



**HAL**  
open science

**Validation et évaluation de la version française du questionnaire de dépistage du handicap auditif HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening) chez l'adulte de plus de 60 ans**

Jeanne Duchêne

► **To cite this version:**

Jeanne Duchêne. Validation et évaluation de la version française du questionnaire de dépistage du handicap auditif HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening) chez l'adulte de plus de 60 ans. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03019986

**HAL Id: dumas-03019986**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03019986v1>**

Submitted on 23 Nov 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**UNIVERSITÉ DE BORDEAUX**  
Unité de Formation et de Recherche des Sciences Médicales

Année 2020

**Thèse n° 3110**

Thèse pour l'obtention du

**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

**Discipline : Oto-Rhino-Laryngologie et chirurgie cervico-faciale**

Présentée et soutenue publiquement le 29 septembre 2020 à Bordeaux par

**Jeanne DUCHÊNE**

Interne des hôpitaux

Née le 20 octobre 1992 à Remiremont (88)

**Validation et évaluation de la version française du questionnaire de dépistage  
du handicap auditif HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly-  
Screening) chez l'adulte de plus de 60 ans**

Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Damien BONNARD

Rapporteur externe

Monsieur le Professeur Christophe VINCENT

Membres du jury

Monsieur le Professeur Vincent DARROUZET	Président
Madame le Professeur Valérie FRANCO	Juge
Monsieur le Professeur Hung THAI-VAN	Juge
Madame le Docteur Alix RIBADEAU DUMAS	Juge
Monsieur le Docteur Damien BONNARD	Directeur



## REMERCIEMENTS

### **À Monsieur le Professeur Vincent DARROUZET**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier ; Président du jury*

Veillez recevoir mes sincères remerciements pour avoir accepté de présider ma thèse. C'était une grande chance d'avoir pu bénéficier de votre expertise et de vos enseignements en otologie tout au long de mon internat. Ils me seront d'une aide précieuse et je vous en suis reconnaissante.

### **À Madame le Professeur Valérie FRANCO**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier ; Membre du jury*

Je vous remercie d'avoir accepté de participer au jury de cette thèse. Merci pour votre grande disponibilité, vos conseils et votre écoute qui m'auront bien guidée tout au long de mon internat et permis de mener à bien mes projets. Merci pour votre enseignement et votre rigueur médicale et scientifique qui nous fait progresser au quotidien.

### **À Monsieur le Professeur Hung THAI-VAN**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier ; Membre du jury*

C'est un honneur pour moi que d'être jugée sur mon travail par un expert en audiologie. Veuillez recevoir mes sincères remerciements pour avoir accepté d'évaluer cette thèse qui saura, j'espère, éveiller votre intérêt.

### **À Monsieur le Professeur Christophe VINCENT**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier ; Rapporteur de thèse*

Veillez recevoir mes respectueux remerciements et ma gratitude pour avoir accepté d'être le rapporteur de cette thèse. Vos remarques sur mon travail m'ont aidé au perfectionnement de celui-ci et je vous en remercie.

**À Madame le Docteur Alix RIBADEAU DUMAS**

*Praticien Hospitalier ; Membre du jury*

Je te remercie d'avoir accepté de juger mon travail de thèse et d'y avoir contribué en me proposant des participants ! Merci pour ta bonne humeur, ta disponibilité au quotidien et tes conseils, toujours avisés, que ce soit en otologie ou en garde. C'est un plaisir de travailler avec toi et je te remercie, encore une fois, pour ton aide apportée dans la rédaction de mon mémoire. Nous sommes chanceux de t'avoir à Bordeaux !

**À Monsieur le Docteur Damien BONNARD**

*Maîtres de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier ; Directeur et Membre du jury*

Je te remercie de m'avoir confié ce sujet de thèse qui était un défi passionnant à relever. Merci pour ta bonne humeur et ta vision toujours positive des choses, surtout lorsque je voyais le verre à moitié vide...Merci pour ton soutien et ton aide précieuse pour la mise en place de l'étude et ta disponibilité pour m'aider à tester nos 290 sujets. Finalement, we made it ! Je te remercie pour la confiance que tu m'as accordée au quotidien et ce, dès mon premier semestre en otologie !

## **À celles et ceux sans qui cette étude n'aurait jamais pu avoir lieu :**

- **Aux infirmières audiométristes** : merci Sylvie, Estelle, Joëlle, Nathalie, Béa et Élodie pour m'avoir accompagnée pendant toute la durée de l'étude. Merci pour votre disponibilité, vos conseils, vos enseignements et surtout pour votre bienveillance et vos sourires ! Vous étiez toujours là quand le moral n'était pas au rendez-vous ! Après 7 mois d'occupation, la cabine du 2<sup>ème</sup> étage est de nouveau à vous !
- **A Malika et Laurence**, secrétaires du service des pathologies professionnelles, qui ont accueilli et rassuré les candidats sur la localisation de notre cabine et sur ma venue lorsqu'ils étaient en avance. C'était une petite attention qui a fait la différence. Navrée pour le bruit occasionné, le calme est maintenant revenu au 2<sup>e</sup> étage du PQR 2 !
- **Aux aides-soignantes et infirmières du PQR** : Najia, Aline, Anne-Laure, Adeline, Julienne et j'en oublie probablement ... Merci de m'avoir laissée arpenter la consultation et de m'avoir permis de recruter quelques participants pendant leur attente !
- **Au personnel du CHU** qui nous a permis de promouvoir plus facilement notre étude : M Sébastien Marchi pour l'écriture du protocole et sa validation, M Sébastien Terrade pour les chèques-parking, la direction de l'informatique pour les diffusions sur le mail et l'intranet du CHU. Merci aux agents d'accueil du PQR et du tripode pour m'avoir redirigé certains patients intéressés et distribué mes flyers et merci aux différents services de consultation et d'hospitalisation du CHU pour m'avoir laissée faire ma pub (surtout l'ophtalmo) !
- **Un grand merci au service de chirurgie ambulatoire du CFXM**, notamment Joëlle, Mme Brousse, Audrey, Lucile, Stéphanie, Sabrina et celles que j'ai oubliées pour m'avoir aidée à chercher des volontaires parmi les accompagnants. Vos impressions étaient souvent justes sur les candidats potentiels !
- **Merci à Louis** pour ton aide dans la rédaction du protocole et les stats !
- **Au personnel de la médiathèque du tripode** : c'était l'effet boule de neige ! Merci de vous être proposés comme candidats au fur et à mesure des inclusions ! Vos contacts et le bouche à oreille m'ont été précieux.
- **À tous les participants de l'étude** : merci pour votre venue, votre bonne humeur et votre bienveillance, commune à tous. Merci pour vos mots gentils et vos encouragements à la fin de chaque séance. Et bien sûr, merci de m'avoir aidée à poursuivre mon objectif sur le nombre de participants à atteindre en recrutant vous-mêmes vos conjoint(e)s, ami(e)s, anciens collègues !

## À celles et ceux qui m'ont accompagnée pendant toutes ces années :

- **Mes parents** : merci pour avoir toujours été là, de près ou de loin et pour votre soutien dans tous mes projets : faire médecine, vivre en Italie, déménager à Bordeaux... Merci Papa pour la correction de cette thèse, ton aide m'a été (comme d'habitude) très précieuse !
- **Mes sœurs** : étant la dernière de cette belle lignée féminine, je vous remercie pour vos conseils avisés dans ma vie personnelle et professionnelle ; même si parfois, je ne me rends compte de leur bien-fondé qu'a posteriori. Je suis fière de la solidarité qui nous unit toutes les quatre et qui se renforce de jour en jour, même éloignées !
- **Mes grands-parents** : merci à ma Grand-Maman qui a été ma première rencontre avec la surdité et les vertiges. Peut-être as-tu influencé sans le savoir le choix de ma spécialité ? Tu serais si fière de me voir enfin arrivée au titre tant désiré de Docteur en médecine. Merci pour toutes ces heures passées ensemble pendant des années, pour avoir partagé tes histoires de vie, tes conseils et ton optimisme. Merci à toi et à Grand-Papa pour m'avoir toujours accueillie à bras ouverts chez vous en toutes circonstances.
- **À mes copines du lycée, copines pour la vie** : Chloé, Clotilde et Alix. Tant de choses partagées depuis l'internat à Claude Gellée, dans la chambre 303 et ce n'est pas fini !
- **Aux poules nancéennes** : Chloé, Kristou, Patate, Coco, Marie et Aurélien ? Merci pour ces fous rires et pour avoir continué nos traditionnels dîners pitañçois, certes à un rythme moins effréné... Merci pour votre amitié depuis notre P2 et pour avoir inclus des nouveaux membres au groupe ! Je vous attends de pied ferme pour nos prochaines retrouvailles !
- **Aux piliers du tutorat nancéen** : Pascal Loutre, Méli, Manon, Camille, Rémi et Liiiiinda. Dire qu'on est tous docteurs maintenant ! Qui l'eut cru ?
- **Martita, Baptiste, Chips** : merci de m'avoir accepté dans le très restreint mais terrible clan de la mafia nancéenne à Bordeaux... **Aurorita, Monsieur Hen ; Titi** : merci d'avoir rejoint par la suite cette terrifiante organisation. Merci à vous pour tous ces supers moments partagés à Nancy, à Padoue, à Bordeaux, à Capbreton (Baptiste rappelle-toi le Calicéo post-orage), à Périgueux, à Bénesse ta mère et en Roumanie. Martita, je t'achèterai ton « ticket to the blues » ; ne t'inquiète pas ; Ginger te le donnera avec l'accent québécois...
- **À mes Erasmini** : Ananas, Koni, Ruli, Clemi, Michou, Martin, Marie, Jo, Jan. Grazie per tutti questi bei momenti trascorsi insieme (che sia a Padova o in Tedescolandia) !
- **À Carlotta** : merci pour ton aide et pour m'avoir supportée au quotidien cette année !!!
- **Aux énergumènes gerbamontois** : Augustin, Carib, le Lionours, Timothée, Marguerite et tutti quanti. Ils se reconnaîtront.

## **À celles et ceux qui m'ont accompagnée pendant l'internat :**

- **À l'équipe de carcino du CHU** : Pr de Monès, Dr Castetbon et Dr (Richard ?) Dassé : merci pour vos enseignements en cancérologie et votre confiance au quotidien. C'était chouette et stimulant de travailler à vos côtés !
- **À l'équipe de rhino** : Pr De Gabory, Mélo, Popo, Prince Ahmed : merci pour ces semestres de conversion à la rhinologie. On y prend goût finalement !
- **À l'équipe d'oto et de pédiat** : merci pour m'avoir donné la fièvre de l'otologie dès le premier semestre et pour m'avoir soutenue et accompagnée dans l'élaboration de cette thèse.
- **Merci aux chefs et anciens co-internes bordelais pour votre compagnonnage dans l'apprentissage de l'ORL** : Nico, Sylvain, Thomas, Séverin, Thibault, Magali, Dorothée...
- **Merci à l'équipe d'ORL de Pau pour ce super stage d'ORL en votre compagnie** : Michel, Fabienne, Sylvestre, Camille et M Pétriat. J'en garde un super souvenir.
- **Merci à l'équipe Toulousaine** pour m'avoir acceptée pendant ces six mois même si je venais du mauvais côté de la Garonne ! Pr Serrano, Vergez et Woizard, Guillaume, Manue, Émilien, Julie, Benja, Clément et Sabine. Merci à ma team de supers co-internes pour ces chouettes moments (Nad', Fouquie ; Casa de Tuto) ; Valoche, Clémence, Marion et Pierre. I miss you !
- **Merci à l'équipe de chir gé de Bayonne** pour ce super semestre de découverte chirurgicale.
- **Merci au service de chir maxillo-faciale du CHU** pour ce semestre à vos côtés.
- **Merci au personnel du B1 et du bloc du CFXM** pour le travail que vous faites au quotidien.
- **Merci à mes co-internes pour votre soutien depuis 5 ans** : Rachou, mon binôme depuis J1 de l'internat : merci pour ton amitié depuis tout ce temps. J'espère qu'on ne nous confondra plus maintenant ! Dire qu'avec Léa, Alice et Joffrey, on forme le club des vieux... À Martin... Aux plus jeunes pour les moments de rigolade dans le bureau des internes ! Thomas et Polo (nos modèles masculins), Sophie, Alizée ; Océ, Juju (présidente !) et mes trois petits socles préférés Cloclo, Susu et Yas'. Merci pour votre bonne humeur au quotidien, ça fait plaisir !
- **Mention spéciale à mes petites tortues, sans qui cette thèse n'aurait jamais existé** : Romain, Chloé et Juliette. Merci pour l'immense aide que vous m'avez apportée en acceptant la phrase : « je peux pas, j'ai audio ! ». Restez comme vous êtes, vous êtes top !
- **Encore merci à Popo et Alice pour votre aide pour cette thèse** : des grands cœurs !
- **À mes copains d'internat** : Les bordelais (d'adoption) : Rachou et Chloé (encore !), Vincent, Ben, Marion, Justine, Lucas, Guillaume, Anne-So et bébé Jeannette, Charlène, Kayvan, Momo, Alex. Même dispatchés dans toute la France, on continue les rendez-vous bordelais ! Merci au girl power palois (Blandine, Delphine et Ambre) pour ces supers moments passés à l'internat (sans oublier Xavier, Coco, Séb et Abib et les bayonnais). Qu'est-ce qu'on a rigolé !





## Table des matières

<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	12
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS</b> .....	13
<b>AVANT-PROPOS</b> .....	15
<b>INTRODUCTION</b> .....	17
<b>1 État actuel des connaissances sur la surdité chez les personnes âgées</b> .....	17
1.1 Prévalence de la déficience auditive et projections démographiques .....	17
1.2 Facteurs de risque de la déficience auditive .....	18
1.2.1 Âge et sexe .....	18
1.2.2 Facteurs génétiques et environnementaux .....	19
1.2.3 Facteurs de risque cardiovasculaires et pathologies associées .....	20
1.3 Conséquences de la déficience auditive chez le sujet âgé .....	20
1.3.1 La déficience auditive facteur de risque indépendant d'isolement social .....	20
1.3.2 La déficience auditive facteur de risque indépendant de développer une dépression .....	21
1.3.3 La déficience auditive facteur de risque indépendant de développer une démence... ..	21
1.3.4 La déficience auditive facteur de risque indépendant de chutes .....	25
<b>2 Intérêt du dépistage de la déficience auditive liée à l'âge en France</b> .....	26
2.1 Enjeux actuels .....	26
2.2 Le dépistage auditif en France en 2020 .....	27
2.3 Faisabilité du dépistage auditif chez les sujets âgés .....	28
<b>3 Quels moyens utiliser pour réaliser un dépistage auditif chez les sujets âgés de plus de 60 ans en France ?</b> .....	29
3.1 Outils de dépistage disponibles .....	29
3.1.1 Les auto-questionnaires .....	29
3.1.2 L'audioscope .....	31
3.1.3 Les applications sur téléphones mobiles et tests en ligne .....	32
3.2 Validité du questionnaire HHIE-S pour le dépistage auditif .....	34
3.2.1 Sensibilité, spécificité et rapports de vraisemblance du questionnaire HHIE-S .....	34
3.2.2 Validité des différentes stratégies de dépistage incluant le questionnaire HHIE-S .....	35
3.2.3 Validité des traductions du questionnaire HHIE-S .....	37
3.3 L'audiométrie dans le bruit, un nouvel outil pour dépister les surdités cachées ? .....	37

3.3.1	Concept de surdité cachée .....	37
3.3.2	Tests dans le bruit .....	40
3.3.3	Le Test Vocale Rapide dans le Bruit (VRB).....	41
<b>MISE EN PLACE ET DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE VF DEPIST 60 AU CHU DE BORDEAUX .....</b>		<b>44</b>
1	Justification des choix méthodologiques .....	44
2	Objectifs de l'étude VF DEPIST 60 .....	44
2.1	Objectif principal .....	44
2.2	Objectifs secondaires .....	45
2.2.1	Déterminer un score HHIE-S seuil pour une indication théorique d'appareillage auditif.....	45
2.2.2	établir une corrélation entre le score HHIE-S et le résultat obtenu au VRB .....	45
2.2.3	établir une corrélation entre la perte auditive moyenne et le résultat obtenu au VRB	45
3	Détermination de la population d'étude .....	46
3.1	Critères d'inclusion et d'exclusion.....	46
3.2	Nombre de sujets nécessaires.....	46
4	Aspects logistiques de la mise en place de l'étude VF DEPIST 60 au CHU de Bordeaux.....	47
4.1	Traduction du questionnaire HHIE-S en français .....	47
4.2	Mise en place de la cabine de test pour l'audiométrie dans le bruit.....	48
4.3	Validation du protocole et des documents de l'étude.....	50
4.4	Diffusion et communication autour de l'étude.....	50
4.5	Modalités de recrutement .....	51
4.6	Considérations médico-légales de la recherche.....	51
4.6.1	Considérations éthiques et réglementaires .....	51
4.6.2	Rapport bénéfice / risque.....	52
4.6.3	Abandon et retrait du consentement .....	53
4.6.4	Contraintes liées à la recherche et indemnisation éventuelle des participants .....	53
4.6.5	Surveillance de la recherche .....	53
4.6.6	Droits d'accès aux données et documents source .....	53
5	Protocole de l'étude.....	54
5.1	Les investigateurs .....	54
5.2	Déroulement d'une séance .....	54
5.2.1	Remplissage du cahier d'observation avec le participant .....	54

