



Étude des performances au test de la VRB chez des sujets normoentendants âgés de 10 à 20 ans

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

Soutenue et présentée par Jeanne Desreumaux

Année universitaire 2020-2023

Supervisions : Docteur Lionel Fontan et Madame Marjorie Le Roux

Remerciements

Je prends le temps de ces quelques lignes pour remercier toutes les personnes qui m'ont entourée, encouragée et soutenue pendant ce projet de mémoire de fin d'étude.

Dans un premier temps, je souhaite remercier mes maîtres de mémoire madame Marjorie Le Roux (audioprothésiste DE), mais aussi le docteur Lionel Fontan pour leur aide et leur disponibilité tout au long de ce mémoire.

Je souhaite également remercier madame Servane Blanchet et madame Marjorie Le Roux pour m'avoir accueillie pendant mon stage de dernière année et d'avoir œuvré pour le bon déroulement de mon mémoire. Je tiens aussi à remercier tout particulièrement madame Anne Marie Cojocarou pour la transmission de son savoir et pour m'avoir donné l'impulsion d'une étude dans le domaine de la pédiatrie.

Je remercie l'ensemble du corps enseignant de l'école d'audioprothèse de Cahors pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont proposé au cours de ces trois années, malgré parfois les plusieurs centaines de kilomètres parcourus par certains.

J'adresse mes plus sincères remerciements au responsable pédagogique monsieur Frédéric Rembaud, et au directeur de l'école le professeur ORL Mathieu Marx. Une attention particulière lui est dédiée, merci de m'avoir fait confiance et d'avoir fait en sorte que ce beau projet se concrétise.

Je tiens également à remercier l'institution Saint Grégoire pour m'avoir soutenue dans ce projet de mémoire, ainsi que tous les enfants et parents pour leur participation.

Je souhaite remercier mes amis de l'école de Cahors, je suis arrivée en pensant rencontrer des collègues et je repars pleins de souvenirs en tête et entourée de vrais amis et pour tous ces moments partagés à vos côtés, un grand merci !

Enfin, je souhaite témoigner ma reconnaissance à mes proches, mes parents, ma famille pour leur soutien sans faille et leur précieuse présence dans les moments de doute. Merci pour votre optimisme et vos encouragements tout au long de ce projet.

Engagement sur l'honneur de non-plagiat

Je soussignée **Jeanne Desreumaux, N° 22007749** inscrite à l'examen conduisant à la délivrance du diplôme d'Etat 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 du Code de la propriété intellectuelle).

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 Fondettes, le 27/07/2023

Jeanne Desreumaux

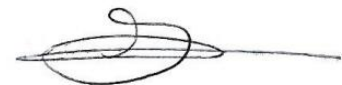


Table des illustrations

Liste des figures

Figure 1 : distribution de l'âge d'acquisition moyen des mots du test VRB analysés par la base de données lexicales contenant 1 493 mots.....	9
Figure 2 : déroulé du rendez-vous pour chaque participant	12
Figure 3 : comparaison de la disposition des HPs entre les recommandations de la SFA SFORL (à droite) et celle utilisée dans les centres Audilab (à gauche)	15
Figure 4 : distribution de l'effectif en fonction de l'âge (en années).....	19
Figure 5 : distribution des RSB50 pour chaque passation (entraînement, T1, T2, T3 et T4) ...	22
Figure 6 : la moyenne des résultats de la VRB (RSB50) en fonction de l'âge (en mois et en années).....	25
Figure 7 : distribution des RSB50 en fonction des groupes d'âge et différences significatives entre le groupe d'adultes et les groupes 10-11ans et 12-13ans	26

Liste des tableaux

Tableau 1 : âge d'acquisition moyen de l'ensemble des mots du test de la VRB avec la base de données lexicales contenant 1 493 mots.....	9
Tableau 2 : sexe.....	18
Tableau 3 : âge	18
Tableau 4 : niveau d'étude (nombre d'années validées depuis le CP : cours préparatoire) ...	19
Tableau 5 : perte tonale moyenne des deux oreilles.....	20
Tableau 6 : RSB50 obtenus lors des différentes passations.....	21
Tableau 7 : résultats du test Shapiro-Wilk pour la normalité de la distribution des 4 tests ...	23
Tableau 8 : scores de référence pour le test de la VRB en fonction de l'âge	31

Index des abréviations

CER : Comité d'Ethique et de Recherche

CL : Champ libre

dB : Décibels

HL : Hearing Loss

HP : Haut Parleur

MBAA : Marginal Benefit from Acoustic Amplification

NE : Normoentendant

OVG : Onde Vocale Globale

RSB : Rapport Signal sur Bruit

SPL : Sound Pressure Level

SRT : Speech Reception Threshold

VRB : Vocale Rapide dans le Bruit

Table des matières

Sommaire

Remerciements	i
Engagement sur l'honneur de non-plagiat.....	ii
Table des illustrations.....	i
Index des abréviations	i
I. Introduction.....	1
A. Contexte général	1
B. Problématique.....	5
C. Objectifs de l'étude	6
D. Hypothèses.....	7
II. Matériels et Méthode	8
A. Analyse du matériel linguistique	8
B. Recrutement des participants	10
C. Procédure générale	11
D. Procédure détaillée	12
E. Analyses statistiques	16
III. Résultats	17
A. Participants inclus.....	17
B. Etude des effets de familiarisation.....	20
C. Analyse globale avec régression linéaire.....	23
D. Relation entre âge et performances au test de la VRB	24
IV. Discussion	28
A. Relation entre seuils auditifs et les performances au test.....	28
B. Relation entre le niveau d'étude et les performances au test.....	28
C. Relation entre l'âge et les performances au test	29
D. Relation entre l'âge et l'effet de familiarisation avec le test	33
E. Perspectives.....	34
V. Conclusion	35
VI. Bibliographie.....	36
VII. Annexes	41

I. Introduction

A. Contexte général

L'une des plus grandes gênes des malentendants est la difficulté de compréhension de la parole dans des environnements bruyants (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988). Les tests audiométriques conventionnels sont indispensables pour quantifier la perte auditive et communiquent des informations cruciales pour le bon choix de la réhabilitation prothétique. Cependant, ils ne permettent pas d'évaluer la gêne du quotidien des malentendants (Carhart & Tillman, 1970) (Moore, B. C., 2007).

Plusieurs tests dans le bruit ont été développés pour répondre à cette problématique. Parmi les plus couramment utilisés, il existe : le Hearing In Noise Test (HINT) développé en 1994 par Nilsson pour la version anglophone (Nilsson et al., 1994) et en 2005 par Vaillancourt pour la version francophone canadienne (Vaillancourt et al., 2005), le Frenchmatrix test (FRAMATRIX) qui est une adaptation française (Jansen et al., 2012) du test développé en 1982 par Hagerman et son équipe (Hagerman, 1982), ou encore le Quick speech in noise test (QuickSIN) développé en 2004 par Killion et son équipe (Killion et al., 2004).

Plus récemment, la Vocale Rapide dans le Bruit (VRB) a également vu le jour en 2018 par une équipe lilloise comprenant le professeur ORL Christophe Vincent et deux audioprothésistes : Christian Renard et François Leclercq (Leclercq et al., 2018). Il s'agit donc d'un test français qui a trouvé son inspiration auprès du test américain : le Quick speech in noise test (Killion et al., 2004).

La VRB est reconnue pour être simple, rapide d'utilisation et a également l'avantage d'être relativement fiable. De ce fait, son utilisation est multiple : elle peut être utilisée pour du dépistage, du diagnostic, ou encore pour la mesure des gains prothétiques (Joly et al., 2022). Ce test d'une durée d'environ 5 minutes se compose d'un ensemble de 15 listes comprenant chacune 9 phrases, toutes issues du corpus Marginal Benefit from Acoustic Amplification (MBAA). Le MBAA est constitué d'un total de 540 phrases utilisées au quotidien et de longueurs variables allant de 3 à 15 mots (Leclercq et al., 2018).

Pour créer le matériel de la VRB, 120 phrases du MBAA ont été sélectionnées selon les trois critères suivants : les phrases devaient être courtes (de 11 syllabes au maximum) afin d'être facilement restituées, les phrases ne devaient pas être de type exclamatif ou interrogatif pour ne pas créer de confusion chez le sujet testé, elles ne devaient pas être prévisibles pour limiter les effets de la suppléance mentale (Leclercq et al., 2018).

Dans le test de la vocale rapide dans le bruit, une liste comprend 9 phrases contenant chacune 3 mots-clés équilibrés phonétiquement. Ces différents mots ne peuvent pas être des noms propres, des articles, des prépositions et des pronoms. La première phrase de chaque liste est émise dans le silence et les suivantes sont émises en présence d'un bruit : l'onde vocale globale (OVG) créée par Léon Dodelé (Dodelé, L & Dodelé, D, 2000). Exemple de phrase issue de la VRB : « Il fera **beau demain**, je **crois** ».

Le rapport signal sur bruit (RSB) est varié progressivement par pas de 3dB à chaque phrase de façon descendante. Ainsi, pour chaque liste, 8 RSBs sont utilisés, allant de + 18 dB à -3dB (Joly et al., 2022; Leclercq et al., 2018).

A partir des mots clés correctement restitués et grâce à l'équation de Spearman Karber, ce test estime le RSB50. C'est-à-dire, le RSB pour lequel le participant restitue 50% de bonnes réponses. L'équation est reproduite ci-dessous :

$$RSB(50) = i + \frac{d}{2} - \frac{d \times r}{n}$$

Avec i = le niveau initial de présentation (en dB), d = le pas (en dB), r = le nombre de mots clés correctement répétés sur l'ensemble de la liste, et n = le nombre d'items testés pour chacun des RSB (Leclercq et al., 2018).

Récemment, en 2021, Decambron et al. ont réalisé des normes adultes auprès de 6 groupes d'âge différents : 20-30ans, 30-40ans, 40-50ans, 50-60ans, 60-70ans et 70ans et plus. La population des 20-30 ans avait en moyenne un RSB50 de -0,37 dB, tandis que le groupe de 70ans et plus avait un RSB50 moyen de 6,84 dB (Decambron et al., 2022).

En plus des scores de référence, cette étude a mis en évidence une baisse des performances au test de la VRB avec l'augmentation de l'âge qui peut s'expliquer par une baisse de l'audition liée à l'âge : la presbycusie et/ou des atteintes supraliminaires et de cognition (Lee, 2015).

Il n'existe aucune étude à ce jour, menée auprès de personnes de moins de 20 ans. Ainsi nous pouvons imaginer, d'après l'étude de Decambron, que chez des sujets plus jeunes avec une meilleure audition, les performances au test seront vraisemblablement meilleures que chez des sujets adultes (Decambron et al., 2022).

Cependant pour les sujets enfants et adolescents, certains travaux montrent une inversion de la tendance des performances (Corbin et al., 2016; Jacobi et al., 2017; Wightman & Kistler, 2005). En effet, le travail de Wightman et Kistler a montré une différence de performances au sein de son groupe d'enfants âgés de 4 à 16 ans. Les enfants les plus jeunes étaient moins performants que les enfants les plus âgés (Wightman & Kistler, 2005).

Jacobi et son équipe ont trouvé des résultats similaires chez des sujets adolescents âgés de 12 à 17 ans : une diminution des performances au test dans le bruit plus l'âge du sujet était petit (Jacobi et al., 2017).

Dans cette même étude, ils ont constaté une amélioration du seuil de réception de la parole (Speech Reception Threshold, SRT) de 0,2 dB par année chez l'enfant de 12 à 17 ans. Soit une amélioration du score du test. Le seuil de réception de la parole correspond au niveau de présentation de la parole sur le niveau du bruit masquant, ou bien au RSB requis pour obtenir 50% de bonnes réponses restituées par le sujet. Dans l'étude de Jacobi et al. (2017), le SRT correspond au RSB50.

Les facteurs qui participent à ce phénomène d'augmentation des performances dans le bruit chez les jeunes sujets sont encore mal compris (Corbin et al., 2016; Leibold & Buss, 2019).

Cependant, parmi ces facteurs, il y aurait un effet de développement de la personne pendant l'enfance et l'adolescence, avec notamment une maturation du système auditif central. En effet, la maturation du système auditif périphérique se termine à l'âge de 6 mois environ (Werner, 2007), les auteurs ont alors émis l'hypothèse que l'augmentation des performances dans le bruit serait plutôt dûe à un développement du système auditif central. Celui-ci, se poursuit jusqu'au début de l'adolescence (Moore & Linthicum, 2007). Plus particulièrement, il s'agirait d'une évolution des capacités auditives permettant la localisation d'une source sonore et l'attention auditive sélective (Leibold, 2017).

D'autres auteurs ont également avancé que ce développement pourrait être lié au développement des compétences linguistiques, mesurées notamment par l'étendue du répertoire lexical de l'enfant. Cependant, les différentes études portant sur ce sujet, ont mis au jour des résultats mitigés, avec parfois des relations significatives, d'autres fois aucune relation (Leibold & Buss, 2019).

De même la période exacte de la vie dans laquelle intervient ce développement des performances de perception de la parole dans le bruit est mal identifiée et les avis des auteurs divergent. Pour certains, cette maturation s'achève à l'âge de 10 ans environ et ainsi l'enfant à cet âge, aurait les mêmes capacités qu'un adulte dans le bruit (Eisenberg et al., 2000; Nishi et al., 2010). Tandis que d'autres auteurs, ont montré que cette évolution se poursuit pendant l'adolescence (Buss et al., 2017).

