 14)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Il a construit sa maison tout seul		
1	Je ne crois pas qu'il fasse beau demain	/3	18
2	Tu devrais réparer la clôture	/3	15
3	Les nouilles sont trop cuites	/3	12
4	Ce gamin est trop sérieux	/3	9
5	On part en vacances à la mer	/3	6
6	Il joue au tennis depuis six mois	/3	3
7	La petite fille a fini ses devoirs	/3	0
8	Demain , j'irai payer mes impôts	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

N° Phrase	Liste 15 (Piste 15)	Nombre de mots-clés corrects	Perte de RSB testés
	Il pleut depuis hier matin		
1	Je pense que ton frère fume en cachette	/3	18
2	Mon fil ne fait rien dans cette école	/3	15
3	Il y a souvent des orages par ici	/3	12
4	Elle a changé tous les meubles de place	/3	9
5	Une fois de plus le soleil se cache	/3	6
6	Les étudiants sont encore en vacances	/3	3
7	Je vais partir dans cinq minutes	/3	0
8	J'ai fait les courses ce matin	/3	-3
Total pour la liste		/24	
Perte RSB = 18,5 -nb de mots-clés corrects			

Annexe IX : Listes de phrases pour le HINT

AUDIOMETRIE VOCALE

Listes de phrases

HINT : hearing in noise test

Patient			
Date	Audiomètre	Opérateur	Observations
CD 3 piste 1 43		2 44	
Le clown est vraiment drôle.	Elle a compté jusqu'à dix.	L'écureuil grimpe dans l'arbre.	
Le coq réveille le village.	Il loue un film d'horreur.	Ce musicien joue du piano.	
Le marchand vend des bonbons.	La fenêtre est ouverte.	La marmotte creuse un trou.	
Le chien dormait dehors.	Tout le monde est en classe.	Elle achète des légumes frais.	
Son veston est troué.	L'éléphant a une longue trompe.	L'homme est très poli.	
Les grenouilles sont vertes.	Le serveur apporte la crème.	Cette femme joue du piano.	
Il vit dans la jungle.	La soupe était délicieuse.	Ses cheveux sont blonds.	
Il doit prendre ses vitamines.	Mes frères jouent au base-ball.	Son cerf-volant est jaune.	
Les enfants courent dehors.	Ils vont à la plage.	Le mulot vit dans les champs.	
Le camion est rouge.	Il nage dans la rivière.	Ils étaient très malades.	
La fille lave ses mains.	J'aime les couchers de soleil.	Le chien ramène le jouet.	
Les grenouilles plongent dans l'eau.	Maman épluche une orange.	La souris mange du fromage.	
La salle était vide.	Papa tirait le chariot.	Elle boit du jus d'orange.	
Ce garçon pédale très vite.	Les enfants jouent dans le sable.	Le petit garçon chante bien.	
L'arbre est bien décoré.	Ce casse-tête est difficile.	Les batteries ne fonctionnent plus.	
Il mange avec une fourchette.	Il s'est perdu dans la ville.	Il mange de la crème glacée.	
L'oiseau est sur une branche.	Elle écoute la radio.	Il a caché la plume.	
Tous les chats sont gris.	Elle était très patiente.	Elle lui tire les cheveux.	
Elle va perdre son temps.	Son sac était très lourd.	Tu as caché mon jouet.	
Le sac est plein de billes.	Il m'a lancé la balle.	La mère berce son enfant.	

CD 3 piste 4 46		5 47	
Elle prend un bain chaud.	Il n'aime pas le brocoli.		
Cette église est très vieille.	Ils regardent le spectacle.		
Les dragons crachent du feu.	Les roses blanches sont belles.		
Ton jus est sur la table.	La souris est un rongeur.		
Ils prennent une marche.	Les vacances sont finies.		
Elle prend soin de sa mère.	Maman achète du pain.		
Ils ont marché sur le pont.	Le veau grossit vite.		
Il mange sa soupe.	L'ours trouve du miel.		
La jeune fille se brosse les dents.	Le souper était chaud.		
Ils ont cassé tous les œufs.	J'ai peur des crocodiles.		
Le vent fait bouger les feuilles.	Notre fille se marie demain.		
Elle saute sur le trampoline.	Le chat regarde l'oiseau.		
Ce bonbon est très sucré.	Les flocons de neige sont blancs.		
Elle joue avec ma poupée.	Elle a perdu sa valise.		
Ils vont jouer au parc.	Elle a fait son lit.		
L'oiseau s'envole du nid.	Il ne faut pas manger vite.		
Il joue aux billes avec moi.	Elle porte des boucles d'oreille.		
Cette histoire est triste.	Le groupe marchait vers le parc.		
Elle a fait fondre de la glace.	J'ai sali ma blouse.		
J'ai un livre à colorier.	Ma tante fait de la couture.		