5.2.2	Audiométrie tonale et vocale dans le silence .....	55
5.2.3	Audiométrie dans le bruit : test VRB.....	55
6	Suivi de l'étude .....	56
6.1	Progression des inclusions .....	56
6.2	Suspension de l'étude .....	56
6.3	Fin de l'étude.....	57
7	Aspects statistiques.....	57
7.1	Critère de jugement principal .....	57
7.2	Critères de jugement secondaires.....	58
7.3	Analyses statistiques .....	58
	<b>ARTICLE SOUMIS AUX ANNALES FRANÇAISES D'OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE ET DE PATHOLOGIE CERVICO-FACIALE.....</b>	<b>59</b>
	ABSTRACT .....	62
	INTRODUCTION .....	63
	MATÉRIELS ET MÉTHODES .....	65
	RÉSULTATS.....	68
	DISCUSSION .....	73
	CONCLUSION .....	76
	<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION COMPLÉMENTAIRES.....</b>	<b>77</b>
1	Caractéristiques démographiques de la population française et de notre échantillon.....	77
2	Caractéristiques du test VRB en situation de dépistage .....	79
2.1	Recherche d'un seuil au VRB déterminant une perte auditive selon le BIAP .....	79
2.2	Recherche d'un seuil au test VRB déterminant une indication théorique d'appareillage auditif .....	80
2.3	Rapports de vraisemblance du test VRB .....	80
3	Corrélations.....	82
3.1	Corrélation entre le score au HHIE-S et le résultat au test VRB.....	82
3.2	Corrélation entre la perte auditive moyenne et le résultat au test VRB .....	83
4	Analyse des erreurs de classement au HHIE-S .....	84
4.1	Analyse du sous-groupe Faux Positifs au HHIE-S : surdité cachée ? .....	84
4.2	Analyse du sous-groupe Faux Négatifs au HHIE-S : surdité sans handicap ? .....	88
5	Réflexion autour des nouveaux critères d'appareillage auditif actuellement recommandés en France.....	90
	<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>91</b>
	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>92</b>
	<b>SERMENT D'HIPPOCRATE.....</b>	<b>101</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Audiogramme physiologique ajusté sur l'âge et le sexe .....	18
Figure 2 : Incidence cumulée de démence (en personne/année) chez les déficients auditifs et les normo-entendants .....	22
Figure 3 : Représentation graphique des différents facteurs de risque de démence.....	24
Figure 4 : Version originale du questionnaire HHIE-S .....	31
Figure 5 : AudioScope®3, Welch-Allyn .....	32
Figure 6 : Structures impliquées dans la surdité cachée combinant la destruction des cellules ciliées et la synaptopathie cochléaire .....	39
Figure 7 : Capture d'écran d'un résultat du test VRB pour un sujet ayant des difficultés de compréhension de la parole dans le bruit .....	43
Figure 8 : Notre version française finale du questionnaire HHIE-S après procédure de double traduction et traduction inverse .....	48
Figure 9 : Photos de la cabine de test .....	49
Figure 10 : Disposition des haut-parleurs et du participant lors du test VRB .....	49
Figure 11 : Représentation graphique des inclusions de l'étude VF DEPIST 60 .....	57
Figure 12 : �ge et sexe de la population française de plus de 60 ans au 1 <sup>er</sup> janvier 2020.....	78
Figure 13 : Répartition des 294 participants selon l'âge et le sexe .....	78
Figure 14 : Courbe ROC représentant le couple 1-spécificité/sensibilité pour chaque valeur de perte moyenne de RSB au test VRB .....	79
Figure 15 : Rapports de vraisemblance du test VRB dans notre échantillon de 294 sujets.....	81
Figure 16 : Score au HHIE-S en fonction du résultat du VRB selon le statut du sujet .....	82
Figure 17 : Perte auditive moyenne en fonction du score obtenu au VRB .....	84
Figure 18 : Audiogramme « moyen » des 28 sujets faux positifs.....	85
Figure 19 : Répartition des scores au test VRB des 28 sujets faux positifs .....	85
Figure 20 : Résultats « moyens » au test VRB des 8 sujets faux positifs ayant un score total normal mais une courbe d'allure atypique.....	86
Figure 21 : Audiogramme « moyen » des 20 sujets faux négatifs .....	88
Figure 22 : Résultats « moyens » au test VRB des 20 sujets faux négatifs.....	89

### FIGURES DE L'ARTICLE ORIGINAL (NUMÉROTATION PROPRE)

Figure 1 : Version originale du questionnaire HHIE-S .....	64
Figure 2 : Répartition des scores obtenus au HHIE-S .....	70
Figure 3 : �tablissement des caractéristiques intrinsèques du HHIE-S .....	71
Tableau 1 : Version française du questionnaire HHIE-S propos�e aux participants .....	66
Tableau 2 : Caractéristiques de notre échantillon .....	69
Tableau 3 : Interprétation des scores du HHIE-S français .....	72

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**BIAP** : Bureau international d'audio-phonologie

**BPCO** : Broncho-pneumopathie chronique obstructive

**CCE** : Cellules ciliées externes

**CCI** : Cellules ciliées internes

**CHU** : Centre hospitalier universitaire

**CPP** : Comité de protection des personnes

**DB HL** : Décibels "Hearing Level" : Unité utilisée pour la mesure de la perte auditive en fonction du seuil auditif normal. **C'est l'unité qui sera utilisée dans nos tests auditifs, sauf indication contraire**

**DB SPL** : Décibels "Sound Pressure Level" : unité mesurant la pression acoustique

**DB RSB** : Décibels « rapport signal sur bruit » : unité de mesure de la perte de rapport signal sur bruit dans le test d'audiométrie vocale dans le bruit

**FIST**: French Intelligibility Sentence Test

**HHIE**: Hearing Handicap Inventory for Elderly

**HHIE-S**: Hearing Handicap Inventory for Elderly-Screening

**HINT**: Hearing-in-Noise Test

**HZ**: Hertz

**IC 95 %** : Intervalle de confiance à 95 %

**INSEE** : Institut national de la statistique et des études économiques

**iOS** : Système d'exploitation mobile développé par Apple pour ses appareils mobiles

**OR**: Odd ratio

**ORL**: Oto-rhino-laryngologie

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**PAM** : Perte auditive moyenne

**PDF** : Portable document format

**PQR** : Bâtiment de consultations d'ORL, odontologie, douleur chronique, appelé PQR.

**QuickSIN** : Quick Speech-in-Noise Test

**ROC** : Receiver Operating Characteristic : Courbe de représentation graphique du couple (1 – spécificité ; sensibilité) pour les différentes valeurs seuil

**RSB** : Rapport signal sur bruit

**SFA** : Société Française d'Audiologie

**VPN** : Valeur prédictive négative

**VPP** : Valeur prédictive positive

**VRB** : Vocale rapide dans le bruit



## AVANT-PROPOS

L'audition des sujets âgés est un sujet d'actualité particulièrement intéressant. La compréhension du phénomène est en perpétuelle évolution, de même que les outils disponibles permettant son exploration et sa prise en charge.

L'enjeu est majeur : il est important de pouvoir prendre en charge précocement et de manière efficace la déficience auditive liée à l'âge afin d'en limiter ses conséquences sociales et personnelles. Le dépistage systématique dans cette population n'est pas proposé à ce jour en France et notre travail a pour but de proposer un outil simple, en langue française permettant de dépister la déficience auditive chez les sujets âgés.

Ce document exposera dans une introduction détaillée les enjeux du dépistage de la déficience auditive chez les sujets âgés puis les modalités de mise en place de l'étude VF DEPIST 60 au CHU de Bordeaux. Ensuite, nous vous présenterons l'article issu de ce travail que nous avons soumis à la revue *Annales Françaises d'ORL et de pathologie cervico-faciale*. Vous trouverez enfin les résultats complémentaires concernant l'audiométrie dans le bruit que nous avons pu établir à partir des données de notre étude.





# INTRODUCTION

## 1 État actuel des connaissances sur la surdité chez les personnes âgées

### 1.1 PRÉVALENCE DE LA DÉFICIENCE AUDITIVE ET PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)<sup>1</sup>, 466 millions de personnes seraient atteintes d'une déficience auditive dans le monde, dont 34 millions d'enfants. Parmi eux, on estime que 328 millions d'adultes souffrent d'une déficience auditive « incapacitante », c'est-à-dire que leur meilleure oreille a une perte auditive moyenne supérieure à 40 décibels (dB HL).

La déficience auditive peut être congénitale, en lien avec des pathologies otologiques, des infections, des prises médicamenteuses, des expositions prolongées au bruit. L'étiologie la plus fréquente dans la population âgée de plus de 60 ans est la presbycusie. Il s'agit d'une surdité neurosensorielle, bilatérale et symétrique, liée au vieillissement du système auditif. Comme pour d'autres déficiences liées à l'âge, la frontière entre vieillissement physiologique et pathologique est difficile à définir.

Aux États-Unis, de nombreuses études évaluent la prévalence de la déficience auditive dans la population âgée de plus de 65 ans entre 25 % et 40 %. Elle peut aller jusqu'à 80 % chez les personnes âgées de plus de 85 ans<sup>2</sup>. Ainsi, la déficience auditive toucherait 48 millions d'Américains, se classant à la 3<sup>e</sup> place des maladies chroniques en termes de fréquence, après l'arthrose et l'hypertension artérielle. La prévalence de la déficience auditive, ajustée sur l'âge, est en constante augmentation depuis les années 1960 dans les pays industrialisés.

L'OMS estime que d'ici 2050, du fait du vieillissement de la population, plus de 900 millions de personnes (soit 10 % de la population mondiale) souffriront de déficience auditive « incapacitante ».

En France, la prévalence de la déficience auditive dans cette tranche d'âge semble être similaire à celle des autres pays industrialisés (entre 25 et 35 %) mais il n'y a pas, à notre connaissance, d'étude récente l'évaluant spécifiquement. Parmi les déficients auditifs « diagnostiqués », 70 % d'entre eux sont âgés d'au moins 60 ans<sup>3</sup>.

Selon l'INSEE<sup>4</sup>, au 1<sup>er</sup> janvier 2020, 17,85 millions de Français étaient âgés de plus de 60 ans (soit 26,6 % de la population). Leurs prévisions démographiques estiment qu'en 2050, cette proportion pourrait s'élever à 32 % soit un équivalent de 24,3 millions d'individus. En 2020 en France, le nombre de déficients auditifs de plus de 60 ans serait donc compris entre 3,5 et 5,3 millions de personnes.

## 1.2 FACTEURS DE RISQUE DE LA DÉFICIENCE AUDITIVE

Les surdités en lien avec des pathologies otologiques (otites chroniques, anomalies tympano-ossiculaires, surdités brusques...) ont généralement une symptomatologie bruyante ayant amené à une consultation médicale. En population générale, elles ne représentent qu'une faible proportion des déficiences auditives des sujets âgés de plus de 60 ans. Chacune de ces étiologies a des facteurs de risques connus qui ne seront pas détaillés ici. En effet, dans cette population, la déficience auditive étant majoritairement (> 90 %) représentée par la presbycusie<sup>2</sup>, nous ne nous intéresserons dans les paragraphes suivants qu'aux facteurs de risque de celle-ci.

### 1.2.1 Âge et sexe

Le déclin physiologique<sup>5,6</sup> est le premier facteur de risque de déficience auditive liée à l'âge. Pearson<sup>7</sup> a montré que l'audition commence à baisser à partir de l'âge de 30 ans chez les hommes mais que le phénomène est plus tardif chez les femmes. Il indique aussi une différence de niveaux auditifs entre les deux sexes : les femmes ont une meilleure capacité de perception des fréquences aiguës que les hommes. Du fait de la présence de récepteurs aux œstrogènes dans l'oreille interne, certaines études<sup>8,9</sup> évoquent l'hypothèse d'un effet protecteur des hormones féminines sur la dégradation du système auditif à l'origine de la différence de prévalence de la déficience auditive entre les deux sexes.

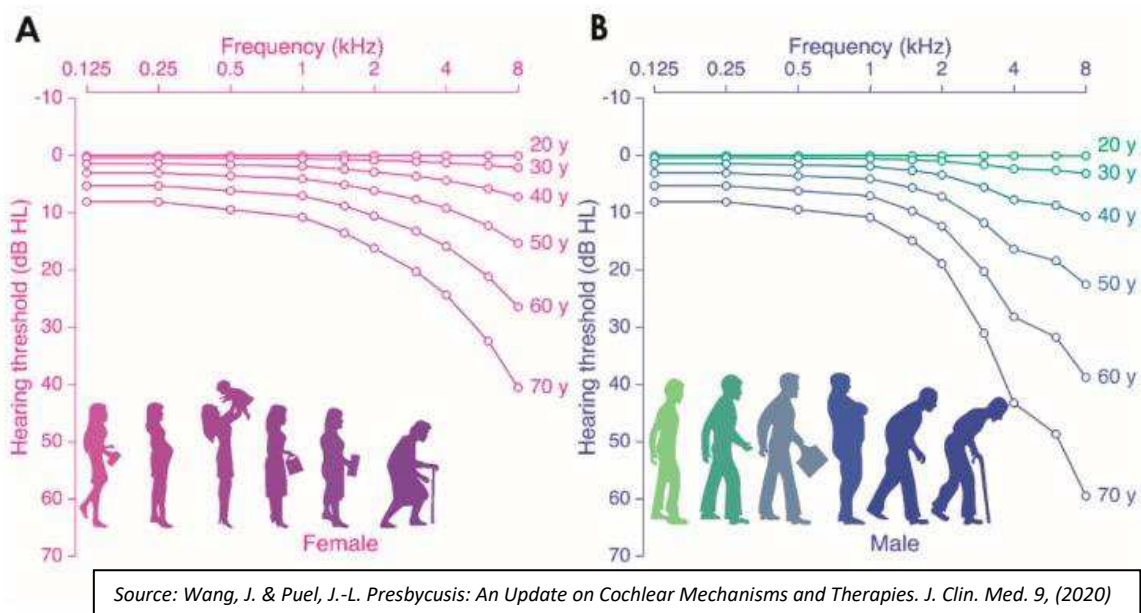


Figure 1 : Audiogramme physiologique ajusté sur l'âge et le sexe  
Seuils auditifs attendus en fonction de l'âge et du sexe. On remarque la baisse plus précoce et plus marquée pour le sexe masculin. Les fréquences aiguës sont les premières fréquences à décliner.

La dégradation physiologique des seuils auditifs en fonction de l'âge est bien documentée mais il reste difficile de définir avec précision un seuil d'audition « pathologique » ajusté à l'âge. En effet, la définition de la surdité repose généralement sur une limite fixe correspondant en fait au seuil auditif d'un adulte jeune.

### 1.2.2 Facteurs génétiques et environnementaux

Chez l'enfant, la surdité est le déficit sensoriel le plus fréquent à la naissance (1/1000 naissances) et 60 à 80 % de ces surdités sont neurosensorielles d'origine génétique<sup>10</sup>. Plus de 85 gènes différents ont été localisés sur les chromosomes humains comme étant responsables de surdités neurosensorielles isolées, dites surdités monogéniques.

Chez l'adulte, la participation de la génétique dans l'apparition de surdités neurosensorielles semble importante mais reste très difficile à mettre en évidence de façon certaine. De nombreux auteurs s'intéressent à l'implication de certains gènes authentifiés comme responsables de surdités monogéniques, chez des sujets porteurs de presbyacousie dite précoce (c'est-à-dire avant l'âge de 40 ans) : des polymorphismes et mutations de ces gènes (GRHL2, DFNA5, DFNA28, DFNA2, DFNA22...) ont été mis en évidence chez ces sujets<sup>11</sup>. Certains polymorphismes ou mutations de gènes impliqués dans le stress oxydatif, les dysfonctions mitochondriales, la neurodégénérescence ou les réponses biologiques au stress ont aussi été authentifiés<sup>12</sup> comme potentiellement en lien avec la déficience auditive. Enfin, des mécanismes épigénétiques tels que les modifications des histones ou la méthylation de l'ADN peuvent être impliqués dans la genèse de la déficience auditive.

Même si la participation des facteurs génétiques semble importante dans l'apparition de la déficience auditive de l'adulte, estimer précisément sa part relative vis-à-vis des facteurs environnementaux est difficile. Momi<sup>13</sup> l'a étudiée sur des jumeaux et retrouvait une grande variabilité interindividuelle : la part relative de la génétique était estimée entre 26 et 75 % en ce qui concerne la capacité de perception des sons purs et ce chiffre était impossible à établir pour les capacités de discrimination de la parole dans le bruit.

Enfin, certains facteurs environnementaux influençant le déficit auditif ont été significativement retrouvés dans la littérature : l'exposition fréquente et répétée aux sons forts<sup>6,13,14</sup> (> 85 dB (A)) dans le cadre du travail et/ou des loisirs, surtout chez les personnes ayant une perte auditive préalable, et l'exposition à des molécules ototoxiques<sup>6</sup> (antibiotiques de type aminosides, chimiothérapies à base de sels de platine, anti-inflammatoires non stéroïdiens dont l'aspirine à haute dose). Ces facteurs environnementaux se potentialisent parfois entre eux ou avec des facteurs génétiques sans que la part respective de l'un ou de l'autre soit précisément évaluable<sup>15-17</sup>.

### 1.2.3 Facteurs de risque cardiovasculaires et pathologies associées

C'est en 1993 que Gates<sup>18</sup> évoque pour la première fois un lien entre la présence de facteurs de risque cardiovasculaires et la déficience auditive chez les personnes âgées via la cohorte de Framingham. L'association (retranscrite par l'odd ratio (OR) avec un intervalle de confiance à 95 % (IC 95 %)) était faible mais présente dans les deux sexes : OR = **1,75** ; IC 95 % [1,28 ; 2,40] chez les femmes et OR = **1,68** ; IC 95 % [1,10 ; 2,57] chez les hommes. Elle était plus forte pour l'hypertension artérielle et le diabète de type II.

De nombreuses études<sup>19-22</sup> ont par la suite précisé les observations de Gates, retrouvant une association franche entre la présence d'un ou plusieurs facteurs de risque cardiovasculaires parmi l'hypertension artérielle, le tabagisme, l'hypercholestérolémie ou le diabète et une déficience auditive. Cette association est toujours plus marquée pour le sexe masculin, pour l'hypertension artérielle et le diabète. Le tabagisme est rarement retrouvé comme facteur de risque seul de déficience auditive. Les odds ratios étaient, selon les études, compris entre 1,5 et 2 ; corroborant ainsi les résultats de Gates<sup>18</sup>.

De plus, la présence de facteurs de risque cardiovasculaires<sup>6,14,22,23</sup> entraînerait une dégradation plus rapide de l'audition. Le remodelage microvasculaire secondaire à l'hypertension artérielle chronique et l'hyperglycémie intracellulaire secondaire au diabète affecteraient la microvascularisation cochléaire et le fonctionnement neuronal de l'oreille interne. Les lésions induites pourraient être un affinement de la membrane basale de la strie vasculaire cochléaire, une sclérose de l'artère cochléaire, une démyélinisation du nerf cochléo-vestibulaire.

Enfin, une méta-analyse récente<sup>24</sup> retrouve une association significative entre la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) et la déficience auditive chez les personnes âgées de plus de 65 ans. L'hypoxémie et l'hypercapnie chronique définissant cette pathologie auraient un impact négatif sur le mécanisme, oxygène-dépendant, de transduction neuronale cochléaire. La perception auditive de ces sujets s'en trouverait alors altérée. Fréquemment associés à la BPCO, certains facteurs de risque cardiovasculaires pourraient aussi aggraver leur déficience auditive.

## 1.3 CONSÉQUENCES DE LA DÉFICIENCE AUDITIVE CHEZ LE SUJET ÂGÉ

### 1.3.1 La déficience auditive facteur de risque indépendant d'isolement social

Une des principales caractéristiques de la presbycusie est la dégradation de la discrimination de la parole, surtout en milieu bruyant. C'est d'ailleurs souvent le premier signe de cette affection rapporté par les patients, bien avant la gêne auditive dans le silence.

Les conséquences sociales de la presbyacousie découlent directement de ce constat : la difficulté de compréhension de la parole est un facteur limitant la communication et donc les activités quotidiennes et les interactions essentielles au maintien d'une vie sociale active. La déficience auditive a été retrouvée comme facteur de risque indépendant d'isolement social : OR = 3,49 ; IC 95 % [1,91 ; 6,39]) dans des études de larges cohortes<sup>25-27</sup>, surtout chez les femmes âgées d'au moins 60 ans.

### *1.3.2 La déficience auditive facteur de risque indépendant de développer une dépression*

La déficience auditive amenant à l'isolement social, il semble logique de retrouver une prévalence importante des symptômes dépressifs dans une population de déficients auditifs. Même si celle-ci est difficile à évaluer, il semble qu'au moins 20 % des déficients auditifs présentent des symptômes dépressifs<sup>28</sup>. Dans la population générale française<sup>29</sup>, la prévalence de la dépression est évaluée à 10 %.