Les études menées auprès d'enfants et d'adolescents ont employé des procédures de tests différentes, et des signaux de parole et des stimuli masquants différents. Du fait de toutes ces différences, il est difficile de trouver une explication de cet écart de performance. Cependant un autre facteur méthodologique pourrait avoir son importance et expliquer les différences de résultats dans les études : le matériel de bruit utilisé. En effet, la majorité des études qui ont montré une évolution des performances dans le bruit pendant l'adolescence, avaient appliqué comme masquage (bruit perturbateur) un masquage dit « informationnel » (Buss et al., 2017; Corbin et al., 2016; Wightman & Kistler, 2005).

Contrairement au masquage énergétique, qui renvoie à la simple réduction de l'audibilité du signal cible (la parole) par la superposition du bruit, le masquage informationnel provoque en plus du masquage énergétique, une difficulté pour le sujet à identifier la source (le signal de parole cible) et à concentrer son attention sur celle-ci pour identifier le message transmis. Ce masquage informationnel engendre une réduction de la capacité de l'auditeur à séparer et/ou faire attention de manière sélective au signal de parole cible (Brungart, 2001; Brungart et al., 2001).

Le bruit dans le test de la VRB est l'OVG qui peut être considéré comme un bruit provoquant un masquage informationnel. En effet, celle-ci étant constituée de 4 locuteurs seulement, il a été montré qu'avec ce nombre, un masquage informationnel est toujours présent (Brungart et al., 2001; Carhart et al., 1975).

Ainsi, si l'on se base sur les résultats rapportés et obtenus dans la littérature, on pourrait s'attendre à ce que les performances d'une jeune population à la VRB continuent d'augmenter pendant l'adolescence.

B. Problématique

Notre problématique est double :

- 1) D'un point de vue pratique, il n'existe à ce jour à notre connaissance, aucune donnée de référence sur les performances obtenues au test du VRB par des sujets dont l'âge est inférieur à 20 ans. Pourtant, au vu des études de Wightman et Kistler (Wightman & Kistler, 2005), et de Jacobi (Jacobi et al., 2017), on pourrait s'attendre à ce que les performances de tels sujets ne suivent pas les tendances observées par Decambron et son équipe (Decambron et al., 2022) pour une population d'adulte vieillissante. Il est donc nécessaire de recueillir des scores de référence pour le test de la VRB auprès de sujets âgés de moins de 20 ans. Cela permettra de donner aux praticiens des valeurs de références auxquelles ils pourront se référer lorsqu'ils utiliseront la VRB auprès d'enfants et d'adolescents d'âges similaires.

- 2) D'un point de vue plus théorique, les études menées jusqu'à présent sur les effets du développement sur la perception de la parole dans le bruit se sont concentrées sur une période particulière et courte (pour Jacobi : l'adolescence (Jacobi et al., 2017); pour Eisenberg et Nishi : l'enfance (Eisenberg et al., 2000; Nishi et al., 2010)). Cette limitation ne permet pas de délimiter l'étendue des effets du développement sur la performance de compréhension de la parole dans le bruit. Certains observent une augmentation des performances jusqu'à environ 10 ans comme c'est le cas pour Eisenberg et son équipe (Eisenberg et al., 2000), et pour Nishi (Nishi et al., 2010), et pour d'autres, ce développement continue pendant l'adolescence (Jacobi et al., 2017; Wightman & Kistler, 2005). Il est donc important de mener de nouvelles études, auprès d'une population dont l'étendue d'âge est plus importante, pour mieux étudier la période de développement des performances de perception de la parole dans le bruit.

Ainsi, nous pouvons nous demander : quelles seraient les scores de références et les performances au VRB d'une population dont l'âge varie de l'enfance à l'âge adulte ?

C. Objectifs de l'étude

Cette étude a pour objectif d'observer les performances à la VRB de sujets normoentendants dont l'âge va de l'enfance à l'âge adulte, afin :

- 1) D'obtenir des données de référence pour le test VRB pour une population pour laquelle aucune étude n'a encore été menée.
- 2) De répondre aux questions de recherche suivantes :
 - a. Comment évoluent les performances de perception de la parole dans le bruit en fonction de l'âge des sujets ?
 - b. S'il existe des effets de familiarisation au test (c'est-à-dire si les performances augmentent de façon continue, due à une habitude à la procédure et au matériel de test), est-ce qu'ils sont plus importants chez les jeunes sujets. Autrement dit : est-ce qu'il existe une relation entre l'âge et les effets de familiarisation ?

D. Hypothèses

Nous émettons les hypothèses suivantes :

- H1 : L'âge des participants sera corrélé de manière négative et linéaire avec les performances au test : c'est-à-dire, plus les participants seront âgés, plus bas sera le RSB50. Nous faisons cette hypothèse car dans la littérature, les tests utilisant un masquage de type informationnel auprès d'une jeune population ont trouvé une baisse des performances liés au jeune âge du participant.
- H2 : S'il existe des effets de familiarisation avec le test, ils seront plus importants chez les participants les moins âgés. Nous faisons cette hypothèse car chez les enfants et adolescents, les capacités de concentration et d'attention sont en développement (Thillay et al., 2015). Donc il pourrait y avoir un temps de familiarisation au test plus important que chez les adultes.
- H3 : Il n'existera pas de lien entre les seuils auditifs et les seuils de réception de la parole dans le bruit, car notre population sera composée uniquement de normoentendants (NE).
- H4 : Il n'existera pas de relation entre le niveau d'étude et le RSB 50. Nous faisons cette hypothèse car d'après l'étude de Jacobi, aucun résultat significatif n'a été établi à ce sujet. De plus, nous avons analysé l'âge d'acquisition moyen théorique des mots contenus dans le test de la VRB afin de déterminer un âge minimum pour nos participants. Il ne devrait donc pas y avoir d'effet lié aux connaissances linguistiques des participants.

II. Matériels et Méthode

Nous avons mené une étude transversale destinée à recueillir des performances au test VRB auprès de participants dont l'âge varie de l'enfance à l'adulte. La passation a été réalisée une seule fois auprès de chaque participant, lors d'un rendez-vous d'environ 35 minutes. Cette étude s'est déroulée dans le centre Audilab de Tours nord, dans une cabine insonorisée selon la réglementation de l'article D4361-19 modifié par le décret n°2005-988 du 10 Août 2005 art.1 JORF 13 Août (*Section 2 : Local réservé à l'activité professionnelle. (Articles D4361-19 à D4361-20) - Légifrance, s. d.*).

A. **Analyse du matériel linguistique**

Afin de déterminer un âge minimum pour nos participants, nous avons souhaité obtenir des informations sur l'âge d'acquisition des mots présents dans les listes du test VRB. En effet, nous avons jugé important d'éliminer le facteur linguistique dans notre étude. Puisque sans cette élimination, le fait d'observer un accroissement des performances en fonction de l'âge chez nos participants, nous aurait empêché de déterminer si cet effet est dû à des facteurs linguistiques, à des facteurs de maturation cognitive, ou bien aux deux.

La base de données lexicales Lexique.org créée en 1999 par Boris New et Christophe Pallier, renseigne sur plusieurs caractéristiques telles que : la fréquence des mots (par exemple la fréquence des mots relevée dans des livres ou bien des sous-titres de films), la familiarité, la valence émotionnelle, l'expérience sensorielle, et l'âge d'acquisition moyen (Ferrand et al., 2008; Lachaud, 2007; New et al., 2004).

Nous nous sommes intéressée à l'âge d'acquisition moyen de l'ensemble des mots de la VRB. Même si la base de données lexicales contient plus de 140 000 mots, il n'existe que peu de mots pour lesquels l'âge d'acquisition est disponible. En effet, Il existe 2 bases de données pour l'âge d'acquisition moyen : une première contenant 1 493 mots monosyllabiques (Ferrand et al., 2008) et la deuxième regroupant 1 225 mots monosyllabiques et bisyllabiques (Lachaud, 2007).

Tableau 1 : âge d'acquisition moyen de l'ensemble des mots du test de la VRB avec la base de données lexicales contenant 1 493 mots

Statistiques descriptives : de l'âge d'acquisition moyen						
	N valide	N manqué	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Âge d'acquisition moyen (en années)	N=214	N=285	5,44	1,03	3,57	9,30

Ci-dessus le tableau 1 décrit les paramètres généraux des mots du test du VRB. Au total, le test de la VRB se compose de 499 mots, mais 214 sont présents dans la base de données de 1 493 mots et 285 mots manquent à notre analyse, soit 57%. Sur les 214 mots qui ont pu être analysés, nous avons une moyenne d'âge d'acquisition moyen qui se situe entre 3,57 ans et 9,30 ans, avec une moyenne retrouvée à 5,44 ans (écart type = 1,03). Le mot le plus tardivement acquis se trouve donc à 9,30 ans en moyenne et il s'agit du mot « ruine ».

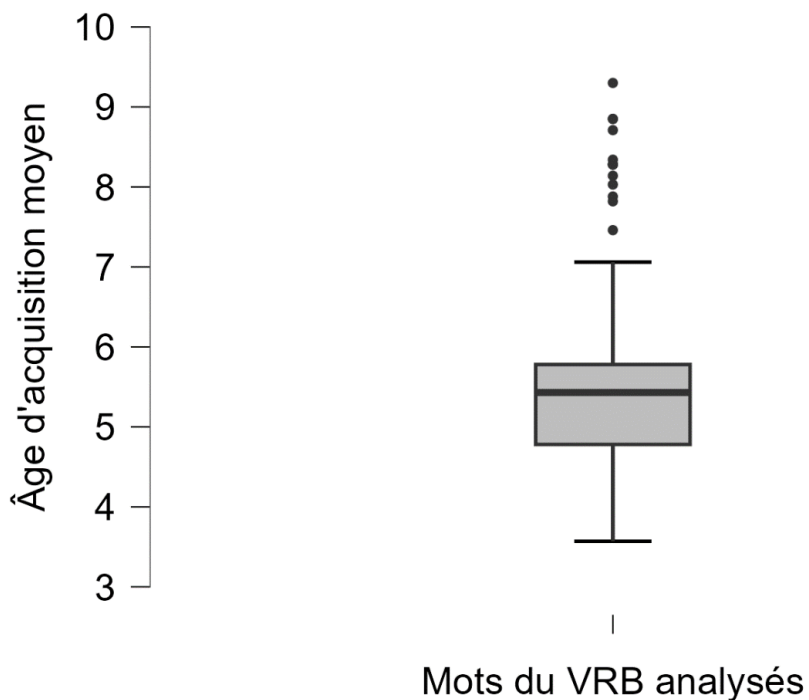


Figure 1 : distribution de l'âge d'acquisition moyen des mots du test VRB analysés par la base de données lexicales contenant 1 493 mots

La figure 1 ci-dessus est une représentation par boîte à moustache, nous retrouvons : la médiane caractérisée par la ligne horizontale en gras (médiane = 5,43 années). Les bords inférieur et supérieur correspondent au premier et troisième quartile (premier quartile = 4,78 années, troisième quartile = 5,78 années). Les barres d'erreur indiquent le minimum et le maximum d'âge moyen d'acquisition. Les points noirs représentent les valeurs aberrantes qui sortent de l'intervalle de confiance fixé à 95%. Nous voyons que l'âge d'acquisition moyen du test VRB se situe pour la grande majorité des mots entre 3,5 et 7 ans. Les mots acquis plus tard sont peu nombreux, ils correspondent à des valeurs aberrantes et ne dépassent pas les 9,30 ans.

Du fait de ce maximum de 9,30 ans, nous avons donc décidé d'établir un âge minimum de 10 ans pour inclure des participants dans notre étude. Ainsi, nous avons décidé d'étudier les performances au test de la VRB chez une population âgée de 10 à 20 ans.

B. Recrutement des participants

1. Modalités de recrutement

Nous avons sollicité le chef d'établissement et coordinateur du collège et lycée Saint Grégoire de Tours afin de faire circuler une lettre aux élèves de tous niveaux, les invitant à participer à notre étude. (cf Annexe I) De plus, nous nous sommes également rapprochée des patients du centre Audilab Tours Nord pour inviter les enfants et petits-enfants de nos patients à prendre part à notre travail.

2. Critères d'inclusion :

Nos critères d'inclusion étaient les suivants :

- Avoir un âge compris entre 10 et 20 ans le jour du test ;
- Avoir comme langue maternelle le français ;
- Avoir lu et compris la notice d'information et avoir signé le formulaire de consentement éclairé : une version pour les participants majeurs, une autre pour les parents accompagnateurs et une troisième pour les participants mineurs. (cf Annexes II, III et IV)

3. Critères d'exclusion :

Nos critères d'exclusion étaient les suivants :

- Ne pas avoir de seuil audiométrique au dessus de 20 dB HL pour les fréquences suivantes : 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1 000 Hz, 1 500 Hz, 2 000 Hz, 3 000 Hz, 4 000 Hz, 6 000 Hz et 8 000 Hz en conduction aérienne et ce, dans chacune des deux oreilles.
- Ne pas avoir déclaré d'antécédents spécifiques ORL.
- Ne pas présenter de seuil d'intelligibilité dans le silence supérieur à un niveau de 30 dB HL. C'est-à-dire, il ne faut pas que le 50% de mots correctement restitués par le participant soit atteint à un niveau supérieur de 30 dB HL. En effet, selon la Haute Autorité de Santé il s'agit d'un des critères d'appareillage (*aides_auditives_avis.pdf*, s. d.).