Seules 5 listes des phrases de HINT sont disponibles sur le CD du CNA.

Annexe X : Feuille Excel de relevé des données

Coordonnées					Audiométrie tonale oreille droite								Audiométrie tonale oreille gauche								Rinne OD	OG
N°	Initiale	Sexe	Age	CODEX	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	Perte moyenne (dB HL)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	Perte moyenne (dB HL)		
1	AvaM	F	42	A	10	10	20	20	20	25	15	18,75	10	15	15	25	15	15	15	17,5	17,5	1,25
2	BosC	F	24	A	5	10	10	15	20	5	0	11,25	15	15	15	10	20	10	10	13,75	2,5	
3	GraCl	M	21	A	15	15	10	15	10	0	5	10	10	5	10	15	10	0	5	10	0	
4	GraD	M	47	A	15	5	15	20	20	5	5	15	10	15	10	15	15	5	10	12,5	2,5	
5	GraCo	F	19	A	10	15	15	20	15	10	5	13,75	10	10	15	20	20	5	15	17,5	3,75	
6	GraS	F	47	A	30	15	15	15	20	20	15	16,25	15	20	20	25	5	0	20	17,5	1,25	
7	JanL	F	18	A	10	15	10	10	15	10	10	11,25	15	25	20	10	10	15	25	16,25	5	
8	PoiL	F	42	A	25	20	15	20	15	10	20	17,5	15	15	20	15	15	15	20	17,5	0	
9	BauA	M	27	A	0	10	15	0	5	0	-5	3,75	5	10	15	5	5	5	0	6,25	2,5	
10	GraN	M	20	A	15	10	10	15	20	5	5	12,5	10	10	15	15	20	5	5	13,75	1,25	
11	GraV	F	46	A	10	15	5	25	25	10	20	18,75	20	10	10	20	15	20	15	15	3,75	
12	GraE	M	18	A	10	15	15	25	10	5	5	13,75	10	15	10	15	10	15	10	11,25	2,5	
13	GraH	M	49	A	15	15	15	20	20	20	25	20	15	15	20	15	15	25	10	15	5	
14	LagL	F	50	A	5	10	10	20	25	25	20	18,75	5	10	15	20	20	30	25	20	1,25	

Coordonnées				VRB		HINT	
N°	Initiales	Sexe	Age	Liste N°	Moyenne RSB 50	Liste N°	Moyenne RSB 50
1	AvaM	F	42	1/2/5/13	-2	2/3/1/	-6,67
2	BosC	F	25	6/10/12/13/	-1	1/2/3/	-9,21
3	GraCl	M	21	2/5/9/14	-3,2	2/3/4/	-9,17
4	GraD	M	47	3/6/7/11	-0,7	1/2/3/	-8,5
5	GraCo	F	18	1/4/7/9/14	-1,8	4/5/1/	-1,8
6	GraS	F	47	3/6/10/11	-0,5	3/4/5/	-8,42
7	JanL	F	18	3/12/13/15	-1,2	5/2/1/	-8,88
8	PoiL	F	42	5/7/10/14	-2,2	2/3/1/	-7
9	BauA	M	27	1/4/5/8	-2,5	4/5/1/	-12,83
10	GraN	M	19	5/6/11/14	-1,5	1/2/3/	-8,29
11	GraV	F	46	5/8/12/14	-1	4/5/2/	-7,58
12	GraE	M	18	4/5/6/7	-2,8	2/3/4/	-11,6
13	GraH	M	49	2/3/5/11	-1,1	1/2/3/	-9,5
14	LagL	F	50	5/7/11/14	-2,5	1/2/4/	-7,63

écart VRB-HINT avec ACA
4,67
8,21
5,97
7,8
0
7,92
7,68
4,8
10,33
6,79
6,58
8,8
8,4
5,13