Dans la cohorte américaine de Li<sup>30</sup>, la prévalence de la dépression augmente significativement en fonction de la sévérité du déficit auditif : 4,9 % pour les normo-entendants, 7,1 % pour les déficients auditifs légers et 11,4 % pour les déficients auditifs modérés à sévères.

La présence d'une déficience auditive exacerbe les symptômes dépressifs en réduisant la stimulation exercée par l'entourage ou l'environnement du fait des difficultés de compréhension et de communication. La déficience auditive nuit aussi à une prise en charge correcte de la pathologie psychiatrique : une partie importante de la thérapie passe par l'échange et la communication orale, souvent auprès d'un psychiatre ou d'un psychologue. Sans réhabilitation auditive préalable, la réalisation de ces séances semble plus complexe.

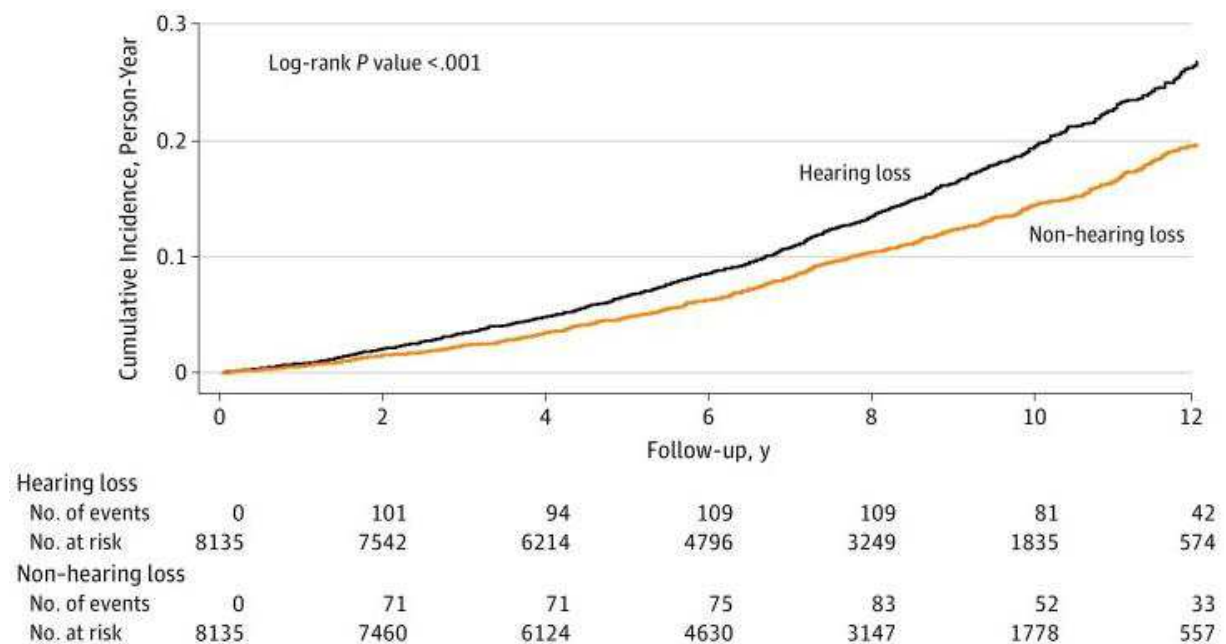
### *1.3.3 La déficience auditive facteur de risque indépendant de développer une démence*

Dans la population mondiale âgée de 60 à 70 ans, la prévalence de la démence est estimée à 1 %. Dans la population âgée de plus de 85 ans, elle est estimée à 8 %<sup>31</sup>. Ainsi, la prévalence de la démence est estimée à 6,5 % dans la population âgée de plus de 65 ans, tous pays confondus<sup>31</sup>. L'organisation Alzheimer's Disease International estime que 50 millions de personnes sont atteintes de démence en 2019<sup>32</sup>. Ce chiffre risque d'augmenter pour atteindre 152 millions en 2050 du fait du vieillissement de la population. Le coût actuel de la démence (soins médicaux, aides, infrastructures) est estimé à un billion de dollars (10<sup>12</sup>\$) et sera probablement doublé d'ici 2030.

C'est en 1989 que les premières études évaluant la déficience auditive comme facteur de risque indépendant de développer une démence ont vu le jour. Uhlmann<sup>33</sup> a montré une prévalence

2 fois plus élevée de déficience auditive dans une population de 100 patients ayant une maladie d'Alzheimer par rapport à une population témoin. Ces travaux ont été repris, avec des suivis plus prolongés et des cohortes de plus en plus larges permettant de préciser certains points :

- Une méta-analyse de 2017<sup>34</sup> sur la démence estime le risque relatif de développer une démence si l'on était atteint de déficit auditif à 1,94 (IC 95 % [1,38 ; 2,73]) venant confirmer les premières constatations d'Uhlmann<sup>33</sup> et de Lin<sup>35-37</sup>.
- Sans forcément développer de démence, une progression plus rapide du déclin cognitif (mesuré via le questionnaire Modified Mini-Mental State Score évaluant la fonction cognitive ou le Digit Symbol Substitution test évaluant la fonction exécutive) était notée si un déficit auditif était retrouvé<sup>35,38</sup>.
- Il semble y avoir un « effet dose » entre la sévérité du déficit auditif et le risque de développer une démence : Lin<sup>36,37</sup> a notamment montré qu'il y avait 1,89 fois plus de risque de développer une démence si on était atteint d'un déficit auditif modéré et 4,94 fois plus de risque si le déficit auditif était sévère.
- Lors de suivi prolongé des cohortes<sup>35,39</sup>, le délai d'apparition d'une démence était plus rapide (10,3 ans) chez les déficients auditifs par rapport à celui des normo-entendants (11,9 ans).
- Les démences chez les déficients auditifs étaient plus sévères<sup>40,41</sup> surtout concernant la dégradation de la mémoire, et de progression plus rapide que chez les normo-entendants<sup>35,41</sup>.



Source: Liu C, Lee CT. Association of Hearing Loss with Dementia. JAMA Netw Open. 2019.

Figure 2 : Incidence cumulée de démence (en personne/année) chez les déficients auditifs et les normo-entendants

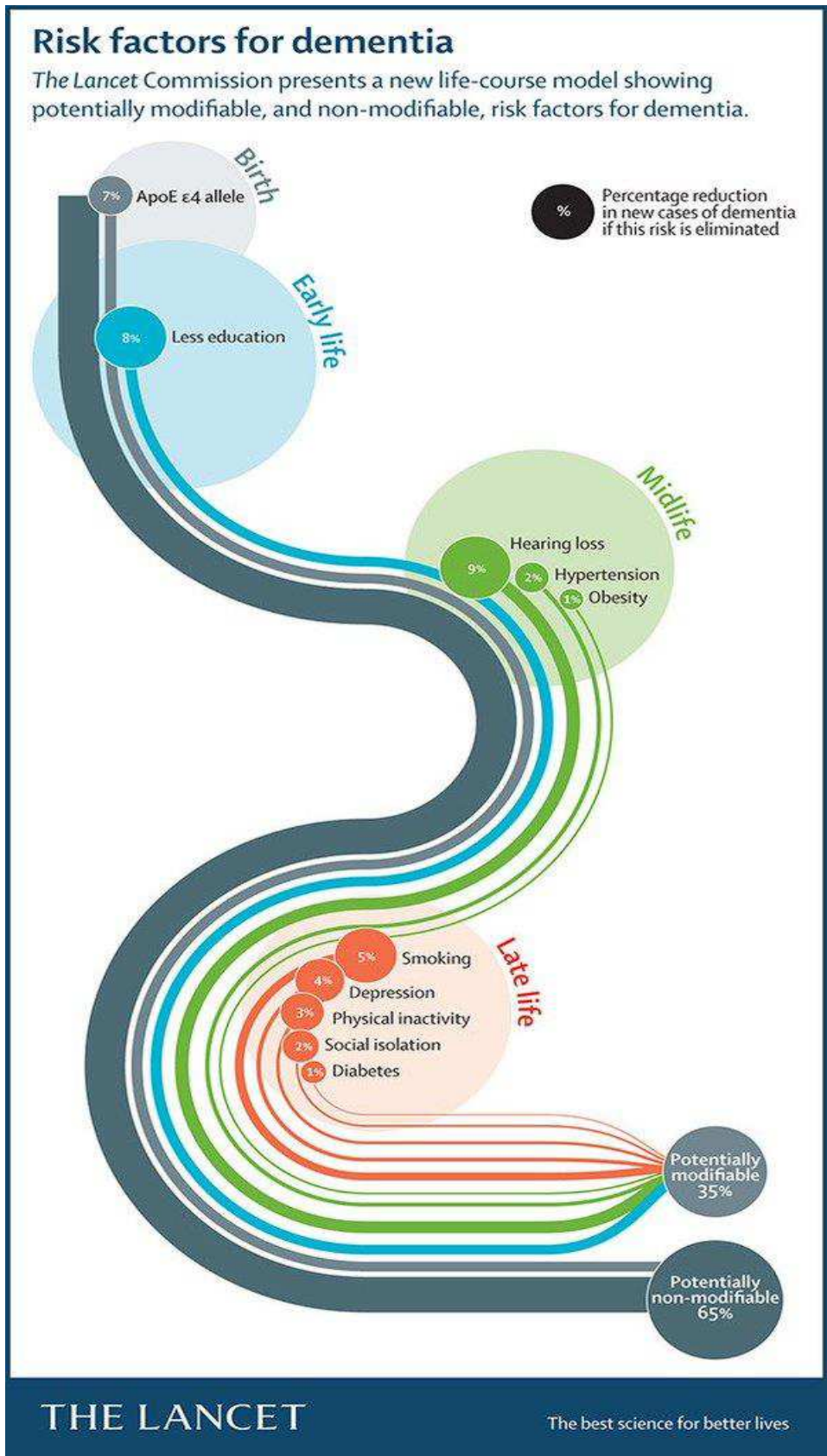
**Cependant, chez les déficients auditifs, le fait de porter des aides auditives ne réduit pas significativement le risque de développer un déficit cognitif par la suite<sup>35</sup>. En revanche, cela améliore statistiquement les scores évaluant la mémoire à court terme et les capacités cognitives<sup>42</sup>. Il a été montré, par exemple, chez des patients âgés de plus de 65 ans, que l'implantation cochléaire pouvait améliorer significativement leurs capacités cognitives<sup>43</sup>. Par contre, cette amélioration n'a pas été mise en évidence chez les sujets atteints de démence<sup>44</sup>. En d'autres termes, la réhabilitation auditive n'empêcherait pas la survenue d'un déclin cognitif.**

Plusieurs explications physiopathologiques reliant la déficience auditive au déclin cognitif puis à la démence sont émises :

- La déficience auditive induit un effort cognitif important pour la compréhension de la parole et la communication : il en résulterait une « redistribution » des capacités corticales afin de suppléer cette déficience et ce remodelage se ferait au détriment des autres fonctions supérieures (cognitives, exécutives, mémorisation)<sup>44</sup>.
- Il existerait une étiologie physiopathologique commune entre la déficience auditive et le déclin cognitif qui pourrait expliquer que les deux partagent des facteurs de risque communs (facteurs de risque cardiovasculaires, âge). Des marqueurs biologiques communs ont été recherchés (comme la protéine ApoE impliquée dans la maladie d'Alzheimer) mais à ce jour, aucun n'a été clairement mis en évidence<sup>44</sup>.
- Il semble que la difficulté de discrimination de la parole soit un processus impliquant une dysfonction des voies auditives centrales. Ce phénomène pourrait ainsi refléter le dysfonctionnement cortical et sa vulnérabilité vis-à-vis du phénomène de neurodégénérescence<sup>45</sup>.
- La déficience auditive réduit l'analyse des stimuli extérieurs et contribue ainsi à augmenter un symptôme majeur de la démence : la désorientation<sup>33,38</sup>. De même, des interactions sociales moins satisfaisantes du fait de la déficience auditive induisent une stimulation cognitive moindre et un isolement social, connus comme facteurs de risque indépendants de démence.

La démence est un processus neurodégénératif complexe, longtemps considéré comme inéluctable<sup>26,44,45</sup>. Dans un article de référence publié dans *The Lancet*<sup>34</sup>, Livingston estime que 35 % des facteurs de risque de démence seraient modifiables : le premier d'entre eux, la déficience auditive, représenterait 9 % de part modifiable<sup>34</sup> comme exposé dans la figure 3 :





Source : Livingston, G. et al. Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet* **390**, 267362734 (2017).

Figure 3 : Représentation graphique des différents facteurs de risque de démence

Il semble que la déficience auditive soit un signe précurseur du déclin cognitif, apparaissant en moyenne 2,5 ans avant les premiers symptômes de celui-ci<sup>46</sup>. Il faut donc y être très vigilant car, même si la réhabilitation auditive ne réduit pas de façon significative le risque de développer une démence, des mesures peuvent être prises précocement afin de mieux accompagner la personne âgée et sa famille. De ce fait, des outils permettant un dépistage de la déficience auditive des sujets âgés pourraient déboucher sur des prises en charge allant bien au-delà de la seule perte auditive.

### *1.3.4 La déficience auditive facteur de risque indépendant de chutes*

La proximité anatomique entre le vestibule et la cochlée explique que le vieillissement des deux organes suive la même tendance : la presbyacousie est fréquemment associée à la presbyvestibulie. S'il est communément admis que la presbyvestibulie, par la diminution du contrôle de la posture, est un facteur de risque de chute chez la personne âgée<sup>47</sup>, il semble que la presbyacousie soit elle aussi un facteur indépendant de chute chez la personne âgée<sup>48</sup>. En effet, l'équilibre est un mécanisme complexe nécessitant des informations d'origines multiples : proprioceptives, vestibulaires et sensorielles. Même si la vision est primordiale, l'audition apporte des indices essentiels au sujet quant à sa localisation et à son environnement grâce à sa capacité de latéralisation des sons par exemple.

Le surrisque de chute est retrouvé chez les déficients auditifs, même pour ceux ayant des pertes auditives moyennes légères<sup>48</sup>.

En plus du lien entre déficit auditif et déficit vestibulaire pouvant expliquer ce résultat, une moindre attention à ces éléments sonores du fait d'une déficience auditive pourrait expliquer le risque augmenté de chutes. L'étude de Jiam<sup>49</sup> corroborait cette hypothèse en rapportant une diminution de troubles de l'équilibre lorsque les déficients auditifs portaient leurs aides auditives.

#### **Points clés :**

- La déficience auditive concerne une personne sur 3 à partir de l'âge de 60 ans.
- Ses principaux facteurs de risque sont connus et certains sont évitables.
- Ses conséquences médicales et sociales doivent amener le personnel soignant à la mettre en évidence plus précocement afin de mieux la prendre en charge.

## 2 Intérêt du dépistage de la déficience auditive liée à l'âge en France

### 2.1 ENJEUX ACTUELS

Comme nous l'avons évoqué en première partie, la prévalence élevée du déficit auditif chez les personnes âgées, le vieillissement de la population et l'allongement de l'espérance de vie expliquent le nombre croissant de déficients auditifs actuels et à venir. Les conséquences sociales (isolement, perte d'autonomie) et médicales (risque accru de dépression, de démence et de chutes) de la déficience auditive sont importantes à l'échelle individuelle et collective. Par exemple, l'INSEE<sup>50</sup> estime qu'en 2050 en France, 4 millions de seniors seraient en perte d'autonomie soit 16,4 % de la population des plus de 60 ans. De même, l'OMS<sup>1</sup> estime que les déficiences auditives non prises en charge entraînent un surcoût de 750 milliards de dollars annuels à l'échelle mondiale. La prise en charge de la déficience auditive chez la personne âgée est donc un enjeu majeur de santé publique.

Une déficience auditive installée n'est pas inéluctable et peut être facilement améliorée. Même si la solution majoritairement préconisée est la mise en place d'aides auditives, d'autres dispositifs d'aide à l'audition, moins connus par le grand public et par les soignants, sont disponibles. Par exemple, les patients peuvent utiliser des casques amplificateurs connectés à la radio, à la télévision ou au téléphone, des dispositifs combinés de signaux sonores et visuels pour les alarmes de la vie quotidienne, des microphones déportés, des sous-titrages à la télévision etc. Par ailleurs, l'apprentissage ou le perfectionnement de la lecture labiale par un(e) orthophoniste est un élément clé dans l'aide à la compréhension de la parole.

Même si le bénéfice d'une réhabilitation auditive précoce a été démontré sur le maintien du lien social et de la stimulation cognitive<sup>42</sup>, la déficience auditive reste sous-diagnostiquée et sous-traitée chez la personne âgée. Yueh<sup>2</sup> estime que seulement 9 % des médecins généralistes proposent un test auditif à leurs patients de plus de 65 ans et que seulement 25 % des personnes pour lesquelles une aide auditive est indiquée sont réellement appareillées.

Pour l'expliquer, il faut préciser qu'en France l'appareillage auditif est recommandé chez les déficients auditifs dès que leur seuil d'intelligibilité en audiométrie vocale dépasse 30 dB HL et/ou que leur perte auditive moyenne (PAM) en audiométrie tonale est supérieure à 30 dB HL et/ou s'ils ont une dégradation significative de l'intelligibilité de la parole dans le bruit (écart du rapport signal sur bruit (RSB) > 3 dB RSB par rapport à la norme)<sup>51-53</sup>. Cependant, des contraintes sociales, esthétiques ou économiques sont à l'origine d'un faible taux d'appareillage auditif. Les modifications de la prise en charge financière des aides auditives prévues à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2021 avec le « reste à charge 0 »<sup>53</sup> devraient permettre de limiter ce phénomène.

Trois éléments majeurs peuvent expliquer la prévalence faible du diagnostic de la déficience auditive chez les personnes âgées :

- Conséquence directe du vieillissement physiologique, le déficit auditif chez la personne âgée est considéré comme normal et ces personnes trouvent alors peu d'intérêt à y remédier<sup>54-57</sup>.
- Le déficit auditif n'est pas un handicap immédiatement perceptible : il est évoqué lorsqu'il devient évident mais il est rarement recherché de manière spontanée par le praticien à un stade infraclinique<sup>54</sup>.
- Les outils disponibles de dépistage de la déficience auditive, même s'ils sont nombreux, sont mal connus des cliniciens et des patients<sup>58</sup>.

## 2.2 LE DÉPISTAGE AUDITIF EN FRANCE EN 2020

Chez l'adulte salarié, un dépistage systématique de la déficience auditive est théoriquement réalisé chez tous les travailleurs, qu'ils soient exposés au bruit ou non, par les services de médecine du travail. Cependant, des questions logistiques rendent fréquemment difficile la réalisation de ces tests, notamment dans les professions les moins exposées aux traumatismes sonores. Bien souvent, le suivi auditif des travailleurs s'arrête en même temps que leur activité professionnelle alors que c'est à cette période qu'il faudrait redoubler de vigilance sur l'apparition d'une déficience auditive liée à l'âge et potentiellement aggravée par l'exposition sonore chronique.