C. Procédure générale

Pour la réalisation de cette étude, nous avons rempli le dossier et fait valider notre protocole auprès du comité d'éthique et de recherche (CER) de l'université de Toulouse, qui a rendu un avis favorable.

Nous avons reçu tous nos sujets lors d'un seul rendez-vous d'environ 35 minutes. Pendant celui-ci, la notice d'information et de consentement éclairé a été remise au participant, ainsi qu'au parent accompagnateur lorsque le participant était mineur. Une anamnèse destinée à recueillir des informations générales et vérifier certains critères d'inclusion tels que : l'âge, le sexe, le niveau d'étude, la langue maternelle, les antécédents ORL, la perte auditive auto déclarée a été réalisée.

Puis, nous avons effectué une vérification de l'audition et de la compréhension au casque, en effectuant une audiométrie tonale et vocale. Le rendez-vous se terminait par la passation du test de la VRB : avec une phase d'entraînement (une liste) et une phase de test (quatre listes). La figure 2 représente la passation de ce rendez-vous.

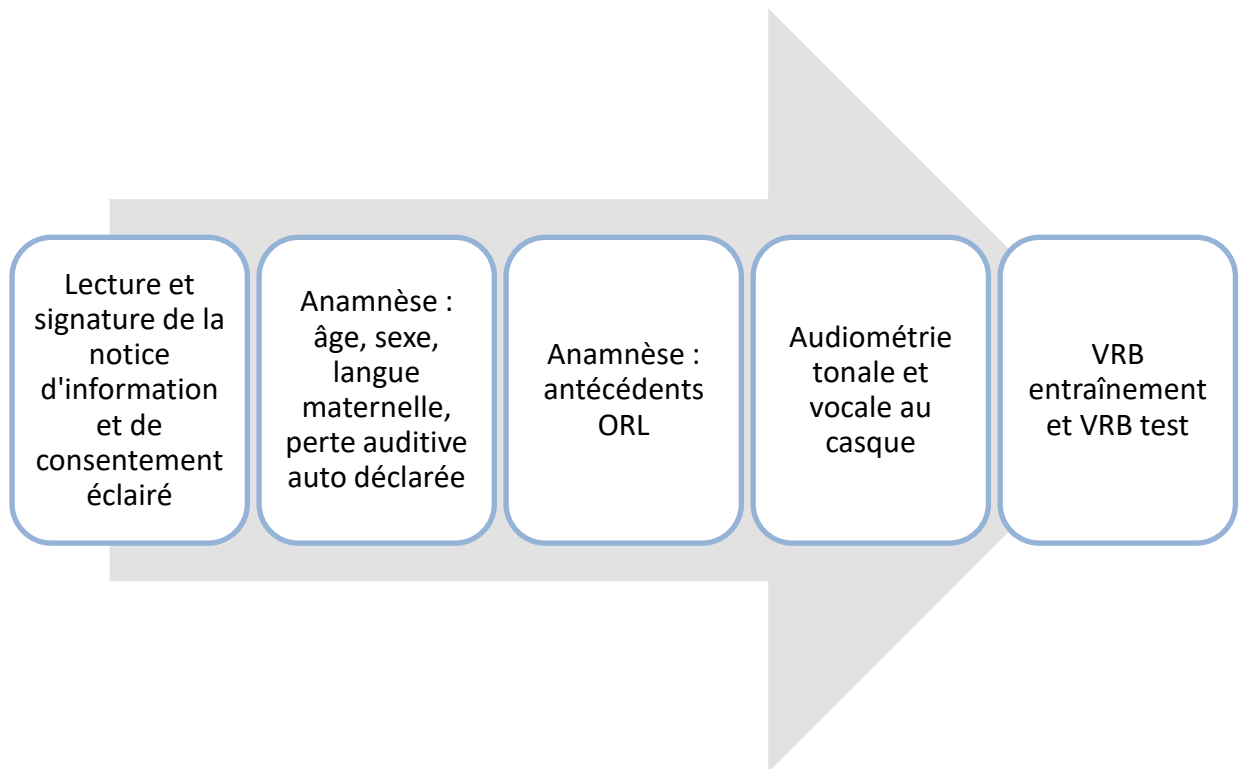


Figure 2 : déroulé du rendez-vous pour chaque participant

D. Procédure détaillée

Dans cette partie, nous allons reprendre les différentes étapes de notre rendez-vous afin de les détailler.

1. Notice d'information et de consentement éclairé

Le rendez-vous débutait par une brève présentation de l'étude tout en distribuant au participant (quand celui-ci était majeur), à l'enfant (mineur) et son parent, la notice d'information et de consentement éclairé. Celle-ci devait être signée par le responsable du participant (s'il était mineur) et/ou le participant lui-même. Un exemplaire des documents était remis à la famille du sujet, un autre était conservé par l'expérimentateur. Dès lors que le participant avait signé le formulaire de consentement éclairé, nous lui avons attribué un numéro aléatoire afin de garantir son anonymat.

2. Anamnèse

Nous avons commencé la passation des tests par une anamnèse permettant de recueillir des informations générales. (cf Annexe V) Nous avons collecté les données suivantes :

- La date de naissance, afin d'obtenir l'âge de façon précise. Nous l'avons ensuite converti en années révolues et en mois,
- Le sexe : féminin ou masculin,
- Le niveau d'étude : c'est-à-dire le nombre d'années scolaires validées depuis le début de la classe du CP (par exemple, un élève en classe de 5^{ème} a validé 6 années depuis le début du CP),

De plus, l'anamnèse servait à vérifier certains critères d'inclusion dans l'étude. Ainsi, nous demandions au sujet :

- Si le français était bien sa langue maternelle,
- S'il n'avait pas, à sa connaissance, de perte auditive,
- S'il avait des antécédents ORL particuliers.

3. Audiométrie tonale

Avant la réalisation du test de la VRB, nous avons effectué auprès de chaque sujet une audiométrie tonale et vocale, afin de vérifier la bonne audition et compréhension de nos participants. Afin que tous les sujets puissent avoir les mêmes informations, une feuille de consignes a été rédigée et distribuée au début de chaque test (cf Annexe VI).

En ce qui concerne le matériel, nous avons utilisé l'audiomètre Affinity Compact de la marque Interacoustics et le casque Radioear 3045. Une fois le casque mis sur les oreilles de nos participants, nous avons dans un premier temps accompli une audiométrie tonale sur l'ensemble des octaves du 125 Hz au 8 000 Hz ainsi que les fréquences 750 Hz, 1 500 Hz, 3 000 Hz et 6 000 Hz. Pour ce faire, nous envoyons un signal vobulé pulsé dans une oreille puis l'autre. Celui-ci était présenté à un niveau d'environ 30dB HL, avant de pratiquer la méthode ascendante par pas de 5 dB : de la non-perception du son jusqu'à la perception du

signal sonore. Aucun seuil ne devait se trouver au dessus de 20dB HL pour que le sujet ne soit pas exclu de l'étude.

4. Audiométrie vocale

Pour le matériel sonore de l'audiométrie vocale nous avons cette fois-ci utilisé des mots dissyllabiques issus des listes de Lafon. Pour la passation de ce test, nous avons fait répéter deux listes à des niveaux d'intensité différente pour chaque oreille : une à 30db HL puis une à 20dB HL. Chaque liste contenait 10 mots, donc le participant a répété un total de 40 mots (soit 20 par oreille).

Aucun SRT ne devait se trouver au dessus de 30 db HL, c'est-à-dire, que le participant ne devait pas avoir moins de 5 mots correctement répétés à 30 dB HL (soit 50%).

5. Vocale Rapide dans le Bruit

Le rendez-vous se terminait par le test de la vocale rapide dans le bruit. Pour effectuer ce test, nous avons utilisé le logiciel Hubsound distribué par la société Biotone Technologie, qui était exécuté sur un ordinateur DELL Optiplex.

Le test permet de mesurer la compréhension de la parole dans le bruit. Le signal de parole sont des phrases issues du corpus MBAA. Un total de 15 listes de 9 phrases sont disponibles dans ce logiciel. Quant au bruit utilisé pour masquer la parole, il s'agit de l'onde vocale globale (OVG). Cette OVG est un bruit constitué de 4 locuteurs (1 couple anglais et 1 couple français) qui dialoguent. Chaque phrase contient 3 mots clés équilibrés phonétiquement et nous comptabilisons le nombre de mots clés correctement restitués.

Nous avons réalisé le VRB en champ libre (CL) à l'aide de 5 haut parleurs (HPs) de la marque et modèle Elipson Planet M et d'une puissance de 60 watts. Les 5 HPs étaient fixés au plafond de la salle de test, à une distance d'environ 1m20 de la tête du participant, avec des azimuths de 0°, +45°, -45°, +135° et -135°. Cela diffère légèrement de la disposition recommandée par la Société Française d'Audiologie (SFA) et de la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie (SFORL ; cf figure 3). Cependant, cela ne devrait pas avoir d'incidence sur nos résultats dans la mesure où un technicien est venu calibrer l'ensemble du système.

Tous les HPs émettaient le bruit perturbant : l'OVG et seul le HP situé en face du sujet présentait le signal de parole cible. Celui-ci était émis par une voix féminine à une intensité fixe de 65dB SPL, tandis que le niveau de l'OVG augmentait progressivement par pas de 3dB. Ainsi, lorsque le RSB testé est de +6dB, le signal de parole est toujours de 65 dB SPL, tandis que l'OVG est présenté à un niveau de $65-6 = 59$ dB SPL. Plusieurs rapports signal sur bruit (RSB) sont testés : de + 18 dB RSB à -3dB RSB.

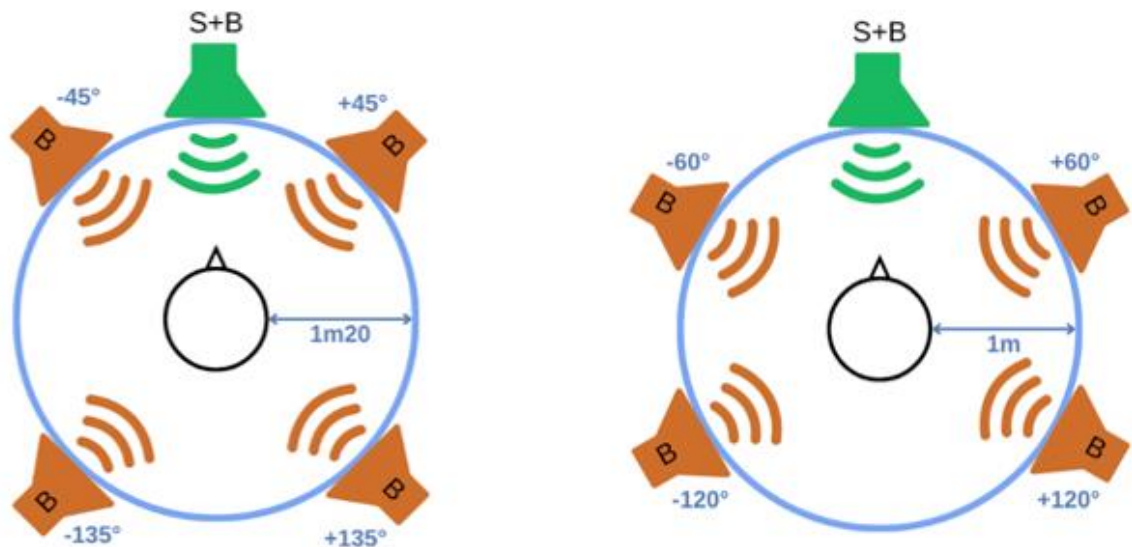


Figure 3 : comparaison de la disposition des HPs entre les recommandations de la SFA SFORL (à droite) et celle utilisée dans les centres Audilab (à gauche)

Pour chaque sujet, le test démarrait avec une première liste d'entraînement et continuait avec 4 listes de test. En plus de la liste d'entraînement, la première phrase de chaque liste était émise dans le silence et n'était pas comptabilisée dans le calcul du RSB50. Les sujets entendaient un total de 5 listes de 9 phrases, soit un total de 45 phrases (Joly et al., 2022). Le choix des 5 listes émises a été fait de manière aléatoire.

Pour rappel, chaque phrase comprend 3 mots-clés qui sont utilisés pour calculer le résultat. Pour chaque phrase, le score est donc compris entre 0 et 3, et pour chaque liste, ce score va de 0 à 24 (3 mots-clés x 8 phrases en présence de l'OVG). Le résultat du test (RSB50) est établi pour chaque liste utilisée. Il est calculé en fonction du nombre de mots-clés correctement restitués en utilisant l'équation Spearman Karber :

$$RSB(50) = i + \frac{d}{2} - \frac{d \times r}{n}$$

Avec i = le niveau initial de présentation (en dB), d = le pas (en dB), r = le nombre de mots clés justes, et n = le nombre d'items testés par niveau (Leclercq et al., 2018).

Aussi, dans notre cas, $i = 18$ dB RSB, $d = 3$ dB, $n = 3$ mots clé testés à chaque niveau, et r dépend des réponses du participant par liste, il est compris entre 0 et 24.