	Séance de test
Groupe 1	VRB puis HINT
Groupe 2	HINT puis VRB

Norme VRB	Norme HINT
-1,71428571	-8,36285714

Coordonnées					Audiométrie tonale oreille droite								Audiométrie tonale oreille gauche								Rinne OD OG
N°	Initiale	Sexe	Age	CODEX	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	Perte moyenne (dB HL)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	Perte moyenne (dB HL)	
1	CheN	F	66	C	45	50	60	60	50	45	55	56,25	50	60	70	65	50	55	75	65	8,75
2	RanJ	F	82	B	30	35	45	55	85	80	80	66,25	25	30	40	55	60	60	70	56,25	10
3	PasB	M	76	A	15	10	20	45	45	60	80	47,5	10	10	20	35	40	60	80	43,75	3,75
4	AirM	F	86	A	15	20	20	30	45	50	55	37,5	25	20	20	25	55	65	80	45	7,5
5	FranJP	M	82	A	60	55	50	40	45		60	48,75	50	50	55	55	60	65	80	58,75	10
6	GonzG	M	83	A	25	25	25	40	60	65	70	48,75	20	20	25	40	55	60	65	46,25	2,5
7	MadT	F	82	C	30	50	60	50	55	50	60	56,25	30	50	60	50	35	45	45	47,5	8,75
8	BouP	M	73	A	25	25	25	30	40	50	75	42,5	30	25	25	35	35	40	50	36,25	6,25
9	OrcD	F	85	A	20	25	20	40	35	70	65	40	25	40	45	50	60	50	60	53,75	13,75
10	SauG	M	69	A	20	25	20	40	30	70	65	38,75	25	40	55	55	40	55	60	52,5	13,75
11	PedH	M	81	B	25	30	25	25	45	55	65	40	25	35	40	40	65	70	70	53,75	13,75
12	CherH	F	74	B	20	30	35	30	45	60	70	45	20	25	35	40	40	60	65	45	0
13	FranJ	F	80	A	35	40	40	60	65	75	75	60	25	30	35	55	65	70	70	56,25	3,75
14	LauP	M	80	B	30	30	40	60	70	90	90	65	25	25	35	45	65	80	80	56,25	8,75
15	ManKT	F	81	A	20	20	30	30	40	30	50	37,5	15	15	20	20	30	40	55	31,25	6,25
16	FraJ	F	71	A	35	35	30	35	45	55	60	42,5	35	40	35	45	50	70	75	51,25	8,75
17	CasA	M	70	A	25	30	40	35	65	75	80	55	30	25	30	30	40	55	70	42,5	12,5
18	MalJ	M	68	A	5	5	15	25	35	50	65	35	20	10	25	40	35	40	55	38,75	3,75
19	DumM	F	66	A	20	20	30	45	60	45	60	48,75	20	25	30	45	55	45	60	47,5	1,25
20	MeyC	M	68	A	20	35	40	45	40	60	70	48,75	40	55	60	60	45	80	85	62,5	13,75
21	TizM	F	83	B	35	40	40	40	45	70	80	51,25	35	40	40	45	45	70	80	52,5	1,25
22	MagG	F	77	A	35	35	40	50	55	70	70	53,75	30	35	40	50	60	65	70	55	1,25
23	GueR	F	81	A	20	30	45	55	55	60	55	52,5	20	30	45	50	55	60	65	53,75	1,25
24	CauP	M	78	B	15	20	20	35	55	65	65	43,75	15	20	15	35	45	65	65	40	3,75
25	DesM	F	66	A	35	20	25	40	45	40	55	41,25	15	15	20	35	35	45	45	33,75	7,5
26	LanJ	F	76	B	30	35	40	40	60	60	65	51,25	25	20	40	50	60	65	70	55	3,75
27	GatC	F	78	B	35	25	40	60	65	65	65	57,5	35	15	30	50	60	65	65	51,25	6,25
28	CoqJ	F	74	A	30	30	30	35	70	60	65	50	25	25	25	25	40	60	65	37,5	12,5
29	CanB	M	72	A	30	30	30	35	40	75	95	50	35	35	35	40	45	75	95	53,75	3,75
30	SirJ	F	76	A	15	30	40	40	55	55	60	48,75	15	25	35	50	50	60	65	50	1,25
31	CohB	F	78	A	20	25	35	45	45	45	60	46,25	20	25	55	45	40	55	55	48,75	2,5
32	ChuG	M	79	A	40	40	40	50	70	75	75	58,75	40	40	40	50	60	70	75	56,25	2,5
33	TasJ	F	91	A	30	40	45	55	65	75	85	62,5	30	30	45	50	65	75	80	60	2,5
34	CleGM	M	51	A	15	25	40	45	40	45	60	46,25	20	25	40	45	55	60	60	50	3,75
35	NarA	F	77	A	25	35	45	70	65	70	75	63,75	35	35	45	65	65	75	65	60	3,75
36	LegM	F	70	A	10	25	30	35	45	40	35	36,25	10	25	25	30	40	40	55	37,5	1,25
37	LucJ	F	76	A	30	35	60	55	55	55	70	60	30	30	35	40	45	50	70	47,5	12,5
38	MidT	F	82	B	25	50	60	55	50	50	60	56,25	35	50	55	40	40	50	45	47,5	8,75