En France en 2020, il n'existe pas de programme de dépistage auditif systématique de la déficience auditive liée à l'âge comme ceux mis en place pour le dépistage du cancer du côlon ou du sein<sup>59,60</sup>. Quelques organismes proposent de manière ponctuelle, souvent à l'occasion d'événements nationaux tels que la journée de l'audition, des dépistages auditifs gratuits.

Ces démarches restent toutefois isolées et restent à l'initiative des sujets. Depuis quelques années, les sociétés savantes telles que la Société Française d'ORL et la Société Française d'Audiologie (SFA) réfléchissent aux modalités les plus adaptées pour l'instauration d'un programme national de dépistage systématique de la déficience auditive chez les personnes âgées.

Chez l'enfant, même si les modalités et la problématique sont totalement différentes, il faut souligner qu'un dépistage néo-natal de la surdité est proposé systématiquement dans les maternités françaises à la suite de la loi du 23 avril 2012<sup>61</sup>. Celui-ci repose sur les otoémissions acoustiques ou les potentiels évoqués auditifs automatisés et permet un diagnostic et une prise en charge plus

précoce, et donc plus efficiente, de la surdité du jeune enfant. Des résultats positifs de ce dépistage systématique ont déjà été démontrés dans certaines régions malgré la « jeunesse » du programme<sup>62</sup>.

En résumé, une personne qui naît en France aujourd'hui bénéficiera d'un dépistage néonatal de la surdité, d'un suivi de son audition en période scolaire et professionnelle mais paradoxalement, d'aucun suivi auditif systématique après l'âge de la retraite.

### 2.3 FAISABILITÉ DU DÉPISTAGE AUDITIF CHEZ LES SUJETS ÂGÉS

Le déficit auditif des sujets âgés répond aux trois critères classiquement admis<sup>2,54</sup> comme nécessaires à une stratégie de dépistage :

- Il s'agit d'une pathologie **fréquente** car sa prévalence est estimée à au moins 25 % chez les personnes âgées de plus de 60 ans.
- Il existe des tests **simples, fiables et peu coûteux** tels que des auto-questionnaires ou des procédures simplifiées d'audiométrie tonale permettant de le mettre en évidence.
- Une **prise en charge efficace** du déficit auditif est disponible et son instauration précoce limite les conséquences de la déficience auditive.

Nous avons déjà évoqué l'efficacité de la réhabilitation auditive prothétique sur le quotidien des personnes âgées. En amont, les mesures préventives telles que l'éviction des substances ototoxiques, la protection contre les traumatismes sonores dans le cadre professionnel ou récréatif ou bien la prise en charge des facteurs de risque associés au déficit auditif sont essentielles pour éviter l'aggravation de la déficience auditive.

### **3 Quels moyens utiliser pour réaliser un dépistage auditif chez les sujets âgés de plus de 60 ans en France ?**

#### **3.1 OUTILS DE DÉPISTAGE DISPONIBLES**

Il n'existe pas de définition universellement admise du déficit auditif : chaque communauté scientifique a recommandé des valeurs seuils permettant de l'estimer.

Malgré ces multiples définitions possibles, le déficit auditif est presque toujours déterminé à partir des résultats de l'audiométrie tonale réalisée sur les deux oreilles dans le silence. Cependant, même si l'audiométrie tonale est le gold-standard de toutes les procédures audiolinguistiques, elle nécessite une logistique et une expertise qui ne permettent pas de la réaliser à grande échelle. La précision de cette mesure repose en grande partie sur la qualité de l'insonorisation de la cabine d'audiométrie et de la calibration de l'audiomètre, ce qui implique des coûts de fonctionnement importants.

Aussi, dans le cadre de stratégies de dépistage, son utilisation n'est pas recommandée car elle mobiliserait, dans les centres qui en sont équipés, trop de moyens matériels, de personnel et de temps au détriment de l'activité de diagnostic et de soin<sup>2,55,58</sup>.

Des outils plus simples d'utilisation et de mise en place, utilisables à grande échelle, ont donc été créés pour identifier de manière fiable un déficit auditif afin de limiter le recours à l'audiométrie tonale pour les patients et les personnes dépistées positivement.

##### *3.1.1 Les auto-questionnaires*

De nombreux questionnaires évaluant le déficit auditif sont disponibles, la plupart originellement en langue anglaise. Ce mode de recueil est particulièrement intéressant car il permet de retranscrire la gêne auditive ressentie dans le contexte social, élément déterminant dans la notion de handicap mais non explorée par l'audiométrie tonale<sup>63,64</sup>. Par exemple, le « Hearing Handicap Scale » ou le « Social Hearing Handicap Index » recueillent des informations sur la capacité auditive dans des situations sociales alors que le « Denver Scale Communication Function » ou le « World Health Organization Disability Assessment Scale II » quantifient plutôt la gêne auditive ressentie dans ces situations et la notion de handicap qui y en découle<sup>3</sup>.

Un questionnaire largement utilisé dans les études concernant le dépistage auditif est le questionnaire « Hearing Handicap Inventory for the Elderly » (HHIE)<sup>64</sup> et sa version simplifiée de dépistage « Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening Version » (HHIE-S) exposé ci-après

(figure 4). La version originale HHIE en langue anglaise est composée de 25 questions pour lesquelles il existe 3 possibilités de réponse : oui (4 points), peut-être (2 points) et non (0 point). Créée à partir du HHIE, la version de dépistage HHIE-S ne contient que 10 items pour une réalisation plus rapide. Sa construction et son mode de remplissage sont identiques.

Mis au point par Barbara E. Weinstein et Ira M. Ventry, en 1982 aux États-Unis, le HHIE puis le HHIE-S se sont rapidement imposés dans la communauté scientifique comme les questionnaires de dépistage auditif de référence pour les personnes âgées. Leur intérêt majeur repose sur l'évocation à la fois des aspects émotionnels liés au déficit auditif (13 items du HHIE, 5 du HHIE-S) mais aussi des **situations sociales adaptées aux personnes âgées** (12 items du HHIE, 5 du HHIE-S) dans lesquelles il peut être perçu comme un handicap.

Le recueil de données par auto-déclaration présente certains avantages : en plus d'un gain de temps pour le clinicien<sup>57,65</sup> et d'un coût très faible<sup>54</sup>, la simplicité de remplissage des questionnaires rend leur emploi possible auprès d'une population très disparate, même avec un niveau socio-éducatif bas<sup>55</sup>. Néanmoins la sous-estimation ou au contraire la surestimation sont des biais propres au questionnaire car c'est un outil de mesure subjectif. C'est pourquoi certains auteurs modèrent l'efficacité des questionnaires de dépistage de la déficience auditive. Par exemple, la mise en évidence d'une surdité débutante n'engendrant pas encore de g ene personnelle ou sociale pourrait ne pas être dépistée par un auto-questionnaire relatif au handicap auditif<sup>66</sup>.

Dans le cas des déficients auditifs, un auto-questionnaire est un outil particulièrement adapt e car les sujets seront a priori plus à même de répondre correctement à des questions énoncées par voie écrite que par voie orale<sup>66</sup>. Enfin, la bonne reproductibilité des questionnaires est couramment utilisée pour juger de l'efficacité d'un traitement. Par exemple, l'efficacité de la réhabilitation auditive peut être évaluée en comparant les scores obtenus avant et après l'appareillage auditif<sup>54,64</sup>.

## Hearing Handicap Inventory for the Elderly (HHIE-S)

ITEM	YES (4 pts)	SOMETIMES (2 pts)	NO (0 pts)
Does a hearing problem cause you to feel embarrassed when you meet new people?			
Does a hearing problem cause you to feel frustrated when talking to members of your family?			
Do you have difficulty hearing when someone speaks in a whisper?			
Do you feel handicapped by a hearing problem?			
Does a hearing problem cause you difficulty when visiting friends, relatives, or neighbors?			
Does a hearing problem cause you to attend religious services less often than you would like?			
Does a hearing problem cause you to have arguments with family members?			
Does a hearing problem cause you difficulty when listening to TV or radio?			
Do you feel that any difficulty with your hearing limits or hampers your personal or social life?			
Does a hearing problem cause you difficulty when in a restaurant with relatives or friends?			
<b>RAW SCORE</b> _____ (sum of the points assigned each of the items)			
<b>INTERPRETING THE RAW SCORE</b>			
0 to 8 = 13% probability of hearing impairment (no handicap/no referral) 10 to 24 = 50% probability of hearing impairment (mild-moderate handicap/refer) 26 to 40 = 84% probability of hearing impairment (severe handicap/refer)			
Source: Ventry, I, Weinstein B. (1983). Identification of elderly people with hearing problems. ©American Speech-Language-Hearing Association, July, 37-42. Reprinted with permission.			

Figure 4 : Version originale du questionnaire HHIE-S

### 3.1.2 L'audioscope

L'audioscope est la combinaison d'un otoscope portatif et d'un audiomètre tonal très simplifié. La version la plus décrite dans les études<sup>2,54</sup> est l'audioscope de la marque américaine Welch-Allyn®. Son utilisation est relativement simple : en tant qu'otoscope il permet de vérifier l'intégrité de la membrane tympanique et l'absence d'obstruction du conduit auditif externe avant de commencer le test de dépistage auditif. Ensuite, on laisse l'appareil à l'entrée du conduit auditif externe pour qu'il puisse y délivrer directement les sons purs à reconnaître. Les versions récentes de l'appareil délivrent des sons de 20, 25 et 40 dB HL sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hertz



(Hz). Le sujet signale alors s'il entend ou non les sons délivrés et le praticien réalise ainsi une audiométrie a minima.

L'intérêt avancé par les auteurs<sup>2,54</sup> pour l'utilisation de l'audioscope en dépistage auditif est sa facilité d'emploi et le peu de logistique nécessaire. En effet, pas besoin d'audiomètre, de casque et de cabine insonorisée : l'audioscope se range dans un tiroir !

Cependant, il ne permet de mesurer que la perte auditive physiologique sans préjuger du handicap social qui en découle<sup>2</sup>. Il représente un certain investissement (prix en 2020 pour la version AudioScope®3 en France : environ 800 € sans compter le matériel consommable) que ne peuvent pas assumer tous les centres de médecine de proximité. Enfin, son utilisation en dehors d'une cabine insonorisée expose à des erreurs de mesures.



Figure 5 : AudioScope®3, Welch-Allyn

### 3.1.3 Les applications sur téléphones mobiles et tests en ligne

Depuis quelques années, de nombreux tests de dépistage auditif sont disponibles sur Internet ou via des applications mobiles. La globalisation de l'accès au numérique, même dans les pays en voie de développement, rend ce type d'outils particulièrement intéressant pour réaliser des dépistages auditifs du fait de leur facilité d'utilisation. En effet, on estime qu'au moins 85 % de la population mondiale possède un téléphone en 2015<sup>67</sup>, même chez des sujets ayant un accès limité à l'offre de soins. De ce fait, un très grand nombre d'outils est proposé, dont seulement une faible proportion a été validée par des organismes ou des publications scientifiques. Une de leur importante limite est la calibration. En effet l'utilisateur se sert de son propre matériel, ce qui impose

une très grande rigueur dans la construction de ces outils. Nous nous limiterons donc aux applications ayant été validées scientifiquement.

Ces applications, disponibles sur téléphone portable ou sur Internet, concernent surtout le dépistage auditif mais aussi la réhabilitation auditive, l'information et l'éducation sur l'audition ou bien le diagnostic clinique<sup>68</sup>. Par exemple, *CellScope* (iOS) est une application permettant, à l'aide d'un module que l'on attache à son iPhone, de réaliser des vidéo-otoscopies.

En 2016, une revue<sup>69</sup> s'est intéressée à 30 applications reproduisant une audiométrie tonale disponibles sur smartphones telles que *uHear* (iOS), *uHearingTest* (iOS), *AudCal* (iOS), *hearScreen* (Android) etc.

L'application *uHear*<sup>70-75</sup> est particulièrement étudiée car elle a pour principal avantage d'être gratuite. Consistant à reconnaître des sons purs sur les fréquences 500, 1000, 2000, 4000 et 6000 Hz à l'aide d'écouteurs, elle est très sensible<sup>72,75</sup> (de 90 à 100 %) et spécifique (de 88,5 à 100 %) pour la détection d'une surdité définie comme une perte auditive moyenne supérieure à 40 dB. Ces valeurs<sup>71,74</sup> étaient aussi retrouvées chez les personnes plus âgées avec cependant une efficacité légèrement plus faible (sensibilité 76,5 %, spécificité de 90,7 % pour un seuil de surdité fixé à 35 dB) probablement en lien avec la difficulté de discrimination des sons dans le bruit plus importante chez ces personnes, même si un processus d'atténuation du bruit environnant était réalisé avant le début du test.

Des applications destinées à être utilisées sur les tablettes mobiles ont été mises au point pour le dépistage auditif chez l'adulte<sup>76</sup> : *EarTrumpet*; *Audiogram Mobile*; *Hearing Test with Audiogram* ou *ShoeBOX audiometer* chez l'enfant<sup>77</sup>.

*EarTrumpet* est très efficace dans le dépistage d'une surdité (sensibilité allant de 96,3 à 100 % et spécificité allant de 72 % à 83,1 %) et particulièrement corrélée à une audiométrie standard : 92 %<sup>76</sup> à 94 %<sup>78</sup> des seuils obtenus sur l'application étaient ceux de l'audiométrie tonale classique à  $\pm 10$  dB.

Certaines de ces applications<sup>79</sup> (*EarTrumpet*, *ShoeBox audiometer*) intègrent aussi une composante de reconnaissance de la parole dans le bruit. Quant à elles, les applications *TelScreen II*<sup>80</sup> ; dont s'est inspirée l'application *HearWHO* de l'OMS ; *National Hearing Test*, *Earcheck* ou bien *Occupational Earcheck*<sup>81-83</sup> s'intéressent exclusivement à la compréhension de la parole dans le bruit (« speech-in-noise » tests).

Leur utilisation en ligne est particulièrement adaptée à la problématique car l'utilisation d'algorithmes automatiques adaptant le rapport signal sur bruit rend ces tests extrêmement reproductibles, même si les conditions d'insonorisation sont médiocres<sup>56</sup>. Ils semblent de plus particulièrement intéressants pour la mise en évidence des surdités débutantes, notamment celles

induites par le bruit (**Noice-Induced Hearing Loss**). À noter qu'*Höra* est une application disponible sur téléphone mobile adaptée du test français « French digit triplet test ». Son principe est de reconnaître des triplets de chiffres dans un environnement bruyant. Les stimuli sont présentés de manière antiphasique (opposition de phase entre l'oreille droite et l'oreille gauche) ce qui rend ce test plus sensible à la détection des surdités asymétriques ou unilatérales. Elle est en cours de validation comme outil de dépistage de la déficience auditive.

### 3.2 VALIDITÉ DU QUESTIONNAIRE HHIE-S POUR LE DÉPISTAGE AUDITIF

La validité, la fiabilité et la reproductibilité des différents outils de dépistage auditifs ont été établies via de grandes études de cohortes<sup>54,63,84-87</sup>.

#### 3.2.1 Sensibilité, spécificité et rapports de vraisemblance du questionnaire HHIE-S

Lichtenstein<sup>88</sup> a calculé en 1988 les sensibilités et spécificités du questionnaire HHIE-S sur 178 sujets en fonction de 5 critères audiométriques différents définissant une surdité. Il a montré des sensibilités allant de 53 à 72 % et des spécificités allant de 70 à 84 % en prenant la valeur cut-off du questionnaire HHIE-S à 8/40. Trois critères définissaient une surdité à partir de l'audiométrie tonale et deux à partir d'une audiométrie vocale, en faisant varier les seuils, les fréquences considérées dans le calcul de la perte auditive moyenne ou le caractère uni ou bilatéral de la perte.

Il a aussi établi les rapports de vraisemblance du HHIE-S qui correspondent, pour un sujet donné, à la probabilité qu'il a d'être atteint d'une déficience auditive en fonction du score obtenu au test de dépistage (= probabilité post-test).

Pour établir ces données, le critère définissant la surdité du sujet était une perte auditive moyenne (PAM) > 40 dB sur la fréquence 1000 ou 2000 Hz sur les 2 oreilles ou une PAM > 40 dB sur la fréquence 1000 Hz et 2000 Hz sur au moins 1 oreille (critère de « Ventry et Weinstein »<sup>89</sup>).

Ces résultats pouvaient être extrapolés à la population générale américaine car la prévalence de la surdité, estimée dans son étude à 30 %, était comparable à celle rapportée dans les données épidémiologiques.

<p>Un score compris entre 0 et 8 au HHIE-S indiquait une probabilité de surdité de 13 %.</p> <p>Un score compris entre 10 et 24 au HHIE-S indiquait une probabilité de surdité de 50 %.</p> <p>Un score compris entre 26 et 40 au HHIE-S indiquait une probabilité de surdité de 84 %.</p>
--

Ces valeurs permettent de guider le patient ou le praticien sur la conduite à tenir à l'issue du dépistage, notamment sur l'intérêt de réaliser une consultation auprès d'un ORL avec une audiométrie tonale conventionnelle. En revanche, ces scores ne permettent pas de préjuger de la sévérité de la surdité dépistée ni de l'indication éventuelle d'un appareillage auditif.

La reproductibilité dans le temps (c'est-à-dire la similitude des réponses au questionnaire données par le même individu à deux moments différents) du questionnaire HHIE dans sa version originale de 25 questions est excellente ( $r = 0,92$ )<sup>65</sup>.

Sa cohérence interne est aussi excellente (indice alpha de Cronbach = 0,95)<sup>64</sup>. Cet indice permet de vérifier que chaque item du questionnaire est déterminant dans la mise en évidence de la déficience auditive.

Ces résultats, considérés par de nombreux auteurs<sup>65,88</sup> comme transposables à la version réduite HHIE-S, reflètent ainsi la pertinence de chaque item à juger du handicap perçu en lien avec le déficit auditif et de la validité du résultat obtenu en ne réalisant le test qu'une seule fois. Enfin, le remplissage du questionnaire peut se faire à l'oral ou à l'écrit<sup>65</sup> sans modifier le score final.

En revanche, la corrélation entre l'audiométrie tonale et le score total au HHIE est moyenne ( $r = 0,61$ )<sup>90</sup>. Cela montre que le déficit auditif est un phénomène complexe combinant la perte auditive physiologique et la gêne sociale. De plus, l'audiométrie tonale, considérée comme le Gold-Standard dans le diagnostic de la déficience auditive, présente elle aussi de nombreuses limites et n'est qu'un reflet très partiel des performances du système auditif dans la vie quotidienne du sujet.

### 3.2.2 Validité des différentes stratégies de dépistage incluant le questionnaire HHIE-S

Plusieurs auteurs ont donc réalisé puis validé différentes stratégies de dépistage du déficit auditif combinant le HHIE-S avec d'autres outils.

Sindhusake<sup>85</sup> a comparé l'efficacité de la question isolée « Ressentez-vous une baisse d'audition ? » à celle du questionnaire HHIE-S en tant qu'outils de dépistage chez les sujets de la cohorte « Blue Mountains ». Pour un cut-off fixé à 8, la sensibilité du questionnaire était de 58 % pour dépister les surdités légères et de 80 % pour dépister les surdités moyennes. Celle de la question isolée était respectivement de 78 % et 93 %. En revanche, la spécificité du questionnaire était supérieure (85 % pour les surdités légères et 76 % pour les surdités modérées) à celle de la question isolée (respectivement 67 % et 56 %).