L'équation peut être simplifiée de la manière suivante :

$$RSB(50) = 18 + \frac{3}{2} - \frac{3 \times r}{3} \Leftrightarrow RSB(50) = 18 + \frac{3}{2} - r \Leftrightarrow RSB(50) = \frac{39}{2} - r$$

Et donner : $RSB(50) = 19,5 - r$

Le résultat RSB50 résulte donc de la différence entre 19,5 et le nombre de mots correctement restitués sur la liste. Si nous prenons l'exemple d'un participant qui réalise la performance suivante : 19 mots clés correctement répétés (hors ceux de la phrase dans le silence), cela donne : $RSB - 50 = 19,5 - 19 = 0,5$ dB RSB

Alors son score pour cette liste est de 0,5dB. Autrement dit, pour un RSB de 0,5 le participant répète 50% de mots-clés correctement.

E. Analyses statistiques

Toutes les données ont été recueillies dans un tableau Excel (version 2306) avant d'être analysées. Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel « Jasp » version 0.17.2.1.

III. Résultats

Notre analyse statistique s'articulera en plusieurs parties : dans un premier temps nous allons décrire notre population ainsi que les différentes caractéristiques qui la composent. Dans un second temps, nous allons étudier les effets de familiarisation au test VRB, car cela nous aiguillera sur notre façon de mesurer la performance au test. En effet, si aucun effet de familiarisation n'est observé lors de la passation des 4 listes, de telle sorte que les performances des 4 listes sont similaires, alors nous utiliserons la moyenne des performances de ces 4 listes (les 4 RSB50 mesurés). Aussi, pour chaque participant, cette moyenne représentera la performance au test. Dans le cas contraire, si les performances des participants augmentent au fur et à mesure des listes, nous nous intéresserons aux dernières mesures : les plus stables.

Ensuite nous analyserons les différentes relations de nos hypothèses : l'âge, les seuils auditifs et le niveau d'étude avec les performances au test de la VRB de nos participants. Enfin, si nous observons des effets de familiarisation, alors dans un dernier point, nous allons étudier la relation entre l'âge et cet effet de familiarisation.

A. Participants inclus

À la suite de notre demande auprès du collège et lycée Saint Grégoire de Tours et de notre relationnel, 84 sujets se sont portés volontaires pour participer à notre étude.

Sur les 84 sujets, nous avons dû exclure 10 personnes pour cause de l'audiométrie tonale qui n'était pas conforme aux critères requis. Nous avons dû retirer une personne à la suite d'une perte de données, et une dernière après une erreur de manipulation. Il y a donc 12 sujets exclus de notre travail.

Au total, nous avons 72 sujets qui répondent à nos critères et qui sont donc inclus dans l'étude, ce qui représente environ 86% de l'ensemble de nos participants. Dans la partie qui suit, nous allons décrire les caractéristiques de notre cohorte : sexe, âge, niveau d'éducation, ainsi que les seuils auditifs.

1. Sexe

Tableau 2 : sexe

Fréquence du sexe		
Sexe	Effectif	Pourcentage
Masculin	33	45,83%
Féminin	39	54,17%
Total	72	100,00%

Ci-dessus un tableau montrant la répartition de nos participants en termes de sexe.

Au sein de nos participants, 33 sont de sexe masculin soit 46% de notre population et 39 sont de sexe féminin soit 54% de notre population. De ce fait, la population semble relativement bien équilibrée du point de vue du sexe.

2. Âge

Tableau 3 : âge

Statistiques descriptives de l'âge (en mois et en années)				
	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Âge en mois	176,67	34,58	122,00	246,00
Âge en années	14,25	2,90	10,00	20,00

Nous étudions l'âge de nos sujets en années révolues ainsi qu'en mois. Ci-dessus, le tableau présentant les statistiques descriptives.

Notre population a une moyenne d'âge de 14,25 ans soit 176,67 mois (écarts-types = 2,90 ans soit 34,58 mois). Dans la mesure où nous étudions la relation entre l'âge et les performances au test de la VRB, il est important de vérifier que l'âge de nos participants soit bien distribué dans la tranche d'âge.

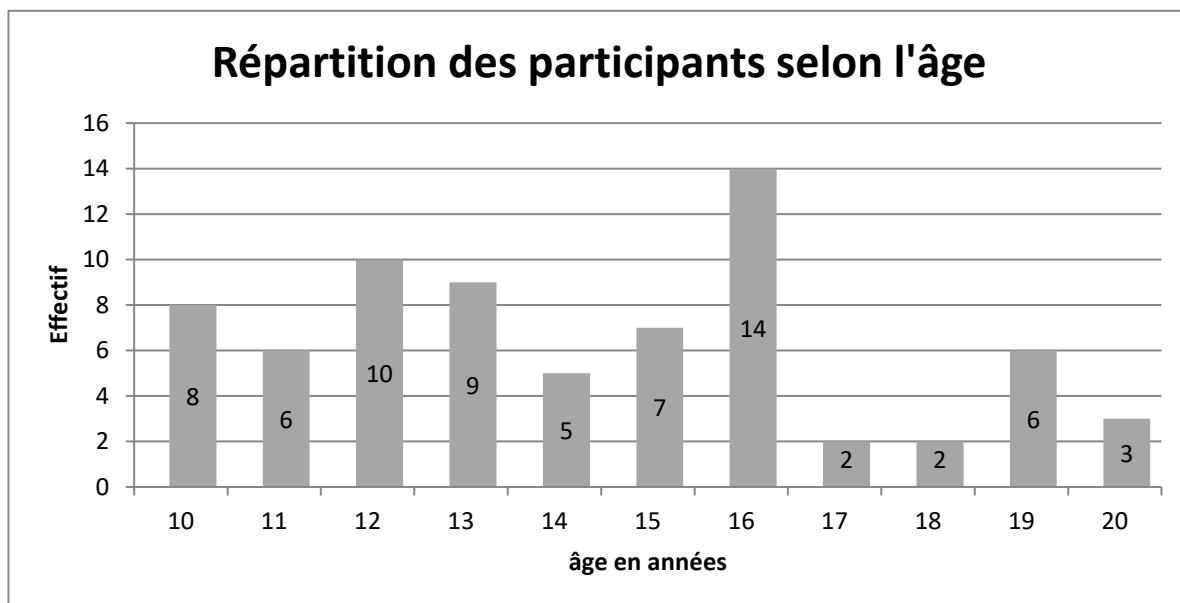


Figure 4 : distribution de l'effectif en fonction de l'âge (en années)

Sur le graphique ci-dessus, nous pouvons observer la répartition de notre effectif en fonction de son âge en années. Nous pouvons constater que nous avons des participants pour chacune des années, cependant la répartition n'est pas très homogène. L'année ayant le plus de participants est 16 ans (14 sujets), à l'inverse nous avons peu de personnes (2 sujets) chez les 17 et 18 ans.

3. Niveau d'étude

Tableau 4 : niveau d'étude (nombre d'années validées depuis le CP : cours préparatoire)

Statistiques descriptives du niveau d'étude				
	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Niveau d'étude	8,13	2,78	4,00	14,00

Le niveau d'étude correspond au nombre d'années scolaires validées depuis de début du Cours Préparatoire (CP). Celui-ci s'étend dans notre effectif de : 4 à 14, ce qui correspond à un élève en classe de CM2 à un étudiant en troisième année d'études après le baccalauréat. Notre cohorte a donc une moyenne de 8,13 années pour le niveau d'étude, équivalent à une classe de 3^{ème} au collège (écart type= 2,78 années).

4. Seuils d'audition

Tous nos sujets ont une audition strictement normale, avec aucun seuil auditif qui ne dépasse les 20 dB HL. Pour rappel, après l'audiométrie tonale en conduction aérienne, nous obtenions un score pour chaque oreille indépendamment l'une de l'autre. Celui-ci se base sur la moyenne des seuils obtenus pour les fréquences 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz.

Aussi la perte tonale moyenne (PTM) est en réalité la moyenne des moyennes des deux oreilles. Le tableau 5 présente la distribution de la PTM au sein de notre population :

Tableau 5 : perte tonale moyenne des deux oreilles

Statistiques descriptives de la perte tonale moyenne de l'oreille droite et de l'oreille gauche				
	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
PTM	7,52	2,03	3,75	13,75

Notre population a une perte auditive moyenne qui se situe entre 3,75 dB HL et 13,75 dB HL avec une moyenne de 7,52 dB pour les deux oreilles (écart type = 2,03 dB).

B. Etude des effets de familiarisation

Nos 72 sujets ont commencé le test de la VRB avec une première liste considérée comme la phase d'entraînement, puis 4 nouvelles listes ont été émises ce qui correspond à la phase de test. La VRB score le nombre de mots clés correctement restitués et donne comme résultat : le RSB50.

Nous le retrouvons dans le tableau 6 dans les statistiques descriptives de l'ensemble des RSB50 obtenus par les sujets. Pour faciliter la lecture, les phases de test sont notées de la façon suivante : T1, T2, T3 et T4.

Tableau 6 : RSB50 obtenus lors des différentes passations

Statistiques descriptives : score obtenu à la VRB pour les différentes passations					
	Entraînement VRB	T1	T2	T3	T4
Moyenne	0,74	0,31	0,00	0,21	-0,08
Écart-type	1,86	2,17	1,86	2,19	2,06
Minimum	-2,50	-4,50	-3,50	-4,50	-3,50
Maximum	5,50	6,50	4,50	5,50	5,50

Nos participants ont obtenu des RSB50 qui se situent entre -2,50 dB et 5,50 dB pour la phase d'entraînement (moyenne = 0,74 dB, écart-type = 1,86 dB), entre -4,50 dB et 6,50 dB pour la première liste de test (moyenne = 0,31 dB, écart-type = 2,17 dB), entre -3,50 dB et 4,50 dB pour la deuxième liste de test (moyenne = 0 dB, écart-type = 1,86 dB), entre -4,50 dB et 5,50 dB pour la troisième liste de test (moyenne = 0,21 dB, écart-type = 2,19 dB) et entre -3,50 dB et 5,50 dB pour la quatrième et dernière liste de test (moyenne = -0,08 dB, écart-type = 2,06 dB).

Nous pouvons observer que de manière générale, les RSB50 semblent avoir tendance à diminuer, ce qui pourrait indiquer que nos participants deviennent de plus en plus performants. Malgré tout, la progression est faible (par exemple 0,13 entre T1 et T4 en moyenne) et la tendance s'inverse entre T2 et T3, où le RSB50 moyen passe de 0 dB à 0,21 dB.

La distribution des RSB50 des quatre tests sont représentés dans la figure 5 par des boîtes à moustaches.

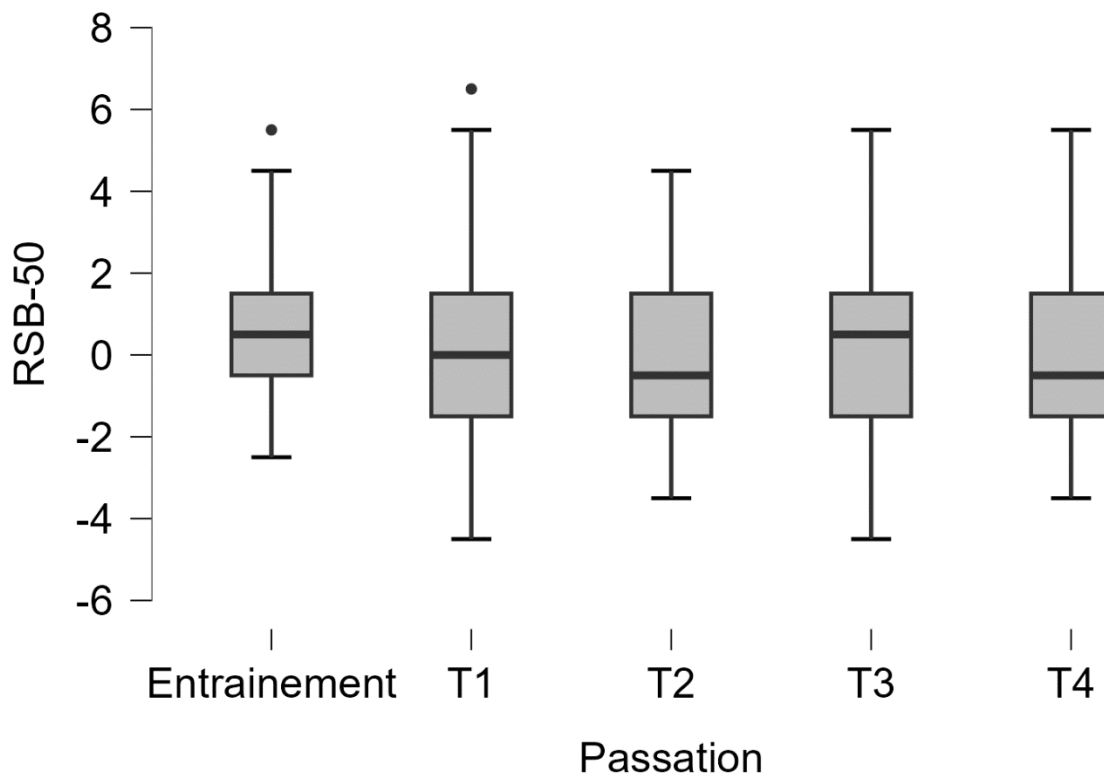


Figure 5 : distribution des RSB50 pour chaque passation (entraînement, T1, T2, T3 et T4)

Dans les boîtes à moustaches, nous retrouvons : la médiane caractérisée par la ligne horizontale en gras (entraînement= 0,50 dB, T1 = 0,00 dB, T2 = -0,50 dB, T3 = 0,50 dB et T4 = -0,50 dB); les bords horizontaux inférieur et supérieur correspondent au premier et troisième quartile (premiers quartiles : entraînement = -0,50 dB, T1 à T4 = -1,50 dB; troisièmes quartiles : entraînement à T4 = 1,50 dB) ; les barres d'erreur indiquent les RSB50 minimum et maximum de chaque test et sont représentées par les deux lignes horizontales. Les points noirs au-dessus des distributions « entraînement » et « T1 » sont des valeurs aberrantes qui sortent de l'intervalle de confiance fixé à 95%. La moyenne n'est pas représentée sur nos boîtes à moustaches.