		Séance 1	Séance 2
Groupe 1	Groupe 1A	VRB sans ACA HINT sans ACA	VRB avec ACA HINT avec ACA
	Groupe 1B	VRB avec ACA HINT avec ACA	VRB sans ACA HINT sans ACA
Groupe 2	Groupe 2A	HINT sans ACA VRB sans ACA	HINT avec ACA VRB avec ACA
	Groupe 2B	HINT avec ACA VRB avec ACA	HINT sans ACA VRB sans ACA

EXCLUE	Abandon
--------	---------

Coordonnées				VRB avec ACA		VRB sans ACA		HINT avec ACA		HINT sans ACA	
N°	Initiales	Sexe	Age	Liste N°	Moyenne RSB 50	Liste N°	Moyenne RSB 50	Liste N°	Moyenne RSB 50	Liste N°	Moyenne RSB 50
1	CheN	F	66	2-5-13-14	7	2-6-8-13	1				
2	RanJ	F	82	2/3/7/8	3,25	4/8/12/15	8,9	1/4/2/	-0,71	1/4/2/	-2,16
3	PasB	M	76	4/7/9/15	1,1	2/6/8/12	3,75	2/4/1/	-5,08	1/3/5/	0
4	AirM	F	86	1/4/6/12	1,75	3/8/9/15	3,5	1/2/3/	-7,5	4/5/1/	0,45
5	FranJP	M	82								
6	GonzG	M	83	5/10/13/15	1,25	4/7/9/14	4,25	1/3/2/	-3,92	2/4/5/	-1,83
7	MadT	F	82								
8	BouP	M	73	2/7/10/12	2	4/5/9/13	3,25	3/4/2/	-3,67	2/5/1/	-2,17
9	OrcD	F	85								
10	SauG	M	69	5/8/13/15	4,5	1/4/7/10	6	5/4/3/	-6,38	2/1/4/	-4,58
11	PedH	M	81	2/9/14/15	1,75	3/6/7/8	1,5	1/2/3/	-6,75	4/5/1/	-3,54
12	CherH	F	74	8/11/12/15	0	2/3/4/12	1,25	1/5/4/	-5,75	1/3/2/	-4,75
13	FranJ	F	80								
14	LauP	M	80	4/8/11/15	1,75	3/7/8/13	4,25	1/3/4/	-2,75	2/4/5/	0,17
15	MankT	F	81	4/5/10/14	-1,7	1/7/13/15	-0,5	1/5/3/	-2,42	2/4/1/	-5,33
16	FraJ	F	71								
17	CasA	M	70	5/8/9/13	0,75	1/4/11/15	2,25	2/4/1/	-3,67	1/3/5/	-1
18	MaiJ	M	68	6/7/11/13	-1	4/5/8/14	0	4/5/1/	-9,92	1/2/3/	-6,42
19	DumM	F	66	6/8/11/13	-0,2	1/4/12/14	1,5	4/5/1/	-6,25	1/2/3/	-5,13
20	MeyC	M	68	2/6/7/13	3,75	4/9/10/14	6,25	4/5/1/	-3	1/2/3/	1,96
21	TizM	F	83	3/8/9/13	-1,5	2/5/10/12	1,75	2/4/1/	-9,42	1/3/5/	-4,92
22	MagG	F	77	1/4/6/11	0,5	5/7/10/14	0,25	2/3/5/	-8,42	1/5/4/	-3,08
23	GueR	F	81	1/4/10/14	3,5	2/3/6/10	4,5	2/3/1/	-2,25	1/4/5/	1,71
24	CauJP	M	78	6/10/12/13	3,5	2/3/7/11	6,5	2/3/4/	-4,67	4/5/1/	3,04
25	DesM	F	66	3/5/10/11	-0,7	1/4/12/14	0	1/2/3/	-5,58	4/5/1/	-6,46
26	LanJ	F	76	1/5/7/9	1	4/6/7/14	5,25	1/2/3/	-5,67	4/5/1/	-2,71
27	GatC	F	78	1/4/10/11	1,5	2/6/7/13	5,5	5/4/3/	-2	2/1/5/	-3,38
28	CoqJ	F	74	5/6/10/11	-2	1/12/14/15	0,5	1/2/3/	-8,17	4/5/1/	-3,08
29	CanB	M	72	2/5/9/14	5,75	1/4/8/13	4,25	1/3/5/	-3,42	2/4/1/	-1,69
30	SirJ	F	76	1/2/5/9	-1,7	3/4/11/15	1,25	1/2/5/	-7,33	3/4/1/	-5,5
31	CohB	F	78	5/10/11/13	1	2/4/5/11	2,75	3/4/1/	-1,8	1/2/5/	-0,1
32	ChuG	M	79	3/8/10/14	5	2/4/5/14	10	1/4/5/	0,5	2/3/1/	5,58
33	TasJ	F	91	3/4/6/14	9,83	2/7/12/13	9,5	1/2/3/	-0,06	5/4/1/	4
34	CleGM	M	51	4/5/7/9	1,25	2/3/6/8	3,25	4/5/1/	-1,54	3/2/1/	-0,08
35	NarA	F	77	1/9/12/15	0	7/9/11/13	2,75	1/2/3/	-3,25	5/4/2/	3,08
36	LegM	F	70	1/4/6/12	-3,5	5/7/11/14	-2,5	1/2/4/	-7,63	4/5/3/	-3,5
37	LucJ	F	76	3/4/5/13	0,25	1/9/13/14	1,75	5/3/1/	-4,33	2/4/5/	-2,67
38	MidT	F	82	3/4/11/15	4	2/5/7/10	7,25	1/3/5/	-4	2/4/1/	1,08