Gates<sup>86</sup> avait réalisé le même type d'étude sur les sujets de la cohorte de Framingham et avait confirmé une excellente spécificité (94 %) du questionnaire HHIE-S pour un cut-off fixé à 8, bien meilleure que celle de la question isolée (71 %).

Lichtenstein<sup>54</sup>a évalué l'efficacité de différentes stratégies de dépistage auditif avec l'audioscope et/ou le questionnaire HHIE-S. L'audioscope seul montrait des valeurs très intéressantes (sensibilité 94 %, spécificité 72 %), de même que le questionnaire HHIE-S seul, toujours avec le cut-off fixé à 8 (sensibilité 72 %, spécificité 77 %).

L'utilisation combinée des deux outils retrouvait une sensibilité à 75 % et une spécificité à 86 %. La précision (*accuracy* en anglais) de la stratégie était de 83 %. Dans ce cas, la précision ou exactitude statistique correspond à la proportion de résultats correctement mis en évidence par le test de dépistage parmi tous ceux réalisés. En d'autres termes, elle correspond à la « justesse » du test de dépistage.

$$\text{Précision} = \frac{\text{Nombre de vrais positifs} + \text{nombre de vrais négatifs}}{\text{Nombre total de sujets}}$$

Les stratégies combinées audioscope + questionnaire étaient les plus efficaces dans les cohortes<sup>2,54,58,84,91</sup>. Cependant, McBride<sup>92</sup> avait modéré ces résultats avec l'audioscope en fonction des différentes intensités utilisées et des critères d'audiométrie fixés définissant la surdité.

Il faut aussi prendre en compte que l'ajout de l'audioscope à l'administration du questionnaire alourdit le protocole de dépistage en termes de temps, de coût et de disponibilité du matériel et du personnel et empêche une auto-évaluation par le sujet.

**Points Clés :**

- Le questionnaire HHIE-S, du fait de sa simplicité d'utilisation, sa fiabilité, sa reproductibilité et ses valeurs intrinsèques élevées, est un outil de choix pour le dépistage auditif chez les sujets âgés.
- Une stratégie combinée améliore légèrement l'efficacité du dépistage mais alourdit le protocole.

### 3.2.3 Validité des traductions du questionnaire HHIE-S

Le questionnaire HHIE et sa version simplifiée HHIE-S ont été traduits puis validés dans de nombreuses langues, dont celles les plus parlées dans le monde : mandarin<sup>91</sup>, espagnol<sup>93</sup>, arabe<sup>94</sup>, portugais<sup>95</sup>, finlandais<sup>66</sup>, suédois<sup>57</sup>... À notre connaissance, aucune traduction française n'a été validée par une étude dédiée.

Toutes les traductions ont été réalisées selon un protocole précis dit d'adaptation culturelle<sup>96-98</sup> afin de refléter avec exactitude les éléments de la langue originelle, tout en s'assurant de la bonne compréhension des questions dans la langue de traduction et de leur pertinence sociale et culturelle dans la population à tester.

Les questionnaires HHIE-S traduits étaient ensuite testés sur de grandes cohortes, comportant généralement au minimum 100 sujets âgés. Les valeurs de sensibilité, spécificité, précision et fiabilité étaient similaires à la version originale. Par exemple, la version chinoise validée auprès de 727 Chinois âgés de 60 à 86 ans retrouvait une sensibilité de 100 % et une spécificité de 84,5 % pour un cut-off fixé à 6 au questionnaire HHIE-S afin de détecter une surdité modérée (PAM > 40 dB)<sup>55</sup>.

La version finlandaise<sup>66</sup> retrouvait, pour un cut-off fixé à 8, une sensibilité du HHIE-S de 80,7 % et une spécificité de 79,1 % pour dépister une perte auditive > 25 dB, une sensibilité à 100 % mais une spécificité de 59,7 % pour dépister une perte auditive supérieure à 40 dB. Les versions en portugais ou en arabe retrouvaient des valeurs similaires, avec des indices alpha de Cronbach élevés (0,79 pour la version portugaise<sup>95</sup>; 0,90 pour la version en arabe<sup>94</sup>).

## 3.3 L'AUDIOMÉTRIE DANS LE BRUIT, UN NOUVEL OUTIL POUR DÉPISTER LES SURDITÉS CACHÉES ?

Depuis quelques années, il existe un regain d'intérêt, notamment de la part des praticiens ORL, pour des outils évaluant la compréhension de la parole dans le bruit. Ces tests permettent une analyse plus fine de la fonction auditive et plus proche des conditions réelles d'écoute des sujets. Comme évoqué plus haut au travers de certaines applications disponibles sur téléphone mobile, ces tests pourraient avoir un grand intérêt dans une procédure de dépistage auditif mais aucun d'eux n'est cependant validé à grande échelle dans cette indication.

### 3.3.1 Concept de surdité cachée

Jusqu'à présent, l'un des arguments avancés en défaveur du dépistage auditif systématique reposait sur le fait que les questionnaires de dépistage de l'audition étaient considérés comme « trop

sensibles » et pas assez spécifiques, surtout dans les démarches en intention de traiter (c'est-à-dire d'appareillage auditif) : de nombreux patients étaient dépistés comme positifs aux questionnaires alors que leur audiométrie conventionnelle était encore considérée comme normale.

De notre point de vue, il s'agit au contraire d'un atout majeur du dépistage qui permet de mettre en évidence une surdité débutante : surdité non mise en évidence par l'audiométrie tonale et vocale dans le silence mais ayant un retentissement clinique se traduisant par des troubles de la compréhension de la parole en milieu bruyant. Dépister ces patients pourrait permettre de leur faire prendre conscience de leur déficit auditif, de mettre en place des mesures de prévention afin de limiter la dégradation de l'audition et si besoin de proposer un appareillage auditif plus précoce.

Ce phénomène, décrit dans la littérature<sup>99-102</sup>, est appelé **Hidden Hearing Loss** ou surdité cachée.

De nombreux auteurs se sont intéressés à la physiopathologie de cette surdité cachée qui est un phénomène complexe mêlant dégénérescence physiologique des cellules ciliées externes et internes et synaptopathie cochléaire.

Les cellules ciliées externes (CCE) sont les cellules les plus fragiles de la cochlée<sup>101</sup>: elles se détériorent du fait de l'âge, de l'exposition au bruit ou aux ototoxiques. Les CCE situées dans la zone de reconnaissance des hautes fréquences (base de la cochlée) sont les premières à être altérées. La dégénérescence se poursuit progressivement jusqu'aux cellules dédiées aux basses fréquences, à l'apex de la cochlée. Les CCE ont un rôle dans l'amplification du signal sonore et la sélectivité des fréquences<sup>103</sup>. Lorsqu'elles sont totalement détruites, les seuils auditifs augmentent de 30 à 40 dB<sup>104</sup> et le codage des fréquences est moins précis.

Les cellules ciliées internes (CCI) sont plus résistantes aux traumatismes. Des études<sup>100,105</sup> chez l'animal ont montré que les seuils auditifs dans le silence sont conservés même si 80 % des CCI ont disparu. Leur nombre important (environ 3 500 par cochlée) explique ce résultat du fait d'une certaine redondance dans le traitement du signal sonore : une simple tâche de détection d'un son pur dans le silence ne nécessite probablement que l'activation d'un nombre limité de cellules et de fibres nerveuses au niveau cochléaire. Cependant, l'intégrité des CCI est déterminante dans la détection du signal sonore dans les environnements bruyants et pour la latéralisation des sons<sup>105</sup>.

Pour comprendre la physiopathologie de la surdité cachée, il faut rappeler que 90 % des synapses cochléaires sont réalisées entre les neurones auditifs et les CCI. Seules 10 % des synapses concernent les CCE. Ainsi, même si les CCE sont plus fragiles et disparaissent en premier, elles ne sont pas indispensables à l'activation de la voie auditive en réponse à une stimulation sonore. On comprend aisément qu'une conservation des seuils auditifs dans le silence soit possible malgré une dégénérescence importante des deux groupes de cellules ciliées. En d'autres termes, la normalité de

l'audiométrie tonale dans le silence n'exclut pas la présence de lésions cochléaires : cela correspond au concept de surdité cachée. Cette dégénérescence cochléaire se manifeste alors notamment dans les environnements bruyants car les CCI restantes ne peuvent plus traiter correctement le signal sonore dans le bruit, aboutissant à la plainte des patients.

La destruction des cellules ciliées ne semble cependant pas la seule hypothèse expliquant la surdité cachée. En effet, de récentes découvertes<sup>106,107</sup> semblent indiquer que c'est la synapse entre la cellule ciliée et le neurone du nerf auditif qui est la première touchée par la dégénérescence physiologique liée à l'âge et par les expositions aux sons forts. En effet, certaines expositions sonores traumatisent les cellules ciliées (internes et externes) sans les détruire et engendrent alors une augmentation réversible et temporaire des seuils auditifs.

Cependant, leur effet sur les synapses cochléaires est plus radical : dans 50 % des cas, une exposition à des sons trop forts entraîne une disparition d'une partie des synapses cochléaires. Ce phénomène est alors irréversible. La neuropathie cochléaire qui en découle passe cependant souvent inaperçue car, d'une part, les fibres les plus touchées sont peu utilisées pour la détection du signal sonore dans le silence et d'autre part, du fait de la survie prolongée du neurone auditif malgré la destruction de sa synapse, la disparition de celle-ci n'est pas mise en évidence par les examens électrophysiologiques mesurant l'activité électrique du corps cellulaire du neurone.

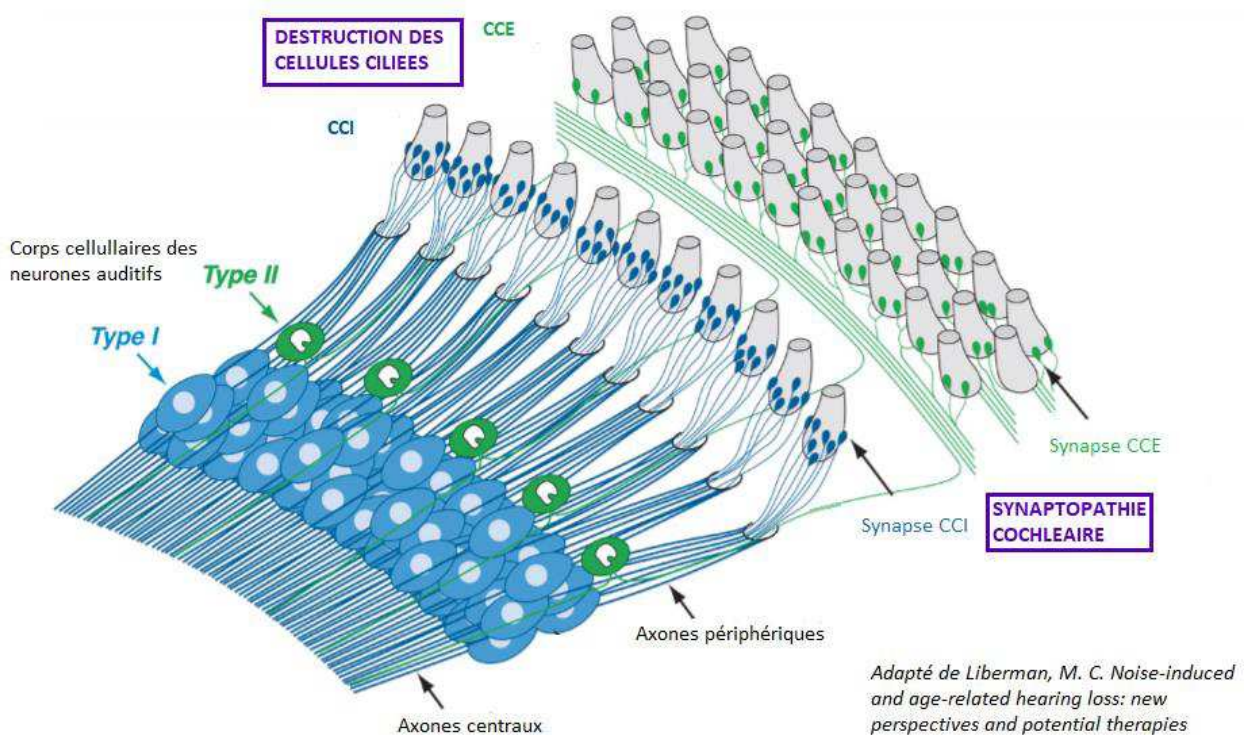


Figure 6 : Structures impliquées dans la surdité cachée combinant la destruction des cellules ciliées et la synaptopathie cochléaire



Des auteurs<sup>101,107,108</sup> ont essayé de mettre en évidence la surdité cachée de sujets par d'autres moyens que l'audiométrie tonale conventionnelle qui, dans ce cas, n'est pas discriminante.

- L'audiométrie tonale à ultra-hautes fréquences (allant de 12 à 20 000 Hz) semble intéressante pour dépister la perte des cellules ciliées.
- Certaines caractéristiques des ondes I et V des potentiels évoqués auditifs pourraient mettre en évidence la synaptopathie cochléaire<sup>102</sup>.
- Les auto-questionnaires aident à identifier les patients atteints de surdité cachée de manière subjective mais il n'y a pas de mesure physique associée.
- Les tests de reconnaissance de la parole dans le bruit semblent être des outils pertinents car ils sont sensibles dans la détection des deux phénomènes physiopathologiques à l'origine de la surdité cachée (perte des cellules ciliées et synaptopathie cochléaire). Leur réalisation est très simple<sup>101,108</sup>.

### 3.3.2 Tests dans le bruit

Les premiers tests<sup>109</sup> évaluant la compréhension de la parole dans le bruit ont été développés à la fin des années 1970 mais l'essor de ce type de tests date vraiment des années 2000, notamment ceux destinés aux ORL cliniciens.

Leur principe, toujours identique, est décliné différemment en fonction du test :

- Le sujet doit répéter ce qu'il a entendu dans un environnement bruyant.
- Les mots clés sont des chiffres, des noms, des phrases.
- Le plus souvent, un élément parmi la parole ou le bruit est d'intensité fixe alors que l'autre est variable.
- C'est donc la modification du rapport signal/bruit (RSB) qui permet d'établir les résultats du test. Par exemple, si la parole est à une intensité de 60 dB et le bruit à 55 dB, le rapport signal sur bruit est de - 5 dB RSB.
- Les valeurs normatives sont spécifiques à chaque test.

Les tests en langue anglaise tels que le **Hearing-in-Noise Test** (*HINT*; M. Nilsson, S. Soli, & J. Sullivan, 1994), le **Quick Speech-in-Noise Test** (*QuickSIN*<sup>TM</sup>; M. C. Killion, P. A. Niquette, G. I. Gudmundsen, L. J. Revit, & S. Banerjee, 2004) ou le **Words-in-Noise test** (*WIN*; R. H. Wilson, 2003; R. H. Wilson & C. A. Burks, 2005) sont particulièrement sensibles pour détecter les troubles de la compréhension de la parole dans le bruit et font référence en langue anglaise<sup>110</sup>.

En 2012, en langue française ; quatre tests<sup>111</sup> évaluant la compréhension de la parole dans le bruit étaient principalement utilisés dans cette indication :

- Le **Canadian French hearing in noise test** (*Vaillancourt et al, 2005*), adaptation du HINT, peu utilisé en Europe.
- Le **French Intelligibility Sentence Test (FIST, Luts et al, 2008)**<sup>112</sup>: inspiré du test HINT, son principe est de répéter des listes de 10 phrases, prononcées à 65 dB SPL; avec un bruit de fond variable.
- Le **FrMatrix test** (*Jansen et al, 2012*<sup>111</sup>): inspiré de tests similaires développés dans d'autres langues européennes, il est constitué d'une « matrice » de mots qui permettent d'éviter la prédictibilité. Chaque phrase prononcée a ainsi toujours la même syntaxe (nom-verbe-nombre-objet-couleur) avec un bruit de fond variable et une procédure adaptative.
- Le **French digit triplet test (FrDigit3, Jansen et al, 2010)** : 27 triplets de chiffres compris entre 1 et 9 doivent être répétés dans un bruit de fond constant.

Ces trois derniers tests (FIST, FrMatrix et FrDigit3) ont été comparés dans une étude multicentrique de Jansen<sup>111</sup> : tous les trois très sensibles, chacun d'eux a des résultats comparables aux autres. Ils peuvent tous les trois être utilisés de manière fiable dans l'évaluation de la compréhension de la parole dans le bruit.

### 3.3.3 *Le Test Vocale Rapide dans le Bruit (VRB)*

Le test d'audiométrie dans le bruit « VRB » (Vocale Rapide dans le Bruit) a été développé en français par l'équipe du Professeur Christophe Vincent (CHU de Lille) et validé par une étude en 2018<sup>113</sup>. Ce test est disponible sur une plateforme dédiée de la société Biotone Technologie Médicale et commercialisé sous le nom HUBSOUND.

Le VRB s'inspire du test américain *QuickSIN*<sup>TM</sup> et consiste en la répétition de listes de phrases dans un environnement bruyant, avec une modification automatique et standardisée du rapport signal sur bruit à chaque nouvelle phrase. Ce test peut être réalisé au casque ou en champ libre avec cinq haut-parleurs.

Chaque liste comporte 9 phrases (1 phrase dans le silence et 8 phrases dans le bruit) qui ont été extraites du corpus « Marginal Benefit from Acoustic Amplification ». Elles sont représentatives de conversations courantes et ont été choisies sur différents critères, notamment leur concision, l'absence de confusion possible et l'absence de prédictibilité afin de ne pas faire trop intervenir la suppléance mentale. Elles sont prononcées par une orthophoniste parlant à vitesse normale, en français sans accent régional, à une intensité fixe de 60 dB SPL (soit environ 45,5 dB HL).

Trois mots-clés sont à reconnaître dans chaque phrase. Chaque mot-clé répété correctement par le sujet vaut 1 point (score compris entre 0 et 3 pour chaque phrase).

Le bruit est une boucle de 8 secondes extraite de l'onde vocale globale. C'est un bruit composé par le mélange de quatre voix, créé à partir de l'enregistrement de 2 couples conversant, l'un en français, l'autre en anglais.

L'un des intérêts de ce test est qu'il a été construit et calibré à partir de sujets normo-entendants, de sorte que l'unité utilisée appelée perte de rapport signal sur bruit (perte de RSB, en dB RSB) permet une lecture directe de la perte du patient par rapport à une valeur normative. Ainsi, dans ce test, la valeur 0 dB de perte de RSB correspond au seuil de discrimination vocale, c'est-à-dire que pour ce seuil, un sujet normo-entendant reconnaît 50 % des mots.

Le rapport signal sur bruit est continuellement croissant au cours du déroulement d'une liste : pour la première phrase, la perte de rapport signal/bruit est de 18 dB RSB alors qu'elle est de - 3 dB RSB pour la dernière phrase.