Nous pouvons observer que les médianes varient peu entre les 4 tests : l'étendue n'est que de 1 dB. De plus, la variabilité des scores ne changent pas de manière importante : nous pouvons voir que les écarts interquartiles sont exactement les mêmes pour T1, T2, T3 et T4. Aussi, il est possible qu'il n'existe pas de différence significative entre les distributions des RSB50 des quatre tests. Pour cela, nous allons vérifier la normalité des distributions avant de réaliser un test statistique nous permettant de nous prononcer sur une éventuelle différence significative entre les distributions des RSB50.

Tableau 7 : résultats du test Shapiro-Wilk pour la normalité de la distribution des 4 tests

Normalité des RSB50 des 4 tests				
	T1	T2	T3	T4
P-value du Shapiro-Wilk	0,00859	0,03	0,10	< 0,001

D'après le test de Shapiro-Wilk, la distribution des RSB50 est anormale pour tous les tests (T1 : p -value = 0,00859, T2 : p -value = 0,03 et T4 : p -value < 0,001) sauf celle de la troisième liste de test (T3 : p -value = 0,10). C'est pourquoi nous devons utiliser un test non paramétrique pour vérifier s'il existe une différence significative entre les distributions des RSB50 lors des 4 tests. Le test de Friedman est un test non paramétrique pour les tests de répétition (équivalent de l'ANOVA pour les mesures répétées, que nous aurions utilisé si les données étaient normalement distribuées).

Selon le test de Friedman, les RSB50 des tests T1, T2, T3 et T4 ne présentent pas de différence significative ($p = 0,35$). Par conséquent, pour les prochaines analyses, nous utiliserons la moyenne des résultats obtenus des participants pour les 4 listes de test. De plus, le fait qu'il n'y ait pas d'effet de familiarisation nous empêche de tester notre hypothèse H2 qui mentionnait que les participants les moins âgés présenteraient davantage d'effets de familiarisation par rapport aux participants âgés.

C. Analyse globale avec régression linéaire

Nous avons réalisé une régression linéaire multiple en « pas-à-pas » (stepwise) pour prédire la moyenne des RSB50 pour la phase de test et à partir de trois variables : l'âge (en mois), les seuils auditifs (PTM) et le niveau d'étude des participants. La régression « pas-à-pas » consiste à sélectionner une première variable (ici l'âge en mois) et un modèle à prédire (ici le RSB50 moyen). Ensuite, le modèle sélectionne d'autres variables (niveau d'étude et seuils auditifs) et vérifie à chaque nouvelle inclusion de variable que celle-ci permet d'améliorer significativement la prédiction du modèle.

Les résultats de notre régression indiquent que le modèle est significatif ($F(1,70) = 43,70$; $p < 0,001$; avec un R^2 de 0,38). Seul l'âge (en mois) est un prédicteur significatif ($t = -6,61$; $p < 0,001$), les autres variables n'ont pas été retenues. Ces résultats montrent que l'âge seul du sujet explique 38% des résultats des RSB50 moyens pour la phase de test de la VRB. L'équation de la régression peut s'écrire de la façon suivante :

$$RSB(50) \text{ (en dB RSB)} = -0,028 \times \text{âge (en mois)} + 5,107$$

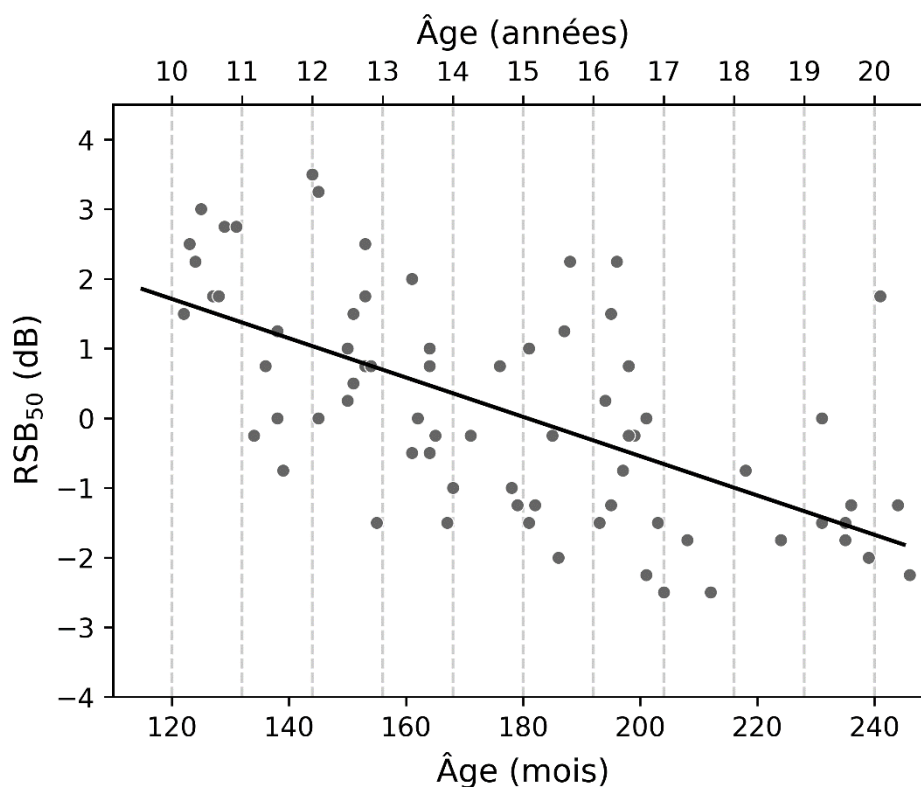
Le coefficient de l'âge (en mois) dans l'équation de régression permettant de prédire la moyenne des scores de la VRB est négative et vaut -0,028. C'est-à-dire que lorsque l'âge (en mois) augmente, la moyenne des résultats du test diminuent.

Les résultats de la régression linéaire sont en accord avec nos hypothèses H3 et H4 : le niveau d'étude et les seuils auditifs ne sont pas corrélés aux performances du test de la VRB.

D. Relation entre âge et performances au test de la VRB

D'après le test de Shapiro-Wilk, la distribution de l'âge (en mois) est anormale ($p\text{-value} = 0,02$), de même que pour la moyenne des RSB50 obtenus par les participants sur les 4 listes de la phase de test ($p\text{-value} = 0,03$). Nous avons calculé la force de la corrélation à l'aide de la corrélation non paramétrique de Spearman entre l'âge (en mois) et la moyenne des RSB50 pour la phase de test. Cette analyse montre que la relation entre la moyenne des résultats de la VRB (RSB50) et l'âge (en mois) est relativement forte et significative ($r = -0,64$, $p < 0,001$). Nous pouvons voir que la corrélation est négative : le résultat du RSB50 moyen de la phase de test diminue en fonction que l'âge augmente.

La figure 6 représente le nuage de points des RSB50 moyen de nos participants en fonction de leur âge en mois ainsi qu'en années révolues. Nous pouvons observer que les performances (RSB50 moyen) des participants s'améliorent de façon linéaire avec l'âge, et ce sur l'ensemble de nos participants âgés de 10 à 20 ans. La droite qui exprime cette relation, permet d'estimer une baisse du RSB50 de 0,34 dB par année.



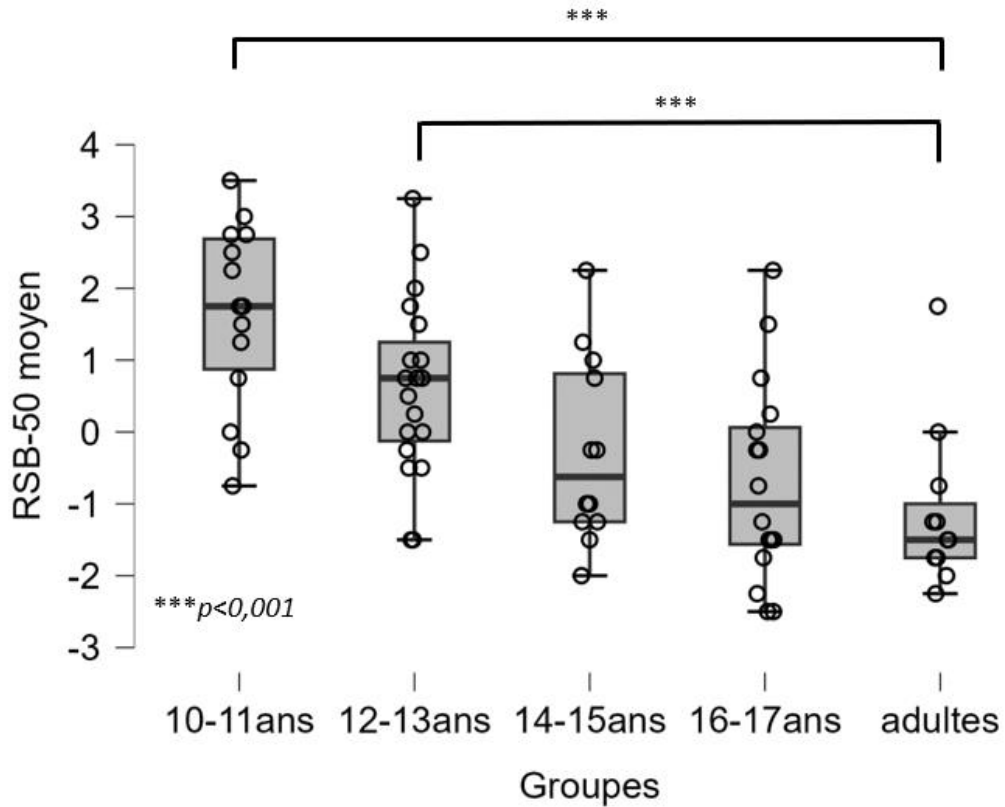


Figure 7 : distribution des RSB50 en fonction des groupes d'âge et différences significatives entre le groupe d'adultes et les groupes 10-11ans et 12-13ans

Dans les boîtes à moustaches, nous retrouvons : la médiane caractérisée par la ligne horizontale en gras (10-11ans = 1,75, 12-13ans = 0,75, 14-15ans = -0,63, 16-17ans = -1,00 et adultes = -1,50) ; les bords horizontaux inférieur et supérieur correspondent au premier et troisième quartile (premiers quartiles : 10-11ans = 0,88, 12-13ans = -0,13, 14-15ans = -1,25, 16-17ans = -1,56 et adultes = -1,75; troisièmes quartiles : 10-11ans = 2,69, 12-13ans = 1,25, 14-15ans = 0,81, 16-17ans = 0,06 et adultes = -1,00); les barres d'erreur indiquent le minimum et le maximum de chaque passation. Le point blanc situé en dehors de la distribution « adultes » est une valeur aberrante qui sort de l'intervalle de confiance fixé à 95%. Cette valeur aberrante n'est pas prise en compte dans les prochaines analyses.

La moyenne n'est pas représentée sur nos boîtes à moustaches, mais correspond à 1,63 pour le groupe des 10-11ans, à 0,62 pour le groupe des 12-13ans, à -0,27 pour celui des 14-15ans, à -0,70 pour celui des 16-17ans et à -1,11 pour le groupe d'adultes.

Les médianes, les moyennes et les premiers et troisièmes quartiles au sein des groupes tendent à diminuer en fonction que l'âge augmente. Afin de vérifier s'il existe des différences significatives au sein des groupes, nous allons réaliser une ANOVA aux facteurs indépendants. Celle-ci met en évidence que les RSB50 sont significativement différents au sein des groupes d'âge ($F(4,66) = 11,67, p < 0,001$).

Nous réalisons ensuite, le test post hoc de Dunnett pour déterminer quels sont les groupes significativement différents du groupe contrôle d'adultes. Nous avons utilisé des tests unilatéraux car nous prédisions des différences dans un sens particulier, c'est-à-dire en faveur du groupe contrôle. Nous pouvons noter les résultats suivants : le groupe des 10-11 ans et des 12-13 ans sont significativement différents du groupe contrôle des adultes ($p\text{-value} < 0,001$). En ce qui concerne le groupe des 14-15 ans et des 16-17 ans, les résultats sont respectivement $p\text{-value} = 0,055$ et $p\text{-value} = 0,20$. Ils ne sont pas considérés comme différent du groupe contrôle d'adultes. Cependant, la différence entre le groupe d'adultes et le groupe des 14-15 ans est très proche du seuil de la significativité de 0,05.