VIII. Résumé et mots clés

L'une des premières plaintes des personnes ayant une perte auditive est la difficulté de compréhension de la parole dans le bruit. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) Par ailleurs, cette gêne peut parfois être persistante après appareillage et ce malgré la technologie présente dans les ACA. (Leliépault, 2016) (Killion *et al.*, 2004) Par conséquent, il a été recommandé par différents chercheurs de compléter l'examen clinique par une AVB. En effet, deux sujets avec la même PTA ne seront pas gênés de la même manière dans le bruit. L'AVB permettrait alors de pouvoir évaluer la compréhension de la parole et de trouver les réglages adéquats de manière plus écologique. (Leclercq, Renard and Vincent, 2018) (Killion *et al.*, 2004) (De Cecco, 2011) Il existe un grand nombre d'AVB aujourd'hui en audioprothèse. Elles peuvent être normées ou non, avec des matériels vocaux divers et des bruits perturbants variés. Or, chaque test a ses propres caractéristiques et son propre coût. Il est impératif d'avoir un test d'AVB. Cependant, selon les priorités financières de l'audioprothésiste, il pourrait alors s'orienter vers un test plutôt qu'un autre pour son aspect financier et non pour sa qualité. C'est pourquoi nous avons cherché à montrer une corrélation entre les résultats de deux tests d'AVB. Le choix du test ne sera alors plus contraint qu'à son coût et non à son coût et la qualité des résultats puisque cette dernière sera identique entre les matériels vocaux. Cette réflexion nous pousse donc à nous poser la problématique suivante : Existe-t-il une corrélation entre les résultats de la Vocale Rapide dans le Bruit et ceux du Hearing In Noise Test ? Si corrélation il y a, est-elle présente chez le malentendant appareillé comme non appareillé ?

Pour y répondre, une fois la PTA de chaque sujet ainsi que son aptitude cognitive répertoriées, afin d'établir une norme des tests VRB et HINT dans la cabine utilisée, une cohorte de NE a été testée. Nous avons fait de même chez le ME, sujet nous intéressant plus particulièrement, ils ont passé les tests de la VRB et du HINT sans et avec ACAs.

Nous avons mis en évidence la présence d'une différence significative entre les RSB₅₀ moyens de la VRB et du HINT au sein de notre cohorte de NE et de ME (avec et sans appareils). Nous avons retrouvé chez le ME une corrélation positive, significative, entre le RSB₅₀ moyens de la VRB et du HINT. Cette corrélation est de 0,603 chez le ME avec ACA et de 0,688 chez le ME sans ACA. Nous pouvons donc dire que si l'on connaît le RSB₅₀ de l'un des deux tests, grâce au coefficient de corrélation, on pourrait déduire le RSB₅₀ du second dans les mêmes conditions de passation.

Mots clés : Audiométrie vocale dans le bruit _ Vocale Rapide dans le Bruit _ test de HINT