Les réponses du sujet retranscrites par l'examineur sur le logiciel permettent de les comparer à la courbe de référence. Le logiciel calcule la perte moyenne de RSB à l'issue du test, valeur discrète allant de - **4,5 dB RSB** (toutes les réponses correctes) à + **19,5 dB RSB** (toutes les réponses erronées).

Des résultats prometteurs de ce test ont été montrés dans la publication princeps<sup>113</sup> : en effet, les sujets ayant des pertes auditives légères auraient une perte moyenne de RSB à 4,6 dB RSB, ceux ayant des pertes auditives moyennes du premier et second degré selon le BIAP respectivement 6,3 et 10 dB RSB et ceux ayant des pertes auditives sévères une perte moyenne de RSB à 12,5 dB RSB. Ces valeurs sont proches des autres tests francophones et du *QuickSIN*<sup>TM</sup> rendant ce test a priori efficient pour la détection de la difficulté de compréhension de la parole dans le bruit dans la population francophone.

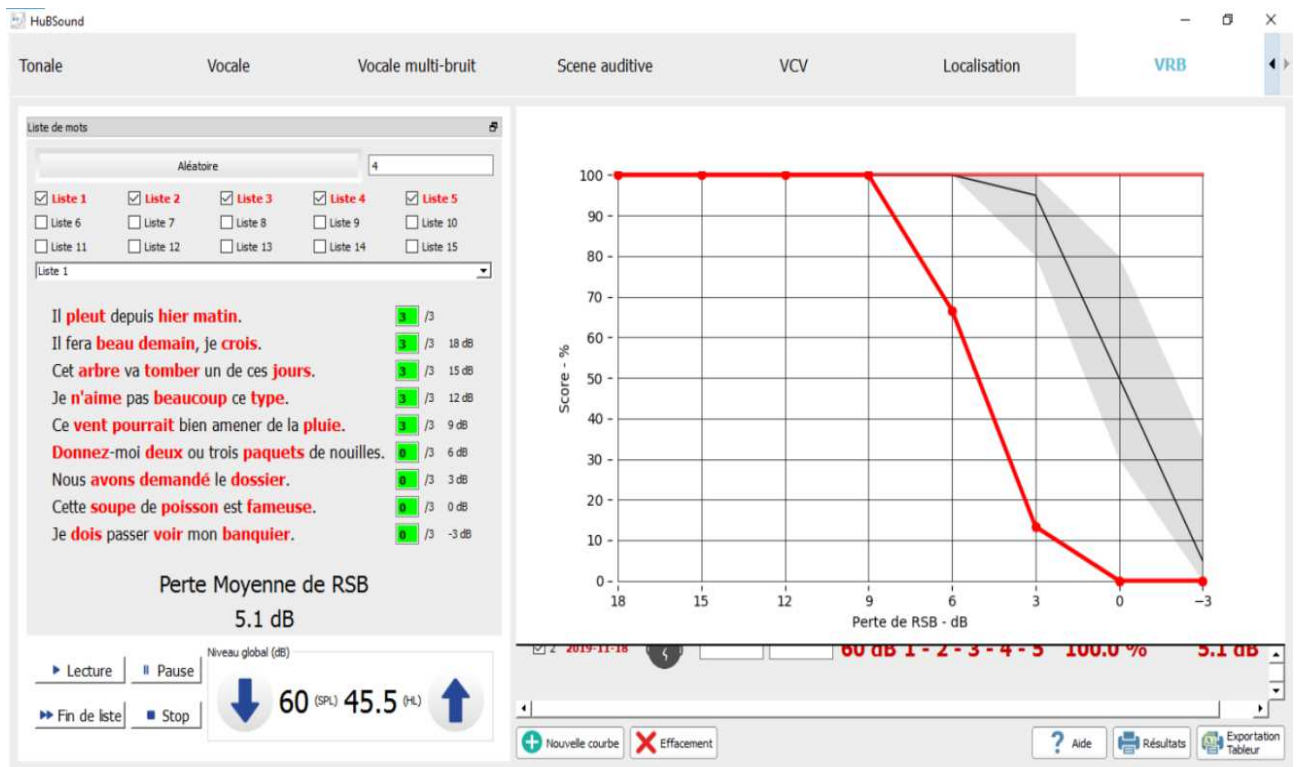


Figure 7 : Capture d'écran d'un résultat du test VRB pour un sujet ayant des difficultés de compréhension de la parole dans le bruit

**Légende :**

Onolet à gauche : Liste de phrases en cours.

Les mots-clés sont indiqués en rouge. Le score du patient se lit dans la case adjacente.

La perte moyenne de RSB indiquée correspond à la moyenne des 5 listes.

Grappe : Représentation graphique du score de discrimination correcte en fonction du RSB.

Courbe rouge : Résultats du patient.

Courbe noire : Valeur normative.

Zone grisée : Déviation standard des sujets normo-entendants.

# MISE EN PLACE ET DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE VF DEPIST 60 AU CHU DE BORDEAUX

## 1 Justification des choix méthodologiques

La prévalence élevée du déficit auditif chez les personnes âgées de plus de 60 ans et les conséquences sérieuses qui peuvent en découler alors qu'une prise en charge efficace est facilement disponible nous ont conduits à mettre en place l'étude VF DEPIST 60. Cette étude prospective interventionnelle, monocentrique au CHU de Bordeaux a pour but de valider notre version française du questionnaire HHIE-S comme nouvel outil utilisable dans une stratégie de dépistage. Le choix du questionnaire HHIE-S repose sur le fait qu'il s'agit d'un outil fiable, reproductible dont l'intérêt comme outil de dépistage de la déficience auditive est démontré<sup>57,65,66,88,90,91,93-95</sup>.

Comme l'utilisation de l'audiométrie dans le bruit était pertinente pour la mise en évidence des sujets atteints de surdité débutante<sup>101,108,110,113</sup>, nous avons décidé de l'inclure dans notre protocole. Pour cela, nous avons choisi le test VRB car il est simple, rapide d'utilisation et représentatif d'une situation réelle d'écoute.

## 2 Objectifs de l'étude VF DEPIST 60

### 2.1 OBJECTIF PRINCIPAL

L'objectif principal de l'étude est de **valider notre version française du questionnaire HHIE-S** comme outil adapté pour le dépistage de la déficience auditive chez les sujets âgés de plus de 60 ans.

Pour ce faire, nous allons déterminer :

- La **sensibilité** et la **spécificité** du questionnaire en fonction du score obtenu à celui-ci. Le Gold-Standard étant la perte auditive moyenne déterminée sur une audiométrie tonale.
- Le **score seuil** le plus pertinent pour déterminer la présence d'une déficience auditive à l'aide d'une courbe ROC et la précision du questionnaire.
- Les **valeurs prédictives positives et négatives** du test dans notre population.
- Les **rapports de vraisemblance** dans notre population.
- La **cohérence interne** du questionnaire français avec l'indice de Cronbach.

Nous attendons une prévalence de la déficience auditive comparable à celle estimée (entre 30 et 40 %) dans la population française âgée de plus de 60 ans ainsi que des valeurs de sensibilité, spécificité et précision similaires à celles décrites dans la littérature concernant le questionnaire HHIE-S ou ses traductions. Ainsi validée, notre version française du questionnaire HHIE-S pourrait être incluse dans une stratégie de dépistage dans la population générale, notamment via la communauté médicale (ORL, médecins généralistes, gériatres, etc.).

## 2.2 OBJECTIFS SECONDAIRES

### 2.2.1 *Déterminer un score HHIE-S seuil pour une indication théorique d'appareillage auditif*

Déterminer un score seuil permettant de dépister une déficience auditive est important pour les sujets remplissant le questionnaire, cependant le fait de pouvoir évaluer le degré de surdité l'est tout autant. Pour cela, déterminer un score seuil correspondant à une indication théorique d'appareillage serait très intéressant en pratique clinique pour conseiller ces personnes et les orienter rapidement vers cette solution de réhabilitation auditive.

### 2.2.2 *Établir une corrélation entre le score HHIE-S et le résultat obtenu au VRB*

Nous évaluerons le lien entre le score obtenu au questionnaire HHIE-S et la valeur de perte moyenne de RSB en audiométrie vocale dans le bruit. Si une telle corrélation est mise en évidence, nous pourrions ainsi mieux définir la notion de gêne auditive dans le bruit et en définir un seuil numérique. En effet, le test d'audiométrie dans le bruit VRB n'a pas encore de seuil authentifié permettant de classer le résultat obtenu comme étant pathologique dans le bruit.

### 2.2.3 *Établir une corrélation entre la perte auditive moyenne et le résultat obtenu au VRB*

Nous évaluerons le lien entre la perte auditive moyenne et la valeur de perte moyenne de RSB en audiométrie vocale dans le bruit. Si une telle corrélation est mise en évidence, nous pourrions peut-être mettre en évidence des surdités cachées, c'est-à-dire des sujets ayant une audiométrie tonale normale mais des troubles de la compréhension dans le bruit détectés par le VRB.

### 3 Détermination de la population d'étude

#### 3.1 CRITÈRES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION

VF DEPIST 60 étant une étude évaluant un outil de dépistage, les critères d'inclusion sont assez larges afin que les caractéristiques de notre échantillon puissent se rapprocher le plus possible de celles de la population générale.

Pouvait être incluse dans l'étude toute personne âgée de 60 ans minimum, en mesure d'exprimer son consentement libre, éclairé et exprès et étant affiliée à la sécurité sociale française.

Pour se rapprocher d'une situation de dépistage primaire, nous avons exclu tous les sujets :

- Ayant déjà consulté pour un problème d'audition (qu'il ait été avéré ou non),
- Ayant réalisé un audiogramme dans les six mois précédant la réalisation de l'étude,
- Suivis pour des pathologies otologiques authentifiées, avec ou sans surdité,
- Ayant bénéficié de chirurgie de l'oreille, à l'exception de ceux ayant eu des poses d'aérateurs trans-tympaniques dans l'enfance avec résolution complète des symptômes à l'âge adulte,
- Dont l'état de santé physique et/ou psychologique est sévèrement altéré ou dont la compréhension et la concentration sont limitées, empêchant de réaliser deux audiogrammes de manière correcte et de recueillir des réponses adaptées au questionnaire,
- Visés aux articles L.1121-5 à L.1121-8 et L.1122-1-2 du code de la santé publique (majeurs protégés, personnes en situation d'urgence, incapables de donner leur consentement, etc.).

#### 3.2 NOMBRE DE SUJETS NÉCESSAIRES

La prévalence de la déficience auditive dans la population générale n'étant pas précisément connue, nous ne pouvons déterminer le nombre nécessaire de sujets à partir des caractéristiques de la population. Nous avons donc estimé le nombre de participants à inclure en déterminant **a priori** les **valeurs minimales** de sensibilité et de spécificité du questionnaire HHIE-S nécessaires à sa validation comme outil efficace de dépistage. Nous avons fixé ces valeurs à 75 % chacune.

Avec une précision de 5 %, le calcul du nombre nécessaire de sujets est le suivant :

$$N = \frac{3,84 * \textit{sensibilité minimale} * (1 - \textit{sensibilité minimale})}{\textit{risque alpha}^2} = \frac{3,84 * 0,75 * 0,25}{0,05^2} = 288$$

⇒ Nous avons donc fixé l'objectif du nombre d'inclusions à **290 sujets**.

## 4 Aspects logistiques de la mise en place de l'étude VF DEPIST 60 au CHU de Bordeaux

### 4.1 TRADUCTION DU QUESTIONNAIRE HHIE-S EN FRANÇAIS

Conformément aux recommandations établies concernant l'adaptation culturelle des questionnaires médicaux<sup>96-98</sup>, le Dr Bonnard et moi-même avons réalisé de manière indépendante une première traduction du questionnaire HHIE-S de l'anglais vers le français. Nous sommes ensuite convenus d'une version commune qui a été soumise à une « back-translation » auprès de deux personnes bilingues non issues du milieu médical, l'une de langue maternelle anglaise, l'autre de langue maternelle française. Cette procédure de traduction « inverse » permet de vérifier l'équivalence de la version traduite à celle de la version originale et de corriger d'éventuels faux sens. Notre traduction définitive du questionnaire HHIE-S est disponible ci-après (figure 8).

Nous avons modifié la question numéro 6. Cette question "Does a hearing problem cause you to attend religious services less often than you would like?"<sup>64</sup> était adaptée à une population vivant aux États-Unis en 1983, traditionnellement de confession judéo-chrétienne et très pratiquante. La traduire telle quelle en français nous semblait inapproprié pour un questionnaire médical car trop connotée pour notre société actuelle, laïque. Notre version s'écarte donc volontairement de la tournure originale afin de mettre en avant le caractère particulier des milieux sonores réverbérants sans se limiter aux situations des cérémonies religieuses. La version adaptée est la suivante : « Assistez-vous moins souvent que vous le voudriez à certains évènements (spectacles, concerts, cérémonies religieuses) à cause d'un problème d'audition ? ».

Nous n'étions pas les seuls auteurs à évoquer la difficulté de traduction de cette question en lien avec les cérémonies religieuses. Par exemple, une traduction sans adaptation avait été réalisée dans la version finlandaise<sup>66</sup> du questionnaire HHIE-S mais elle avait été l'objet de nombreuses remarques de la part des sujets testés qui la signalaient inappropriée. Les auteurs de la version en arabe<sup>94</sup>, destinée à la population égyptienne, eux, se sont totalement affranchis de cette difficulté de traduction en remplaçant la question sur la religion par une autre, correspondant elle aussi à une situation sociale mais évoquant les difficultés d'audition lors des communications téléphoniques. En Égypte, la religion majoritaire étant l'Islam, le culte religieux est réalisé dans un lieu silencieux. Traduite sans adaptation préalable, la question sur la religion aurait alors été non discriminante pour le dépistage d'une déficience auditive dans la population égyptienne.



## Hearing Handicap Inventory for the Elderly Screening (HHIE-S) - French version

ITEM	OUI (4 pts)	PARFOIS (2 pts)	NON (0 pts)
Vous sentez-vous mal à l'aise à cause d'un problème d'audition lorsque vous rencontrez de nouvelles personnes ?			
Vous sentez-vous frustré(e) par un problème d'audition lorsque vous parlez aux membres de votre famille ?			
Avez-vous des difficultés pour entendre quand quelqu'un parle à voix basse ?			
Vous sentez-vous handicapé(e) par un problème d'audition ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté lorsque vous rendez visite à des amis, parents ou voisins ?			
Assistez-vous moins souvent que vous le voudriez à certains événements (spectacles, concerts, cérémonies religieuses) à cause d'un problème d'audition ?			
Est-ce qu'un problème d'audition est à l'origine de disputes avec les membres de votre famille ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté pour écouter la TV ou la radio ?			
Avez-vous l'impression qu'une quelconque difficulté d'audition limite ou gêne votre vie personnelle ou sociale ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté lorsque vous êtes au restaurant avec des parents ou des amis ?			
<b>SCORE BRUT _____ (somme des points attribués à chaque item)</b>			

Figure 8 : Notre version française finale du questionnaire HHIE-S après procédure de double traduction et traduction inverse

### 4.2 MISE EN PLACE DE LA CABINE DE TEST POUR L'AUDIOMÉTRIE DANS LE BRUIT

Nous avons reçu début 2019 le logiciel Hubsound de la société Biotone Technologie Médicale avec un ordinateur sur lequel nous avons notre licence. Ce matériel a été installé dans une cabine anciennement utilisée pour réaliser des tests potentiels évoqués auditifs mais abandonnée depuis l'acquisition d'une machine plus moderne. Cette cabine était suffisamment grande pour accueillir les 5 haut-parleurs nécessaires au test dans le bruit avec la distance adéquate entre eux.

Cette cabine a été réaménagée par le Dr Bonnard et moi-même afin de réaliser le test dans le bruit dans de bonnes conditions. Après le nettoyage de la cabine, l'achat de câblage pour connecter les haut-parleurs, l'installation d'un bureau et d'un audiomètre, la cabine était opérationnelle.

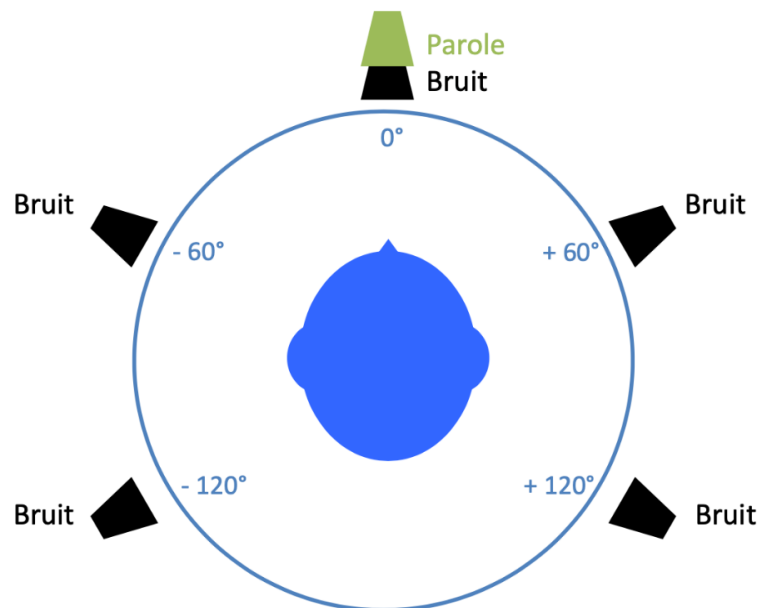
Nous avons ensuite procédé à la calibration de l'audiomètre et des haut-parleurs du logiciel avec un sonomètre. Les réglages ont été validés par l'installateur du logiciel Hubsound.



*Figure 9 : Photos de la cabine de test*

*Le participant s'installe sur la chaise au centre de la cabine. Le bureau pour l'examineur avec l'audiomètre, l'ordinateur générant le test d'audiométrie vocale dans le bruit et le casque d'audiométrie tonale sont disposés latéralement.*

Il y a cinq haut-parleurs, tous à 1,50 mètre du participant à hauteur de la tête, aux quatre points cardinaux de la pièce. Le 5<sup>e</sup> haut-parleur est en face du participant et émet la phrase qu'il devra répéter pendant que les cinq produisent le bruit de fond. Le test est réalisé en champ diffus et teste les 2 oreilles simultanément.



*Figure 10 : Disposition des haut-parleurs et du participant lors du test VRB*

Cette cabine était dédiée à l'étude et utilisée uniquement pour réaliser des tests dans le bruit. Les réglages n'ont pas été modifiés. Ils ont été vérifiés durant l'étude afin de contrôler le maintien de leur bonne calibration.

#### 4.3 VALIDATION DU PROTOCOLE ET DES DOCUMENTS DE L'ÉTUDE

Pour être certains de la justesse et de la simplicité de notre cahier d'observation, j'ai fait quelques tests préliminaires sur mes co-internes volontaires (merci Rachel). Ceci nous a permis d'écrire avec le plus de précision et de clarté possible le protocole d'étude et de fixer la durée nécessaire pour réaliser les tests. Monsieur Sébastien Marchi, responsable d'études cliniques au CHU de Bordeaux nous a aidés pour sa rédaction ainsi que pour les procédures de validation de l'étude auprès du comité de protection des personnes (CPP) car ce processus est long et complexe.