IV. Discussion

Notre étude consistait de manière générale à étudier les performances du test de la vocale rapide dans le bruit chez des sujets normoentendants, dont l'âge variait de l'enfance à l'adulte. Notre problématique était double : avec d'une part, la collecte de scores de références et d'autre part, l'analyse de l'effet de l'âge sur les performances et la familiarisation du test.

Dans l'ensemble, toutes nos hypothèses ont été confirmées sauf l'hypothèse H2 : « les effets de familiarisation avec le test seront plus importants chez les participants les moins âgés », car nous n'avons pas observé d'effet de familiarisation au test de la VRB.

Dans cette partie, nous allons analyser et commenter nos résultats tout en les confrontant à ceux présents dans la littérature.

A. Relation entre seuils auditifs et les performances au test

Nous faisons l'hypothèse d'une absence de relation entre les seuils auditifs (PTM) des participants et leurs scores (RSB50) au test de la VRB (H3). Cependant, malgré des critères stricts de seuils auditifs pour recruter nos participants, ils ont des performances auditives variables, avec une perte auditive moyenne qui se situe entre 3,75 dB et 13,75 dB, avec une moyenne de PTM à 7,52 dB. Mais d'après les résultats de notre analyse par régression linéaire ce critère n'a pas d'influence sur les RSB50 obtenus au test. Il n'y a donc pas de relation entre les seuils auditifs des participants (PTM) et leurs résultats au test de la VRB (RSB50). Ainsi, pour notre groupe de participants, les performances au test de la VRB étaient indépendantes de la capacité auditive des participants. Cependant, cette relation n'a pas été vérifiée dans la littérature.

B. Relation entre le niveau d'étude et les performances au test

Ensuite, nous avons fait l'hypothèse H4, selon laquelle le niveau d'étude de nos participants n'affecterait pas les résultats (RSB50) au test de la VRB.

Nos participants se trouvaient pour les plus jeunes en classe de CM2 (niveau d'étude : CM2 = 4) et pour les plus âgés en troisième année d'étude après l'obtention du baccalauréat (niveau d'étude : 3^{ème} année post baccalauréat = 14). En moyenne, nos participants avaient un niveau d'étude de 8,13 années validées depuis le début de la classe du CP, soit l'équivalence d'une classe de troisième au collège.

Notre analyse par régression linéaire a validé notre hypothèse : le niveau d'étude n'a pas été retenu comme prédicteur du RSB50. Ce résultat rejoint celui obtenu dans l'étude de Jacobi (Jacobi et al., 2017). Cependant, nos résultats ne sont pas tout à fait comparables pour deux raisons. Premièrement, Jacobi et al. ont analysé les performances dans le bruit au sein d'une population avec moins de variation au niveau de l'âge. Leur étude a été réalisée auprès d'une population âgée de 12 à 17 ans, soit une étendue d'âge de 5 ans (Jacobi et al., 2017). Dans notre travail, l'âge de notre population s'étendait sur 10 ans (de 10 à 20 ans), soit le double. Aussi, la variable « niveau d'étude » était plus dispersée que dans l'étude de Jacobi et al., et possiblement moins corrélée avec l'âge.

Ensuite le matériel utilisé dans notre étude et celle de Jacobi diffère : dans la VRB le bruit masquant est l'OVG peut être considérée comme un masquage informationnel (Brungart, 2001; Leclercq et al., 2018), alors que le bruit masquant utilisé par Jacobi et son équipe est un bruit stationnaire produisant un masquage énergétique (Brungart, 2001; Jacobi et al., 2017).

Néanmoins, nous savons que le masquage informationnel requiert plus de compétences que le masquage énergétique (Brungart, 2001).

De plus, nous avons démontré que le vocabulaire employé dans la VRB était connu et acquis de notre population (le mot le plus tardivement acquis est « ruine » pour un âge d'acquisition moyen de 9,30 ans). Il est donc aussi envisageable que cette absence de relation soit liée à la « simplicité » des phrases et du vocabulaire employés dans les listes de la VRB.

C. Relation entre l'âge et les performances au test

Nous faisons l'hypothèse que l'âge de nos participants serait lié de manière linéaire et négative aux performances (RSB50) du test de la VRB (H1).

Certaines études ont montré qu'il existe une progression des performances au sein de tests dans le bruit dans des populations dont l'âge variait de l'enfance à l'adulte (Buss et al., 2017; Jacobi et al., 2017; Wightman & Kistler, 2005). Cette progression s'expliquerait par un développement du système auditif central, qui permettrait le développement des capacités suivantes : la capacité de localisation d'une source sonore et la capacité d'attention auditive sélective (Leibold, 2017). Ces capacités interviennent pour les situations de compréhension complexes telles que la compréhension de la parole dans un milieu bruyant (Leibold, 2017). Cependant, il faut noter que les études ont démontré que les dernières étapes de la maturation du système auditif central se terminait à l'âge de 11-12ans (Moore & Linthicum, 2007). Cette maturation ne peut donc pas expliquer l'augmentation des performances que nous avons observées.

Un autre facteur pourrait donc être une explication à cette augmentation des performances retrouvée chez notre jeune population : le type de masquage utilisé. En effet, lorsqu'un masquage de type informationnel est utilisé, le test devient plus difficile, et les performances dans le bruit semblent se développer sur une plus longue période (Buss et al., 2017; Corbin et al., 2016; Wightman & Kistler, 2005). Dans notre étude, le bruit masquant est l'OVG, constitué d'un faible nombre de locuteurs. Il s'agit donc d'un masquage de type informationnel.

Notre analyse par régression linéaire a déterminé quels facteurs influencent les résultats moyens (RSB50) du test de la VRB, et a confirmé que seul l'âge prédit les performances au test de la VRB. La corrélation entre l'âge (en mois) et la moyenne des scores de la VRB (RSB50) est négative. Aussi, lorsque l'âge (en mois) augmente, le RSB50 moyen diminue. Notre hypothèse H1 est confirmée.

Nous avons un autre objectif qui était de déterminer des scores de références. La régression linéaire nous a permis d'obtenir l'équation suivante :

$$RSB(50) \text{ (en dB RSB)} = -0,028 \times \text{âge (en mois)} + 5,107$$

Cela donne par exemple pour un enfant de 10 ans (soit 120 mois) :

$$RSB(50) = -0,028 \times 120 + 5,107 \Leftrightarrow RSB - 50 = 1,747 \text{ dB RSB}$$

Et pour un enfant de 11 ans (soit 132 mois) :

$$RSB(50) = -0,028 \times 132 + 5,107 \Leftrightarrow RSB - 50 = 1,411 \text{ dB RSB}$$

En calculant la différence de ces deux valeurs, nous observons l'existence d'une diminution moyenne du RSB50 de 0,34 dB par année. Cela diffère en étant légèrement supérieur aux observations de Jacobi et al. qui ont relevé une diminution du RSB50 de 0,2 dB par année (Jacobi et al., 2017).

Cet écart peut s'expliquer par la différence de matériel utilisé dans les deux études. Jacobi et al. ont utilisé un bruit masquant stable : un bruit stationnaire correspondant à un masquage énergétique (Brungart, 2001; Jacobi et al., 2017). Alors que la VRB utilise l'OVG considérée comme un masquage informationnel (Brungart et al., 2001; Leclercq et al., 2018). Aussi, l'OVG est un bruit plus difficile qui nécessite davantage de compétences qui s'acquièrent entre l'enfance et l'adolescence (Karns et al., 2015; Luciana et al., 2005). Ceci pourrait expliquer pourquoi la pente de notre droite (performances RSB50 en fonction de l'âge) est plus forte que celle de l'étude de Jacobi et al. (2017).

Afin de proposer des scores de référence pour le test de la VRB dans une population âgée entre 10 et 20 ans, nous avons utilisé l'équation qui résulte de la relation établie entre l'âge (en mois) et les performances au test de la VRB (RSB50) (Tableau 8).

Tableau 8 : scores de référence pour le test de la VRB en fonction de l'âge

Résultats moyens du test de la VRB (en dB RSB) en fonction de l'âge											
Âge (en années)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Âge (en mois)	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240
RSB50 (en dB RSB)	1,747	1,411	1,075	0,739	0,403	0,067	-0,269	-0,605	-0,941	-1,277	-1,613

Decambron et al. dans leur étude, avaient obtenu un score moyen de -0,37dB RSB dans le plus jeune groupe (20-30 ans) qu'ils ont recruté (Decambron et al., 2022). Nos participants obtiennent des performances équivalentes à ce groupe après l'âge de 16 ans, pour lequel le RSB50 moyen -0,269 dB RSB est observé.

Aussi nous pouvons nous demander, l'âge à partir duquel des enfants ou adolescents parviennent à des performances équivalentes à celles des adultes. Dans la littérature, et notamment dans l'étude de Jacobi, ses résultats indiquent que ses participants âgés de 17 ans obtiennent des performances comparables à son groupe d'adultes (Jacobi et al., 2017).

Pour étudier cela, nous avons séparé nos participants en 5 groupes d'âge : un groupe d'adultes âgés de 18 à 20 ans (N=11) considéré comme un groupe contrôle, et 4 autres groupes de tranches d'âges équivalentes de 2 ans : 10-11 ans (N=14), 12-13 ans (N=19), 14-15 ans (N=12) et 16-17 ans (N=16). Nous avons analysé les performances au test pour ces 5 groupes, et remarquons une diminution des RSB50 lorsque l'âge augmente. Autrement dit : une augmentation des performances lorsqu'en l'âge augmente.

Notre groupe d'adultes a obtenu un RSB50 moyen de -1,40 dB contre -0,37 dB pour le plus jeune groupe de l'étude de Decambron. La médiane de notre groupe se situe à -1,50 dB, alors que celle du groupe de Decambron se situe à -0,45 dB, le premier et troisième quartile de notre groupe se trouvent respectivement à -1,75 et -1,25 dB, tandis que dans le groupe des 20-30 ans de Decambron ils se trouvent à -1,1 dB et 0,39 dB.

Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que notre groupe d'adultes est plus jeune que celui de Decambron. Afin de prendre cela en compte et pouvoir déterminer si les performances sont équivalentes dans les deux études, nous avons pris la moyenne d'âge (en années) de notre groupe d'adultes et nous l'avons renseigné dans l'équation trouvée par Decambron et son équipe.

Nos 10 adultes ont une moyenne d'âge de 233,9 mois, ce qui correspond à 19,5 ans.

L'équation des performances au test de la VRB en fonction de l'âge (en années) retrouvée par Decambron est : $Y = 0,1353 \times X - 4,22$

Avec Y qui correspond au RSB50 moyen et X qui correspond à l'âge (en années) du participant. Cela donne pour notre groupe d'adultes :

$$0,1353 \times 19,5 - 4,22 = -1,58 \text{ dB RSB}$$

Ainsi, nos participants selon l'équation de Decambron auraient eu en moyenne un RSB50 de -1,58 dB.

Notre équation des performances au test de la VRB en fonction de l'âge (en mois) est la suivante : $Y = -0,028 \times X + 5,107$

Avec Y qui correspond au RSB50 et X qui correspond à l'âge (en mois) du participant.

$$-0,028 \times 233,9 + 5,107 = -1,44 \text{ dB RSB}$$

Nous trouvons à la suite de ces calculs un écart de performances de seulement 0,14 dB entre les deux études. Ce faible écart peut nous laisser penser que les conditions de test dans les deux études sont relativement proches, étant donné que les résultats pour des jeunes adultes sont très similaires.

Ensuite, nous avons souhaité déterminer la limite d'âge à partir de laquelle nos jeunes participants obtenaient des performances similaires (c'est-à-dire : non significativement différentes) de celles du groupe d'adultes. Nos résultats nous ont indiqué que des différences significatives de performances existaient entre notre groupe d'adultes et les groupes des 10-11 ans et 12-13 ans. Cependant, la différence des performances entre le groupe des 14-15 ans et celui des adultes est très proche du seuil de la significativité de 0,05. Du fait des petits nombres de participants au sein de ces groupes (adultes : N=10 et 14-15 ans : N=12), il est fort possible qu'avec davantage de participants la différence entre ces deux groupes devienne significative

D. Relation entre l'âge et l'effet de familiarisation avec le test

Enfin, nous faisons l'hypothèse, que les effets de familiarisation avec le test de la VRB seraient plus importants chez les participants les plus jeunes (H2). Nos participants ont tous effectué la même passation au test de la VRB : une liste d'entraînement ainsi que 4 listes de test. Nos participants ont donc tous entendu et répété 5 listes de la VRB. Nos résultats ont indiqué qu'il n'existait pas de différence significative dans les scores obtenus (RSB50) au sein des 4 différents tests. Cela démontre que la liste d'entraînement était suffisante pour familiariser les sujets à la VRB et ainsi conduire à une stabilité des performances.

Par conséquent, nous n'avons pas pu tester notre hypothèse qui indiquait que les effets de familiarisation seraient plus importants chez les participants les plus jeunes.

E. Perspectives

Malgré une population relativement nombreuse dans notre étude (72 participants), la répartition au sein de nos différents groupes d'âge n'était pas idéale. De ce fait, il serait intéressant de réitérer cette étude en augmentant d'avantage le nombre de sujets tout en faisant attention à la répartition au sein des groupes. Avec un meilleur équilibre ainsi qu'une augmentation du nombre de participants, nous pourrions nous prononcer sur la significativité de la différence des performances entre le groupe des 14-15 ans et celui des adultes (18-20 ans).