Le protocole de l'étude a été validé par le CPP SUD-EST III le 10 septembre 2019.

L'étude a été mise en place le 18/10/2019 et la première inclusion a eu lieu le 7/11/2019.

#### 4.4 DIFFUSION ET COMMUNICATION AUTOUR DE L'ÉTUDE

Pour faciliter la recherche de volontaires, nous avons contacté le service logistique du CHU de Bordeaux. Son responsable, Monsieur Sébastien TERRADE, nous a aidés en nous délivrant 35 « chèques-parking » financés entièrement par le CHU. Ces tickets, remis à la fin de la séance de test, remerciaient les participants d'être restés plus de temps que nécessaire à l'hôpital afin de nous permettre de réaliser notre étude.

Afin de toucher le plus possible une population représentative de la population générale, nous avons diffusé notre annonce via l'intranet de l'hôpital et le mail du CHU pour que le personnel le diffuse auprès de ses proches et de ses patients ; ainsi que sur les réseaux sociaux et par mail aux médecins généralistes de la communauté bordelaise.

Les affiches de l'étude ont été placardées dans différentes salles d'attente de consultations (ORL, ophtalmologie, chirurgie maxillo-faciale, soins dentaires, allergologie, douleurs chroniques, radiologie, orthopédie, gériatrie et neurologie) ainsi que sur les bureaux d'accueil des différents bâtiments hospitaliers, des urgences adultes et de la médiathèque de l'hôpital.

La plaquette informative récapitulant toutes les informations nécessaires pour la participation à l'étude était laissée en accès libre dans ces lieux afin que les sujets intéressés puissent nous contacter ultérieurement.

De surcroît, quelques pharmacies et cabinets paramédicaux de la communauté bordelaise ont accepté d'afficher les supports relatifs à notre étude dans leurs salles d'attente.

Début mars 2020, à l'occasion de la journée de l'audition, nous avons contacté Madame Isabelle Castéra, journaliste médicale du journal local *Sud-Ouest*, afin de promouvoir notre étude dans un court article.

## 4.5 MODALITÉS DE RECRUTEMENT

Pour la gestion des rendez-vous des séances de tests et des informations supplémentaires sur l'étude, l'adresse mail générique [depistage.audition@chu-bordeaux.fr](mailto:depistage.audition@chu-bordeaux.fr) a été créée. Les participants pouvaient aussi contacter l'équipe investigatrice par téléphone au numéro du secrétariat de l'école d'ORL (05 57 82 07 26).

Une majorité des volontaires ayant participé à l'étude l'avaient fait sur rendez-vous. Si le premier contact était par mail, je leur répondais par ce moyen en y ajoutant la description complète des modalités de l'étude, ainsi que les critères d'inclusion et d'exclusion. Ceci permettait de leur éviter une venue inutile à l'hôpital si les critères n'étaient pas remplis. Les autres volontaires étaient rappelés et bénéficiaient des mêmes informations que celles données par mail.

La plupart des participants étaient convoqués sur mes repos de garde car cela me permettait de ne pas être interrompue par mes activités hospitalières pendant les tests.

Lorsque j'avais du temps libre à l'hôpital, j'allais démarcher d'éventuels participants dans les salles d'attente des consultations ou en hospitalisation. J'expliquais alors oralement mon étude et ma disponibilité sur la journée pour réaliser les tests et les volontaires se rendaient à notre cabine de test s'ils souhaitaient participer. Ce mode de recrutement individuel était nettement plus chronophage et moins efficace : il y avait un certain nombre de refus, ce qui pouvait parfois être décourageant. Toutefois, le fait de proposer le ticket de stationnement gratuit à la fin de la séance encourageait certains candidats ! Par exemple, notre consultation de rhinologie, du fait de la proximité de sa salle d'attente avec la cabine de test et de l'aide apportée par les infirmières ou médecins pour promouvoir notre étude étaient pourvoyeuses de volontaires. Par ailleurs, le service de chirurgie ambulatoire avec son personnel paramédical très aidant, a permis un recrutement important de volontaires : de nombreux patients venant se faire opérer dans notre centre étaient accompagnés pour la journée par un(e) conjoint(e), un(e) ami(e). L'accompagnant(e) avait donc souvent du temps disponible à consacrer à l'étude et accueillait généralement bien ma démarche.

## 4.6 CONSIDÉRATIONS MÉDICO-LÉGALES DE LA RECHERCHE

### 4.6.1 Considérations éthiques et réglementaires

Le promoteur et les investigateurs se sont engagés à ce que cette recherche soit réalisée en conformité avec la loi n°2012-300 du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine et la déclaration d'Helsinki.

Les données enregistrées à l'occasion de cette recherche ont fait l'objet d'un traitement informatisé par l'Unité d'otologie et d'audiologie dans le respect de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés modifiée par la loi 2004-801 du 6 août 2004.

Cette recherche a reçu l'avis favorable du CPP SUD-EST III et est enregistré sous le numéro **2019-042 B** (CPP) et le code **CNRIPH 19.07.02.69235**. Elle a fait l'objet d'une information à l'ANSM.

Le CHU de Bordeaux a signé un engagement de conformité à cette « Méthodologie de référence ». Notre recherche entre dans ce cadre (MR-003).

Cette recherche est enregistrée sur le site <http://clinicaltrials.gov/> sous le numéro **NCT04159428** et dans la base européenne ID-RCB sous le numéro **2019-A01102-55**.

#### 4.6.2 Rapport bénéfice / risque

Cette recherche entre dans la définition des recherches mentionnées au 3° de l'article L.1121-1 du code de la santé publique car elle porte sur des personnes saines ou malades et comporte plusieurs procédures dénuées de risques.

Les examens d'audiométrie tonale et vocale dans le silence et dans le bruit n'ont pas de conséquences sur l'état de santé du participant et ont une totale innocuité. Les intensités utilisées ne dépassent pas 90 dB HL et le remplissage du questionnaire et des données médicales courantes ne présente pas non plus de risque.

Pour le participant inclus dans l'étude, le bénéfice direct peut être de deux natures en fonction des résultats obtenus :

- Si les examens ne retrouvent pas de surdité, le participant a pu réaliser un bilan auditif gratuit rassurant.
- Si le participant présente une surdité, cela constitue un bénéfice pour lui sur le plan médical, dans le sens où cette étude a pu déboucher sur un diagnostic ou un traitement plus précoce qu'il n'aurait été en l'absence de participation à l'étude.

Néanmoins, nous pouvions considérer comme un risque la mise en évidence d'une anomalie ou d'une lésion chez un participant asymptomatique (nécessité d'explorations complémentaires, anxiété quant à la nature de l'anomalie, etc.). Pour éviter toute angoisse liée aux résultats du test, nous avons laissé au participant le choix d'en connaître ou non les résultats.

Si ceux-ci justifiaient une exploration complémentaire (anomalie otoscopique, indication d'imagerie), nous avons systématiquement proposé au participant de l'adresser à un médecin ORL, dans le service d'ORL du CHU de Bordeaux ou hors centre. Nos collègues ORL du service du CHU de

Bordeaux étaient au fait de l'étude et de l'éventualité pour eux de recevoir en consultation des participants à la suite de nos tests de dépistage.

#### 4.6.3 Abandon et retrait du consentement

Les modalités ont été établies dans le protocole ; le participant qui souhaite abandonner ou retirer son consentement de participation à la recherche a le droit de le faire à tout moment.

Nous n'avons pas eu de participant ayant abandonné la séance sans qu'elle soit terminée, ni ayant retiré son consentement après sa participation.

#### 4.6.4 Contraintes liées à la recherche et indemnisation éventuelle des participants

La participation à l'étude se faisait sur la base du volontariat mais il était possible d'indemniser les participants sous la forme d'un chèque-parking fourni à la fin de la séance pour le stationnement de leur véhicule sur le parking payant du CHU.

#### 4.6.5 Surveillance de la recherche

Le conseil scientifique était composé des personnes suivantes : Dr. Damien BONNARD (investigateur principal), Jeanne DUCHÊNE (investigatrice, interne en ORL) et un représentant du CHU. Il a notamment été consulté pour la suspension temporaire de l'étude à partir du 16 mars 2020 du fait de la pandémie virale à Coronavirus.

#### 4.6.6 Droits d'accès aux données et documents source

Dans le cadre de cette recherche, du fait de l'inclusion de volontaires sains et de patients en dehors de leurs parcours de soin, le cahier d'observation constituait le document source pour toutes les données recueillies. Pour chaque donnée manquante, une explication était apportée en commentaire. Ces cahiers sont toujours conservés dans un tiroir fermé à clé dans la salle de réalisation des tests, elle-même fermée et non accessible par un tiers.

Conformément aux dispositions législatives en vigueur, les personnes ayant un accès direct aux données sources ont pris toutes les précautions nécessaires en vue d'assurer la confidentialité des informations relatives aux recherches, aux personnes qui s'y prêtent et notamment en ce qui concerne leur identité ainsi qu'aux résultats obtenus. Ces personnes, au même titre que les investigateurs, sont soumises au secret professionnel. Chaque participant s'est vu attribuer un code

confidentiel d'identification déterminé selon un protocole standard : 3 premières lettres du nom de famille suivies d'un numéro à 3 chiffres, dans l'ordre d'inclusion des participants.

Comme demandé, les données ont été saisies sur un fichier Excel (\*.xlsx) disponible uniquement pour les investigateurs de l'étude, créé et conservé sur un ordinateur du CHU de Bordeaux, sur une session protégée par un mot de passe et stocké sur un lecteur partagé afin de bénéficier de la sauvegarde et de la protection des données de la direction du service informatique du CHU de Bordeaux.

## **5 Protocole de l'étude**

### **5.1 LES INVESTIGATEURS**

Seuls les deux investigateurs de l'étude (Jeanne Duchêne et Damien Bonnard) étaient autorisés à inclure des participants et à réaliser les examens.

### **5.2 DÉROULEMENT D'UNE SÉANCE**

L'ensemble des procédures s'est déroulé dans la cabine insonorisée au bâtiment PQR 2, 2<sup>e</sup> étage, sur le site Pellegrin. La participation à l'étude consistait en une séance unique de 40 minutes environ :

- 20 minutes pour la présentation de l'étude, l'obtention de la non-opposition et le remplissage des questionnaires (médical et HHIE-S),
- 10 minutes d'audiométrie tonale et vocale dans le silence,
- 10 minutes d'audiométrie vocale dans le bruit.

#### *5.2.1 Remplissage du cahier d'observation avec le participant*

Les participants convoqués commençaient par prendre connaissance de la note d'information (reprenant les objectifs de l'étude, les critères d'éligibilité et les informations concernant les droits d'accès, d'opposition et de rectification des données) puis donnaient oralement leur accord qui était consigné dans le classeur d'investigation. Ensuite, ils complétaient le cahier d'observation.

L'investigateur et le participant complétaient ou vérifiaient les données recueillies dans le cahier d'observation telles que l'âge, le sexe, les antécédents médico-chirurgicaux, les traitements

quotidiens du participant, les professions actuelles et passées et les éventuelles expositions à des traumatismes sonores et/ou substances ototoxiques.

Le participant réalisait ensuite le remplissage du questionnaire HHIE-S et l'investigateur calculait son score.

### 5.2.2 *Audiométrie tonale et vocale dans le silence*

Avant la réalisation des audiométries, il était réalisé une otoscopie à l'otoscope portatif, afin de vérifier l'intégrité de la membrane tympanique et d'éliminer les causes obstructives de surdité telles que des bouchons de cérumen, qui, s'ils étaient présents, étaient retirés à la pince.

La procédure permettant de mesurer les seuils audiométriques tonaux et vocaux était celle des seuils ascendants préconisée par la Société Française d'Audiologie (SFA)<sup>114</sup>.

L'audiogramme était simplifié par rapport à une audiométrie standard : étant dans une démarche de dépistage de la déficience auditive, nous avons choisi de ne tester que 4 fréquences (**500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz**) sur chaque oreille, en conduction aérienne. Ces fréquences permettent le calcul de la perte auditive moyenne selon les critères du Bureau International d'Audio-Phonologie (BIAP)<sup>115</sup>. Le 8000 Hz et le 250 Hz n'ont pas été retenus pour notre étude, de même que la réalisation d'une audiométrie en conduction osseuse car ils ne sont pas nécessaires au calcul de la perte auditive moyenne.

L'audiométrie vocale dans le silence était réalisée via la plateforme Hubsound en champ diffus à l'aide du haut-parleur central. La procédure utilisée était celle préconisée par la SFA en utilisant des listes de mots dissyllabiques (listes de Fournier)<sup>114</sup>. Pour des raisons de simplicité, nous avons décidé de réaliser l'audiométrie en champ diffus plutôt qu'au casque car nous utilisons la même installation pour l'audiométrie dans le bruit (simple cabine et plateforme Hubsound avec 5 haut-parleurs).

### 5.2.3 *Audiométrie dans le bruit : test VRB*

Nous avons créé un protocole standard à partir des recommandations établies pour la réalisation du test VRB. Ainsi, nous avons choisi de tester les 5 premières listes proposées par le logiciel toujours dans le même ordre (1, 2, 3, 4 et 5) afin que le test soit strictement reproductible pour chaque participant. L'investigateur remplissait directement sur le logiciel le nombre de mots-clés corrects reconnus par le participant. Celui-ci calculait alors la perte moyenne de rapport signal sur bruit pour chaque liste et la moyenne de perte de RSB sur l'ensemble des 5 listes et les rapportait sur une courbe.



Les données finales produites par le logiciel étaient systématiquement enregistrées et conservées sous format PDF, identifiées uniquement par le numéro d'anonymat du participant.

Le participant était ensuite informé des résultats de nos différents tests avec d'éventuelles explications et nos conseils sur la prise en charge possible, si celle-ci nous paraissait pertinente.

## **6 Suivi de l'étude**

### **6.1 PROGRESSION DES INCLUSIONS**

Un mail envoyé à tout le personnel du CHU via la diffusion générale en novembre 2019 a engendré de nombreuses demandes pour les mois de novembre et décembre. Nous avons reçu des agents du CHU âgés de plus de 60 ans ainsi que leurs proches (conjoint, parents etc.). Chaque participant, s'il était satisfait de la séance, était incité à en parler autour de lui. Le bouche à oreille a été précieux pour le recrutement de volontaires venant à titre externe : le personnel bénévole de la médiathèque de l'hôpital, des ingénieurs retraités de l'aéronautique, des licenciés d'un club de marche, les lecteurs du journal *Sud-Ouest* ont été nombreux à participer et à promouvoir notre étude auprès de leur entourage.

Un second mail a été envoyé début janvier 2020 et a permis un second afflux de demandes, venant surtout de personnes externes au CHU. Celles-ci se sont tariées plus rapidement et nous avons réalisé plus de recrutements individuels en chirurgie ambulatoire ou en consultation. Un petit afflux de volontaires a été remarqué après la diffusion de l'article évoquant notre étude dans le journal local *Sud-Ouest*.

### **6.2 SUSPENSION DE L'ÉTUDE**

Lors de la pandémie de Coronavirus, toutes les activités de recherche ont été temporairement suspendues.

Ainsi, en accord avec les mesures gouvernementales, nous avons reçu nos derniers participants le 13 mars 2020 et avons annulé tous les rendez-vous fixés pour les jours suivants. En effet il n'était pas éthique de faire venir, sans raison médicale, des sujets âgés de plus de 60 ans, potentiellement fragiles, à l'hôpital qui accueillait ou allait accueillir des patients atteints de la COVID 19. Notre décision a été validée par la recherche clinique du CHU de Bordeaux.

À ce moment-là, nous avons déjà inclus 259 participants : il restait 31 participants à inclure pour atteindre l'objectif prévu dans notre protocole de 290 sujets.

## 6.3 FIN DE L'ÉTUDE

Les participants dont nous avons annulé le rendez-vous ont été recontactés début mai 2020 afin de reprendre l'étude dès le 11 mai 2020, date du déconfinement. Malgré les précautions prises lors de la réalisation des tests audiométriques, certains n'ont pas souhaité donner suite.

Le recrutement individuel en chirurgie ambulatoire, en hospitalisation et dans les services de consultation a donc été privilégié et a permis d'atteindre le nombre de sujets à inclure.

L'étude a été stoppée le **27/05/2020** avec l'inclusion du dernier participant.

Nous avons inclus finalement **294 participants** pour un objectif de 290 sujets nécessaires.

Le gel des données a été réalisé le 29/05/2020.

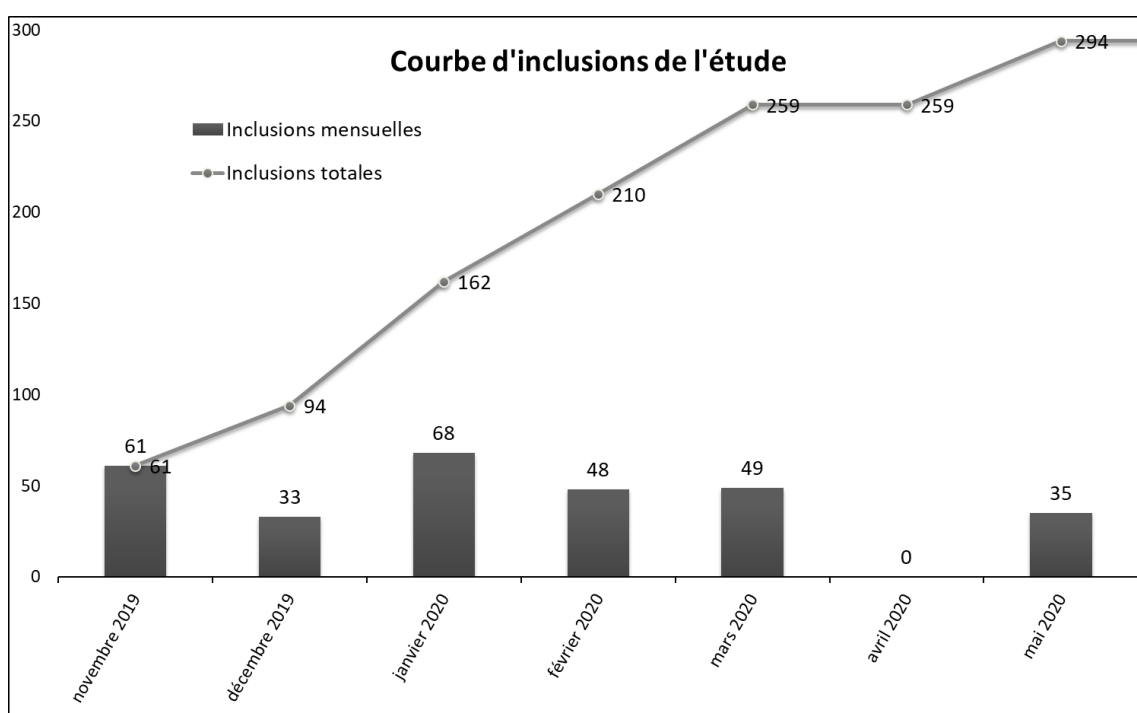


Figure 11 : Représentation graphique des inclusions de l'étude VF DEPIST 60

## 7 Aspects statistiques

### 7.1 CRITÈRE DE JUGEMENT PRINCIPAL

Le critère de jugement principal est la **présence d'une surdité**. Celle-ci est définie comme **une perte auditive moyenne strictement supérieure à 20 dB HL** sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz en audiométrie tonale dans le silence, sur 1 ou 2 oreilles. Il s'agit du seuil retenu par le BIAP<sup>115</sup> comme étant la limite entre audition normale et déficience auditive légère.