Nos résultats allaient dans le sens des études qui utilisent un masquage informationnel (Buss et al., 2017; Wightman & Kistler, 2005). Cependant Jacobi utilise un masquage énergétique et retrouve tout de même une augmentation des performances pendant la période de l'enfance à l'adolescence (Jacobi et al., 2017). Afin de voir si cet effet est dû au type de bruit masquant utilisé, il serait intéressant de réaliser une étude avec plusieurs conditions de bruit, impliquant des proportions plus ou moins importantes de masquages énergétique et informationnel. Cependant, cela semble difficile à réaliser avec le test de la VRB dans la mesure où le logiciel ne prévoit pas de choisir un autre type de bruit masquant.

Pour éviter tout biais linguistique nous avons réalisé notre étude auprès d'une population âgée de plus de 10 ans. Nous pourrions imaginer répéter l'étude avec une population plus jeune : âgée de moins de 10 ans (par exemple : 6-10 ans) tout en prenant en considération la connaissance du vocabulaire. Cela permettrait de mesurer les effets linguistiques sur les performances des enfants de cet âge.

V. Conclusion

En conclusion de ce travail, les tests dans le bruit comme la VRB sont indispensables dans la bonne pratique de l'audioprothésiste. Ils permettent de quantifier et d'évaluer une difficulté quotidienne rencontrée par des malentendants. Aussi il est important de s'y référer et notamment aux scores de référence établies pour chacun d'entre eux.

Le manque de données de référence auprès d'une jeune population (enfants et adolescents) pour le test de la VRB est d'autant plus contraignant, que les tendances des performances des tests dans le bruit mentionnées dans la littérature chez cette population sont discutées. Plusieurs facteurs jouent un rôle qui peuvent contribuer à la participation de ce phénomène : le type de masquage pratiqué ainsi que la période de vie pendant laquelle se déroule le développement du système auditif central.

De ce fait, la problématique de notre étude était double : avec d'une part l'obtention de scores de référence pour la VRB pour une population âgée de 10 à 20 ans. Et d'autre part, l'analyse de l'effet de l'âge sur les performances au test de la VRB, afin d'analyser la force de cette relation et d'estimer l'âge à partir duquel les participants atteignent les mêmes performances que les personnes adultes.

Nos résultats ont montré une relation forte et positive entre l'âge de nos participants et leurs performances au test, les participants les plus âgés réalisant de meilleures performances. Grâce à l'équation expliquant cette augmentation des performances moyennes en fonction de l'âge, nous avons réussi à quantifier cet effet qui se résume à une baisse de 0,34 dB par an, et déterminer des scores de référence pour le test de la VRB pour des participants âgés de 10 à 20 ans.

VI. Bibliographie

- Aides_auditives_avis.pdf*. (s. d.). Consulté 27 juillet 2023, à l'adresse https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/aides_auditives_avis.pdf
- Brungart, D. S. (2001). Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *109*(3), 1101-1109. <https://doi.org/10.1121/1.1345696>
- Brungart, D. S., Simpson, B. D., Ericson, M. A., & Scott, K. R. (2001). Informational and energetic masking effects in the perception of multiple simultaneous talkers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *110*(5), 2527-2538. <https://doi.org/10.1121/1.1408946>
- Buss, E., Leibold, L. J., Porter, H. L., & Grose, J. H. (2017). Speech recognition in one- and two-talker maskers in school-age children and adults : Development of perceptual masking and glimpsing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *141*(4), 2650-2660. <https://doi.org/10.1121/1.4979936>
- Carhart, R., Johnson, C., & Goodman, J. (1975). Perceptual masking of spondees by combinations of talkers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *58*(S1), S35-S35. <https://doi.org/10.1121/1.2002082>
- Carhart, R., & Tillman, T. W. (1970). Interaction of Competing Speech Signals With Hearing Losses. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, *91*(3), 273-279. <https://doi.org/10.1001/archotol.1970.00770040379010>
- Corbin, N. E., Bonino, A. Y., Buss, E., & Leibold, L. J. (2016). Development of Open-Set Word Recognition in Children : Speech-Shaped Noise and Two-Talker Speech Maskers. *Ear & Hearing*, *37*(1), 55-63. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000201>

- Decambron, M., Leclercq, F., Renard, C., & Vincent, C. (2022). Speech audiometry in noise : SNR Loss per age-group in normal hearing subjects. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 139(2), 61-64.
<https://doi.org/10.1016/j.anorl.2021.05.001>
- Dodelé, L & Dodelé, D. (2000). *L'audiométrie vocale en présence de bruit et filetest AVfB* (Cahiers de l'audition, Vol. 13).
- Eisenberg, L. S., Shannon, R. V., Schaefer Martinez, A., Wygonski, J., & Boothroyd, A. (2000). Speech recognition with reduced spectral cues as a function of age. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(5), 2704-2710. <https://doi.org/10.1121/1.428656>
- Ferrand, L., Bonin, P., Méot, A., Augustinova, M., New, B., Pallier, C., & Brysbaert, M. (2008). Age-of-acquisition and subjective frequency estimates for all generally known monosyllabic French words and their relation with other psycholinguistic variables. *Behavior Research Methods*, 40(4), 1049-1054.
<https://doi.org/10.3758/BRM.40.4.1049>
- Hagerman, B. (1982). Sentences for Testing Speech Intelligibility in Noise. *Scandinavian Audiology*, 11(2), 79-87. <https://doi.org/10.3109/01050398209076203>
- Jacobi, I., Sheikh Rashid, M., De Laat, J. A. P. M., & Dreschler, W. A. (2017). Age Dependence of Thresholds for Speech in Noise in Normal-Hearing Adolescents. *Trends in Hearing*, 21, 233121651774364. <https://doi.org/10.1177/2331216517743641>
- Jansen, S., Luts, H., Wagener, K. C., Kollmeier, B., Del Rio, M., Dauman, R., James, C., Fraysse, B., Vormès, E., Frachet, B., Wouters, J., & Van Wieringen, A. (2012). Comparison of three types of French speech-in-noise tests : A multi-center study. *International Journal of Audiology*, 51(3), 164-173.
<https://doi.org/10.3109/14992027.2011.633568>

- Joly, C.-A., Reynard, P., Mezzi, K., Bakhos, D., Bergeron, F., Bonnard, D., Borel, S., Bouccara, D., Coez, A., Dejean, F., Del Rio, M., Leclercq, F., Henrion, P., Marx, M., Mom, T., Mosnier, I., Potier, M., Renard, C., Roy, T., ... Thai-Van, H. (2022). Recommandations de la Société française d'ORL et de chirurgie de la face et du cou (SFORL) et de la Société française d'audiologie (SFA) pour la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit chez l'adulte. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*, 139(1), 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.aforl.2021.03.004>
- Karns, C. M., Isbell, E., Giuliano, R. J., & Neville, H. J. (2015). Auditory attention in childhood and adolescence : An event-related potential study of spatial selective attention to one of two simultaneous stories. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 13, 53-67. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.03.001>
- Killion, M. C., Niquette, P. A., Gudmundsen, G. I., Revit, L. J., & Banerjee, S. (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), 2395-2405. <https://doi.org/10.1121/1.1784440>
- Lachaud, C. M. (2007). CHACQFAM : Une base de données renseignant l'âge d'acquisition estimé et la familiarité pour 1225 mots monosyllabiques et bisyllabiques du Français. *L'Année Psychologique*, 107(01), 39. <https://doi.org/10.4074/S0003503307001030>
- Leclercq, F., Renard, C., & 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), 315-319. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2018.07.002>
- Lee, J. Y. (2015). Aging and Speech Understanding. *Journal of Audiology and Otology*, 19(1), 7-13. <https://doi.org/10.7874/jao.2015.19.1.7>

- Leibold, L. J. (2017). Speech Perception in Complex Acoustic Environments : Developmental Effects. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(10), 3001-3008.
https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-H-17-0070
- Leibold, L. J., & Buss, E. (2019). Masked Speech Recognition in School-Age Children. *Frontiers in Psychology*, 10, 1981. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01981>
- Luciana, M., Conklin, H. M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2005). The Development of Nonverbal Working Memory and Executive Control Processes in Adolescents. *Child Development*, 76(3), 697-712. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00872.x>
- Moore, J. K., & Linthicum, F. H. (2007). The human auditory system : A timeline of development. *International Journal of Audiology*, 46(9), 460-478.
<https://doi.org/10.1080/14992020701383019>
- New, B., Pallier, C., Brysbaert, M., & Ferrand, L. (2004). Lexique 2 : A new French lexical database. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(3), 516-524.
<https://doi.org/10.3758/BF03195598>
- Nilsson, M., Soli, S. D., & 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), 1085-1099.
<https://doi.org/10.1121/1.408469>
- Nishi, K., Lewis, D. E., Hoover, B. M., Choi, S., & Stelmachowicz, P. G. (2010). Children's recognition of American English consonants in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(5), 3177-3188. <https://doi.org/10.1121/1.3377080>
- Section 2 : Local réservé à l'activité professionnelle. (Articles D4361-19 à D4361-20) — Légifrance.* (s. d.). Consulté 23 juillet 2023, à l'adresse
<https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000006914295/2005-08-13>

- Thillay, A., Roux, S., Gissot, V., Carteau-Martin, I., Knight, R. T., Bonnet-Brilhault, F., & Bidet-Caulet, A. (2015). Sustained attention and prediction : Distinct brain maturation trajectories during adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*, 519.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00519>
- Vaillancourt, V., Laroche, C., Mayer, C., Basque, C., Nali, M., Eriks-Brophy, A., Soli, S. D., & Giguère, C. (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), 358-361. <https://doi.org/10.1080/14992020500060875>
- Werner, L. A. (2007). Issues in human auditory development. *Journal of Communication Disorders*, *40*(4), 275-283. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2007.03.004>
- Wightman, F. L., & Kistler, D. J. (2005). Informational masking of speech in children : Effects of ipsilateral and contralateral distracters. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *118*(5), 3164-3176. <https://doi.org/10.1121/1.2082567>
- Working Group on Speech Understanding and Aging. (1988). Speech understanding and aging. Working Group on Speech Understanding and Aging. Committee on Hearing, Bioacoustics, and Biomechanics, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *83*(3), 859-895.

VII. Annexes

Annexe I : circulaire distribuée par l'institution Saint Grégoire à l'intention des parents d'élèves.....	42
Annexe II : notice d'information et de consentement éclairé pour le participant majeur.....	43
Annexe III : notice d'information et de consentement éclairé pour le participant mineur	45
Annexe IV : notice d'information et de consentement éclairé du parent accompagnateur...	47
Annexe V : questionnaire d'anamnèse	49
Annexe VI: feuille de consignes écrites pour les différents tests	50

Annexe I : circulaire distribuée par l'institution Saint Grégoire à l'intention des parents d'élèves



Collège et Lycée Saint Grégoire

3 place Choiseul

37100 TOURS

Tel, : 02.47.54.51.39

@courriel : contact@saint-gregoire.net

Tours, le 13 janvier 2023

Madame , Monsieur,

Une de nos anciennes élèves en école d'audioprothèse construit son mémoire de fin d'études sur la réalisation des valeurs normatives du test du VRB (Vocale Rapide dans le Bruit) chez une population pédiatrique (de 10 à 20 ans) Depuis 2018, il est devenu obligatoire de réaliser des tests dans le bruit pour que ce soit plus représentatif du quotidien de tous. Cela permet de quantifier l'une des plus grandes difficultés des patients : la gêne de compréhension dans des environnements bruyants.

Le VRB fait partie des tests dans le bruit validé en France. Il permet de mesurer cette difficulté.

L'institution Saint Grégoire a le souci de l'aider à la construction de ce mémoire et vous propose de contribuer à la réalisation de cette étude. Si vous l'acceptez, vos enfants pourront participer à l'élaboration de ce nouveau protocole et permettront ainsi à des jeunes malentendants d'être mieux pris en charge.

Cette étude a lieu du 3 janvier au 21 avril 2023 dans un des 3 Centres Audilab de Tours. Un rendez-vous est donné pour une durée de 35 à 40 min. Au cours de ce rendez-vous, deux séries de tests sont effectuées à l'aide d'un casque et trois autres à l'aide de haut-parleurs.

Si vous êtes intéressés, nous vous remercions de bien vouloir aller à l'adresse suivante <https://forms.gle/KyHx95q4FPvqpM3J9> afin d'être contactés pour une prise de rendez-vous.

L'institution Saint Grégoire

Annexe II : notice d'information et de consentement éclairé pour le participant majeur

NOTICE D'INFORMATION ET CONSENTEMENT ECLAIRE POUR PARTICIPANTS DE PLUS DE 18 ANS.

Titre du projet : Effet de l'âge et valeurs normatives du test VRB pour la tranche d'âge 10 - 20 ans.

Chercheur titulaire responsable scientifique du projet :

Pr. Mathieu MARX
PH-PH, Service ORL, otoneurologie et ORL pédiatrique
CHU Purpan
Place du Dr Baylac, 31059, Toulouse Cedex
Téléphone: 05.61.77.22.04
Courriel: marx.m@chu-toulouse.fr

Lieu de recherche :

Audilab Tours Nord
21 avenue André Maginot
37100 Tours

But du projet de recherche :

Le test VRB (Vocale rapide dans le bruit) permet de mesurer la compréhension de la parole dans un environnement bruyant. Ce projet a pour but d'étudier les effets de l'âge sur la performance au test VRB et d'obtenir des scores de référence pour une population âgée de 10 à 20 ans.

Ce que l'on attend de vous (méthodologie) :

Si vous acceptez de participer à cette étude, vous allez dans un premier temps répondre à un court questionnaire (durée : 5 minutes) celui-ci permettra d'enregistrer des informations telles que votre âge, votre sexe et votre niveau d'études. Ensuite, nous allons réaliser un test qui permettra d'évaluer votre niveau d'audition sur plusieurs fréquences (sons plus ou moins graves ou aigus) et à différentes intensités (volumes) (durée: 5-10 minutes). Si vos performances correspondent aux critères requis par l'étude, vous effectuerez un autre test. Vous entendrez alors différentes phrases en présence d'un bruit dont l'intensité augmentera petit à petit et l'exercice consistera à répéter les phrases entendues (durée: 5-10 minutes).

Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps :

Votre contribution à cette étude est volontaire. Vous pouvez vous en retirer ou cesser votre participation à tout moment. Votre décision de participer, ou de refuser de participer, ou de cesser votre participation n'aura aucun effet sur vos relations futures avec les personnes ou les organismes dont dépend l'investigateur, à savoir l'Université Paul Sabatier (Toulouse 3).

Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée :

Les données obtenues dans cette étude seront traitées avec la plus grande confidentialité. Votre identité sera masquée par un numéro aléatoire, et aucun renseignement ne sera dévoilé qui puisse révéler votre identité. Toutes les données seront gardées dans un endroit sécurisé et seul le responsable scientifique y aura accès. Le strict anonymat de cette étude rend impossible la rectification ou la suppression des informations vous concernant après la fin de votre participation.

Bénéfices :

Les avantages attendus de cette recherche sont de permettre aux médecins et audioprothésistes de disposer de scores de référence pour le test VRB pour la population âgée de 10 à 20 ans.

Risques possibles :

Cette étude n'implique aucun risque ou inconfort. Le niveau des sons qui vous seront diffusés a été mesuré afin d'éviter toute écoute inconfortable.

Diffusion :

Cette recherche est susceptible d'être diffusée dans des colloques et publiée dans des actes de colloque et des articles de revue académique.

Vos droits de poser des questions en tout temps :

Vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec le responsable scientifique du projet par courrier électronique à marx.m@chu-toulouse.fr (ou par téléphone au 05.61.77.22.04).

Consentement à la participation :

En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-dessus, qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'on vous a avisé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche en tout temps, sans préjudice.

A remplir par le participant :

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche.

Nom, Prénom – Date – Signature

Un exemplaire de ce document vous est remis, un autre exemplaire est conservé dans le dossier.

Annexe III : notice d'information et de consentement éclairé pour le participant mineur

NOTICE D'INFORMATION ET CONSENTEMENT ECLAIRE POUR L'ENFANT.

Titre du projet : Effet de l'âge et valeurs normatives du test VRB pour la tranche d'âge 10 - 20 ans.

Chercheur titulaire responsable scientifique du projet :

Pr. Mathieu MARX
PH-PH, Service ORL, otoneurologie et ORL pédiatrique
CHU Purpan
Place du Dr Baylac, 31059, Toulouse Cedex
Téléphone: 05.61.77.22.04
Courriel: marx.m@chu-toulouse.fr

Lieu de recherche :

Audilab Tours Nord
21 avenue André Maginot
37100 Tours

But du projet de recherche :

Le test VRB (Vocale rapide dans le bruit) permet de mesurer la compréhension de la parole dans un endroit avec du bruit. Ce projet a pour but d'étudier les effets de l'âge sur la performance au test VRB et d'obtenir des scores de référence pour des personnes âgées de 10 à 20 ans.

Ce que l'on attend de toi :

Si tu acceptes de participer à cette étude, tu vas dans un premier temps répondre à quelques questions (durée : 5 minutes). Cela me permettra de noter quelques informations telles que ton âge, ton sexe et ton niveau d'études.

Ensuite, nous allons réaliser un exercice avec un casque que tu auras sur les oreilles. Pendant cet exercice, tu entendas différents sons. Cela me permettra de savoir comment tu entends (durée: 5-10 minutes). Si tu entends bien tous les sons, tu feras un autre exercice. Tu entendas plusieurs phrases avec un bruit qui augmentera petit à petit et tu devras répéter les phrases que tu as entendues (durée : 5-10 minutes).

Tes droits de te retirer de la recherche en tout temps :

Ta contribution à cette étude est volontaire. Tu peux t'en retirer ou cesser ta participation à tout moment. Ta décision de participer, ou de refuser de participer, ou d'arrêter ta participation n'aura aucun effet sur tes relations futures avec les personnes ou les organismes dont dépend l'investigateur, à savoir l'Université Paul Sabatier (Toulouse 3).

Risques possibles :

Dans cette étude il n'y a aucun risque. Le volume des sons que tu vas entendre a été mesuré pour éviter toute écoute inconfortable.

Tes droits à la confidentialité et au respect de la vie privée :

Les données obtenues dans cette étude seront traitées avec la plus grande confidentialité. Ton identité sera masquée par un numéro choisi au hasard, et aucun renseignement ne pourra révéler ton identité. Toutes les données seront gardées dans un endroit sécurisé et seul le responsable scientifique y aura accès. Le strict anonymat de cette étude rend impossible de changer ou de supprimer des informations te concernant après ta participation.

Bénéfices :

Les avantages attendus de cette recherche sont de permettre aux médecins et audioprothésistes de disposer de scores de référence pour le test VRB pour les personnes âgées de 10 à 20 ans.

Tes droits de poser des questions en tout temps :

Tu as la possibilité de poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec le responsable scientifique du projet par courrier électronique à marx.m@chu-toulouse.fr (ou par téléphone au 05.61.77.22.04).

Consentement à la participation :

En signant le formulaire de consentement, tu certifies que tu as lu et compris les renseignements ci-dessus, que l'on a répondu à tes questions de façon satisfaisante, et que l'on t'a informé que tu étais libre d'annuler le consentement ou de retirer ta participation à cette recherche à tout moment.

A remplir par le participant :

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche.

Nom, Prénom – Date – Signature

Un exemplaire de ce document te sera remis, un autre exemplaire est conservé dans le dossier.

NOTICE D'INFORMATION ET CONSENTEMENT ECLAIRE POUR LE PARENT ACCOMPAGNATEUR.

Titre du projet : Effet de l'âge et valeurs normatives du test VRB pour la tranche d'âge 10 - 20 ans.

Chercheur titulaire responsable scientifique du projet :

Pr. Mathieu MARX
PH-PH, Service ORL, otoneurologie et ORL pédiatrique
CHU Purpan
Place du Dr Baylac, 31059, Toulouse Cedex
Téléphone: 05.61.77.22.04
Courriel: marx.m@chu-toulouse.fr

Lieu de recherche :

Audilab Tours Nord
21 avenue André Maginot
37100 Tours

But du projet de recherche :

Le test VRB (Vocale rapide dans le bruit) permet de mesurer la compréhension de la parole dans un environnement bruyant. Ce projet a pour but d'étudier les effets de l'âge sur la performance au test VRB et d'obtenir des scores de référence pour une population âgée de 10 à 20 ans.

Ce que l'on attend de vous (méthodologie) :

Si vous acceptez que votre enfant participe à cette étude, vous et votre enfant allez dans un premier temps répondre à un court questionnaire (durée : 5 minutes) celui-ci permettra d'enregistrer des informations telles que l'âge de votre enfant, son sexe et son niveau d'études.

Ensuite, nous allons réaliser un test qui permettra d'évaluer son niveau d'audition sur plusieurs fréquences (des sons plus ou moins graves ou aigus) et à différentes intensités (volumes) (durée : 5-10 minutes). Si ses performances correspondent aux critères requis par l'étude, il effectuera un autre test. Il entendra différentes phrases en présence d'un bruit dont l'intensité augmentera petit à petit et l'exercice consistera à répéter les phrases entendues (durée : 5-10 minutes).

Vos droits de retirer votre enfant de la recherche en tout temps :

Votre contribution à cette étude est volontaire. Vous pouvez vous en retirer ou cesser la participation de votre enfant à tout moment. Votre décision de le laisser participer, ou de refuser de laisser participer, ou de cesser sa participation n'aura aucun effet sur vos relations futures avec les personnes ou les organismes dont dépend l'investigateur, à savoir l'Université Paul Sabatier (Toulouse 3).

Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée :

Les données obtenues dans cette étude seront traitées avec la plus grande confidentialité. L'identité de votre enfant sera masquée par un numéro aléatoire, et aucun renseignement ne sera dévoilé qui puisse révéler l'identité de votre enfant. Toutes les données seront gardées dans un endroit sécurisé et seul le responsable scientifique y aura accès. Le strict anonymat de cette étude rend impossible la rectification ou la suppression des informations concernant votre enfant après la fin de sa participation.

Bénéfices :

Les avantages attendus de cette recherche sont de permettre aux médecins et audioprothésistes de disposer de scores de référence pour le test VRB pour la population âgée de 10 à 20 ans.

Risques possibles :

Cette étude n'implique aucun risque ou inconfort. Le niveau des sons qui seront diffusés à votre enfant a été mesuré afin d'éviter toute écoute inconfortable.

Diffusion :

Cette recherche est susceptible d'être diffusée dans des colloques et publiée dans des actes de colloque et des articles de revue académique

Vos droits de poser des questions en tout temps :

Vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec le responsable scientifique du projet par courrier électronique à marx.m@chu-toulouse.fr (ou par téléphone au 05.61.77.22.04).

Consentement à la participation :

En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-dessus, qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'on vous a avisé que vous étiez libre d'annuler le consentement ou de retirer votre enfant de cette recherche en tout temps, sans préjudice.

A remplir par le parent accompagnateur :

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré que mon enfant participe à cette recherche.

Nom, Prénom – Date – Signature

Parent de l'enfant :

Un exemplaire de ce document vous est remis, un autre exemplaire est conservé dans le dossier.

Annexe V : questionnaire d'anamnèse

QUESTIONNAIRE D'INCLUSION À L'ÉTUDE ET D'ANAMNÈSE

Questionnaire d'inclusion et d'anamnèse

Date:...../...../2023

Première partie : vérification des critères d'inclusion

Age:ans et mois

Francophone natif: OUI NON

Pas de perte auditive autodéclarée: OUI NON

Seconde partie (si le sujet est incluable): attribution d'un identifiant

Identifiant attribué au sujet:.....

Sexe: Masculin Féminin

Niveau d'études (nombre d'années validées depuis le CP):.....

Annexe VI: feuille de consignes écrites pour les différents tests

Consignes:

Audiométrie tonale au casque:

"Je vais te mettre un casque sur les oreilles, et tu vas entendre un son. Le son va disparaître et revenir, dès que tu l'entends de nouveau même s'il est tout petit, tu me le dis en levant la main. On commencera d'abord par l'oreille droite, puis on fera la même chose avec l'oreille gauche.

Audiométrie vocale au casque:

"Toujours avec le casque sur les oreilles, cette fois ci tu vas entendre des mots. Il faut que tu répètes les mots que tu as entendu. Attention, le son des mots va devenir de plus en plus petit. Comme tout à l'heure, on commencera par l'oreille droite puis on fera la même chose avec l'oreille gauche.

Vocale Rapide dans le Bruit:

«Des phrases vont être prononcées via le haut-parleur face à toi. Au fur et à mesure, un bruit de fond va apparaître dans les hauts parleurs autour de toi. Ce bruit va progressivement augmenter en intensité. Tu dois répéter le maximum de mots que tu perçois, même si tu n'arrives pas à répéter la phrase en entier".

Résumé

Contexte : Le test de la VRB permet de quantifier la compréhension de la parole dans le bruit. Chez une jeune population aucun score de référence n'existe pour ce test. Cependant, les études s'entendent pour dire que la tendance des performances d'une jeune population s'avère différente d'une population vieillissante. Le développement du participant, ainsi que le type de bruit utilisé pour le masquage peuvent expliquer ce phénomène.

Objectifs : Déterminer des scores de référence pour le test de la VRB auprès d'une population de normoentendants âgée de 10 à 20 ans. Déterminer l'évolution des performances de ce test au sein de notre population.

Matériel et méthode : Cette étude a été réalisée auprès de participants d'audition et de compréhension strictement normale. La passation du test de la VRB a ensuite été effectuée comme indiquée dans les recommandations : avec une phase d'entraînement (1 liste) et une phase de test (4 listes).

Résultats : Nos résultats auprès de 72 participants montrent que le jeune âge de notre population affecte leur performance au test de la VRB. Des scores de référence peuvent être établies à partir d'une équation représentant les performances de RSB50 moyen en fonction de l'âge.

Conclusion : Nos résultats rejoignent ceux présents dans la littérature et démontrent une forte relation positive entre l'âge des participants et leur performance au test de la VRB. Ainsi, plus le participant était âgé, plus il était performant dans le bruit.

Mots clés : Performances, vocale rapide dans le bruit, développement, enfants et adolescents normoentendants