Le calcul de la perte auditive moyenne (PAM) se réalise à partir de **l'examen audiométrique tonal dans le silence** sur chaque oreille, il s'agit d'une variable quantitative discrète :

- PAM = somme des seuils auditifs des fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz, divisée par 4. Le total est arrondi à l'unité supérieure.
- Chaque fréquence non perçue est considérée comme étant une perte de 120 dB HL sur cette fréquence.
- La PAM est comprise entre 0 et 120 et son unité est le décibel Hearing Level (dB HL).
- En cas d'asymétrie auditive (différence de PAM entre les 2 oreilles > 15 dB HL), le seuil auditif moyen des deux oreilles est obtenu par la formule suivante dite de pondération des seuils :

$$\text{Seuil auditif moyen} = \frac{(\text{PAM meilleure oreille} \times 7) + (\text{PAM mauvaise oreille} \times 3)}{10}$$

## 7.2 CRITÈRES DE JUGEMENT SECONDAIRES

Deux critères de jugement secondaires ont été déterminés sur les examens audiométriques vocaux dans le silence et le bruit :

- La présence d'une indication théorique d'appareillage auditif définie selon les recommandations actuelles par la présence d'au moins un des trois critères suivants<sup>52,53</sup> :
  - 1) Seuil d'intelligibilité en audiométrie vocale dans le silence  $\geq 30$  dB HL**
  - 2) PAM en audiométrie tonale dans le silence  $\geq 30$  dB HL sur 1 ou 2 oreilles,**
  - 3) Ecart du rapport signal sur bruit > 3 dB RSB par rapport à la norme** au test audiométrique dans le bruit (test VRB dans notre étude).
- **La valeur de la perte moyenne de rapport signal sur bruit (perte de RSB) au test VRB** : c'est une variable quantitative discrète exprimée en dB RSB comprise entre - 4,5 et + 19,5 dB RSB.

## 7.3 ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées via l'interface d'Excel® (partie descriptive) et via le logiciel de biostatistiques R® pour la partie analytique, la détermination du seuil diagnostique et la production des courbes ROC adéquates. Les variables qualitatives nominales ont été comparées à l'aide du test exact de Fisher, les variables quantitatives à l'aide du test de Mann Whitney. Le degré de significativité  $p$  a été fixé à 0,005 car c'est actuellement un seuil d'exigence supérieur recommandé par certains auteurs<sup>116,117</sup>.

## **ARTICLE SOUMIS AUX ANNALES FRANÇAISES D'OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE ET DE PATHOLOGIE CERVICO-FACIALE**

Vous trouverez dans la section aux pages colorées, la version complète de l'article tel qu'il a été soumis le 13 juillet 2020 aux Annales Françaises d'ORL.

Nous avons strictement conservé sa forme originelle ainsi que les numérotations des figures et tableaux pour faciliter la lecture.

En revanche, la bibliographie a été intégrée à celle de la thèse et vous la trouverez à la fin de celle-ci.



## **Validation et évaluation de la version française du questionnaire de dépistage du handicap auditif HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening) chez l'adulte de plus de 60 ans**

Auteurs : Jeanne Duchêne<sup>1\*</sup>, Louis Billiet<sup>2</sup>, Valérie Franco-Vidal<sup>1</sup>, Damien Bonnard<sup>1</sup>

*1 Service d'Otorhinolaryngologie, de Chirurgie cervico-faciale et d'ORL pédiatrique, Centre Hospitalier Universitaire Pellegrin, Bordeaux – Université de Bordeaux, France.*

*2 Unité d'informatique et archivistique médicale, Service d'information médicale, Pôle de santé publique, Centre Hospitalier Universitaire Pellegrin, Bordeaux – Université de Bordeaux, France.*

\* Auteur correspondant :

Jeanne DUCHÊNE, Département d'Otorhinolaryngologie, de Chirurgie cervico-faciale et d'ORL pédiatrique, Centre Hospitalier Universitaire Pellegrin, Place Amélie Raba-Léon, 33076 Bordeaux, France

## **ABSTRACT**

*Introduction:* HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly - Screening) inventory is one of the most diffused tool for the hearing loss screening in the elderly. Our objective was to validate our French version by testing it in screening conditions.

*Methods:* We translated into French the HHIE-S inventory respecting the cross-cultural adaptation process. We proposed our translation, composed by ten questions, and scored from 0 to 40 points to people without any otological history, aged 60 years old minimum. Personal and medical history were obtained. Then, pure tone audiometry, speech reception threshold and speech-in-noise audiometry were performed. Subjects considered hearing impaired if the average hearing loss at 500, 1000, 2000 and 4000 Hz was greater than 20 dB HL in one or both ears.

*Results:* We tested 294 subjects (age = 67,3; SD = 6,5 years old). Hearing loss prevalence was 34,7 %. Cronbach's alpha (test reliability) was high (0,84). Using the score > 8 at the HHIE-S inventory as a cut-off point in identifying a hearing loss, we found a sensitivity of 80,4 %, a specificity of 85,4 %, a positive predictive value of 74,5 % and a negative predictive value of 89,1 %. Theoretical hearing rehabilitation concerned 73 subjects (24,8 %). A score > 16 detected them with the best accuracy (88,8 %).

*Conclusion:* Our study validates the French version of HHIE-S inventory. This tool could be useful in a program of screening the age-induced hearing loss in the French elderly population.

### **Keywords:**

HHIE-S, hearing loss screening, presbycusis, self-assessment questionnaire

## INTRODUCTION

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé<sup>1</sup>, 328 millions d'adultes souffrent actuellement d'une déficience auditive. Dans les pays industrialisés, la prévalence de la déficience auditive chez les sujets âgés est estimée entre 25 % et 40 %<sup>2</sup> la plaçant à la 3<sup>e</sup> place des maladies chroniques les plus fréquentes dans cette population. L'étiologie principale est la presbycusie.

La presbycusie a ses propres facteurs de risques, dont certains sont non modifiables (âge<sup>5,6</sup>, sexe masculin<sup>7</sup>, facteurs génétiques<sup>11</sup> et épigénétiques<sup>13</sup>). Cependant, d'autres comme l'exposition fréquente et répétée aux sons forts<sup>6,13,14</sup>, à des molécules ototoxiques<sup>6</sup> ou certains facteurs de risque cardiovasculaires<sup>19</sup> sont en partie évitables.

Dans la presbycusie, la difficulté de discrimination de la parole en milieu bruyant limite la communication, les activités quotidiennes et les interactions sociales. De nombreuses études ont démontré que la déficience auditive est un facteur de risque indépendant d'isolement social<sup>26,27</sup>, de dépression<sup>30</sup> et de démence<sup>34-36</sup> chez les sujets âgés. La problématique de santé publique représentée par la démence rend la recherche et l'éviction de ses facteurs de risque essentielle : ainsi, la déficience auditive serait le principal facteur de risque modifiable de cette pathologie<sup>34</sup>. Son dépistage et sa prise en charge précoce pourraient en limiter les conséquences.

La déficience auditive reste sous-diagnostiquée et sous-traitée chez la personne âgée<sup>2</sup>. Actuellement, il n'existe pas de programme de dépistage auditif systématique de la déficience auditive liée à l'âge en France. Cependant, de nombreux outils de dépistage adaptés sont disponibles : auto-questionnaires, audioscope portatif, applications sur téléphones mobiles...

Le questionnaire HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for Elderly-Screening) élaboré par Weinstein et Ventry en 1982 puis validé par Lichtenstein en 1986 s'est largement imposé comme auto-questionnaire de dépistage auditif de référence pour les personnes âgées<sup>64,88,89</sup> (figure 1). Il a été traduit et validé dans de nombreuses langues (espagnol<sup>93</sup>, chinois<sup>91</sup>, arabe<sup>94</sup>, finlandais<sup>66</sup>...). Selon les critères audiométriques et le score seuil choisis, la sensibilité du questionnaire varie entre 53 et 100 % et la spécificité entre 70 et 84 %<sup>88</sup>. La plupart des auteurs retiennent le score de 8/40 comme optimal pour dépister une déficience auditive. Facile d'accès et rapide d'utilisation, ce questionnaire semble être un outil de dépistage pertinent. Cependant aucune version traduite en langue française n'est validée à ce jour.

L'objectif principal de notre étude était de valider notre version française du questionnaire HHIE-S en tant qu'outil de dépistage de la déficience auditive chez les sujets âgés de plus de 60 ans.

L'objectif secondaire était de déterminer un score seuil correspondant à une déficience auditive éligible à un appareillage selon les critères<sup>53</sup> actuellement admis en France.



## Hearing Handicap Inventory for the Elderly (HHIE-S)

ITEM	YES (4 pts)	SOMETIMES (2 pts)	NO (0 pts)
Does a hearing problem cause you to feel embarrassed when you meet new people?			
Does a hearing problem cause you to feel frustrated when talking to members of your family?			
Do you have difficulty hearing when someone speaks in a whisper?			
Do you feel handicapped by a hearing problem?			
Does a hearing problem cause you difficulty when visiting friends, relatives, or neighbors?			
Does a hearing problem cause you to attend religious services less often than you would like?			
Does a hearing problem cause you to have arguments with family members?			
Does a hearing problem cause you difficulty when listening to TV or radio?			
Do you feel that any difficulty with your hearing limits or hampers your personal or social life?			
Does a hearing problem cause you difficulty when in a restaurant with relatives or friends?			
<b>RAW SCORE</b> _____ (sum of the points assigned each of the items)			
<b>INTERPRETING THE RAW SCORE</b>			
0 to 8 = 13% probability of hearing impairment (no handicap/no referral)			
10 to 24 = 50% probability of hearing impairment (mild-moderate handicap/refer)			
26 to 40 = 84% probability of hearing impairment (severe handicap/refer)			
Source: Ventry, I, Weinstein B. (1983). Identification of elderly people with hearing problems. ©American Speech-Language-Hearing Association, July, 37-42. Reprinted with permission.			

Figure 1 : Version originale du questionnaire HHIE-S

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

Nous avons réalisé une étude prospective interventionnelle, monocentrique dans un centre hospitalier universitaire entre novembre 2019 et mai 2020.

Le nombre de participants à inclure (calculé à 288 sujets) a été déterminé en estimant a priori à 75 % les valeurs minimales attendues de sensibilité et de spécificité du questionnaire HHIE-S.

Pouvait être incluse dans l'étude toute personne âgée de 60 ans minimum, en mesure d'exprimer son consentement libre et éclairé et affiliée à la sécurité sociale française. Les sujets ayant déjà consulté pour un problème d'audition (avéré ou non), ayant ou ayant eu des pathologies ou chirurgies otologiques ou ayant déjà réalisé un audiogramme ont été exclus.

La promotion de l'étude était réalisée via des affichages et la distribution de supports de recrutement dans les services hospitaliers, ainsi que via les réseaux sociaux et la presse locale.

Le participant réalisait dans une cabine d'audiométrie insonorisée trois tests successifs lors d'une unique séance de 40 minutes :

- (1) Le participant remplissait un questionnaire médical rendu anonyme recueillant ses antécédents médicaux, traitements en cours, expositions actuelles ou passées à des traumatismes sonores et/ou des ototoxiques. Il complétait ensuite notre version française de l'auto-questionnaire HHIE-S (tableau 1). La traduction en français du questionnaire avait été réalisée selon les recommandations établies pour l'adaptation culturelle des questionnaires médicaux<sup>97,98</sup>. La question numéro 6 avait été modifiée afin d'en limiter la connotation religieuse. Notre version respectait exactement la construction originale du questionnaire en conservant la trame de dix questions dont les réponses étaient cotées par Oui (4 points), Peut-être (2 points) ou Non (0 point).

## Hearing Handicap Inventory for the Elderly Screening (HHIE-S) - French version

ITEM	OUI (4 pts)	PARFOIS (2 pts)	NON (0 pts)
Vous sentez-vous mal à l'aise à cause d'un problème d'audition lorsque vous rencontrez de nouvelles personnes ?			
Vous sentez-vous frustré(e) par un problème d'audition lorsque vous parlez aux membres de votre famille ?			
Avez-vous des difficultés pour entendre quand quelqu'un parle à voix basse ?			
Vous sentez-vous handicapé(e) par un problème d'audition ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté lorsque vous rendez visite à des amis, parents ou voisins ?			
Assistez-vous moins souvent que vous le voudriez à certains évènements (spectacles, concerts, cérémonies religieuses) à cause d'un problème d'audition ?			
Est-ce qu'un problème d'audition est à l'origine de disputes avec les membres de votre famille ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté pour écouter la TV ou la radio ?			
Avez-vous l'impression qu'une quelconque difficulté d'audition limite ou gêne votre vie personnelle ou sociale ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté lorsque vous êtes au restaurant avec des parents ou des amis ?			
<b>SCORE BRUT _____ (somme des points attribués à chaque item)</b>			

Tableau 1 : Version française du questionnaire HHIE-S proposée aux participants

- (2) Une audiométrie tonale en conduction aérienne au casque était réalisée sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz oreille par oreille puis complétée par une audiométrie vocale dans le silence en champ libre (listes dissyllabiques de Fournier). La réalisation des audiométries respectait la procédure établie par la Société Française d'Audiologie<sup>114</sup>.
- (3) Une audiométrie vocale dans le bruit en champ libre était réalisée selon un protocole standardisé constitué par les 5 premières listes du test VRB (Vocale Rapide dans le Bruit)<sup>113</sup> disponible sur la plateforme HUBSOUND avec 5 haut-parleurs. Inspiré du test QuickSIN<sup>TM</sup>, il évalue la compréhension de phrases dans un bruit constitué par une onde vocale globale. Son résultat s'exprime sous la forme d'une perte moyenne de rapport signal sur bruit (perte de RSB) par rapport à un sujet normo-entendant.

Le critère de jugement principal était la présence d'une surdité calculée selon les recommandations du Bureau International d'Audio-Phonologie (BIAP)<sup>115</sup> : perte auditive moyenne (PAM) > 20 dB HL sur les fréquences 500 ; 1000 ; 2000 et 4000 Hz en audiométrie tonale dans le silence, sur 1 ou 2 oreilles.

La présence d'une indication théorique d'appareillage auditif était définie par un seuil d'intelligibilité en audiométrie vocale dans le silence  $\geq 30$  dB HL et/ou par une PAM  $\geq 30$  dB HL en audiométrie tonale et/ou par une perte moyenne de RSB > 3 dB RSB sur le test d'audiométrie dans le bruit<sup>53</sup>.

Cette recherche était réalisée en conformité avec la loi n° 2012-300 du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine et la déclaration d'Helsinki. Elle a reçu l'avis favorable du Comité de Protection des Personnes SUD-EST III (n° 2019-042 B).

Les données recueillies étaient traitées dans le respect de la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, modifiée par la loi 2004-801 du 6 août 2004.

Les analyses statistiques (caractéristiques intrinsèques, rapports de vraisemblance, établissement des courbes ROC) étaient réalisées via le logiciel de biostatistiques R® par un médecin formé à cette méthodologie. Les variables qualitatives nominales étaient comparées à l'aide du test exact de Fisher, les variables quantitatives à l'aide du test de Mann Whitney et les corrélations étaient évaluées par le test de Pearson. Le degré de significativité p était fixé à 0,005 comme recommandé actuellement par certains auteurs<sup>116,117</sup>.

## RÉSULTATS

### *Prévalence de la surdité*

Nous avons inclus 294 participants : 166 femmes (56,5 %) et 128 hommes (43,5 %), sex ratio = 0,77. L'âge moyen était de 67,3 ans ( $\pm 6,5$  ans). L'âge minimum était de 60 ans (30 participants) et l'âge maximum de 94 ans (1 participant) ; 195 (66,3 %) avaient un âge compris entre 60 et 69 ans, 81 (27,6 %) un âge compris entre 70 et 79 ans et 18 (6,1 %) étaient âgés de plus de 80 ans.

Selon les critères du BIAP, 192 participants (âge moyen = **66,3  $\pm$  5,7 ans**) étaient normo-entendants (groupe « normo-entendants ») et 102 participants (âge moyen = **69,2  $\pm$  7,5 ans**) avaient une déficience auditive (groupe « sourds »). La prévalence de la déficience auditive était de 34,7 % dans notre population.

### *Facteurs de risque de surdité*

Les analyses en sous-classes exposées dans le tableau 2 retrouvaient de manière significative certains facteurs de risque de surdité comme l'âge ( $p = 0,0018$ ), le sexe masculin ( $p < 0,001$ ), l'exposition professionnelle au bruit ( $p < 0,001$ ). L'exposition au bruit dans le cadre des loisirs ( $p = 0,0078$ ) était suggérée. Les facteurs de risque cardiovasculaire et l'exposition aux ototoxiques n'étaient pas retrouvés comme facteurs de risque de la déficience auditive.

Caractéristiques	Normo-entendants	Sourds	Fisher Odd ratio	Intervalle de confiance à 95 %	p
<b>Sexe</b>					
<i>Féminin</i>	128	38	0,2982	0,1741 ; 0,5048	< 0,0001
<i>Masculin</i>	64	64			
<b>Exposition au bruit/ cadre professionnel</b>					
<i>Oui</i>	52	48	0,4192	0,2453 ; 0,7133	0,0007
<i>Non</i>	140	54			
<b>Exposition au bruit/loisirs</b>					
<i>Oui</i>	23	25	0,4205	0,2131 ; 0,8255	0,0078
<i>Non</i>	169	77			
<b>Hypertension artérielle</b>					
<i>Oui</i>	54	40	0,6076	0,3547 ; 1,0422	0,066
<i>Non</i>	138	62			
<b>Diabète de type 2</b>					
<i>Oui</i>	8	10	0,4014	0,1328 ; 1,1723	0,073
<i>Non</i>	184	92			
<b>Prise d'antibiotiques type aminosides</b>					
<i>Oui</i>	8	3	1,4331	0,3344 ; 8,5732	0,75
<i>Non</i>	184	99			
<b>Chimiothérapie/ sels de platine</b>					
<i>Oui</i>	3	4	0,3902	0,056 ; 2,3561	0,24
<i>Non</i>	189	98			
<b>Prise prolongée d'AINS</b>					
<i>Oui</i>	4	5	0,4141	0,0803 ; 1,9721	0,28
<i>Non</i>	188	97			
<b>Prise de quinine</b>					
<i>Oui</i>	17	7	1,3172	0,4973 ; 3,8948	0,658
<i>Non</i>	175	95			

Tableau 2 : Caractéristiques de notre échantillon

#### *Détermination des caractéristiques intrinsèques du questionnaire HHIE-S*

Le score moyen au questionnaire était de 8,71/40 et le score médian de 6/40.

La répartition des scores est représentée dans la figure 2 : 52 participants (50 normo-entendants ; 2 sourds) avaient obtenu le score minimum (0/40) et 1 participant (groupe sourds) avait obtenu le score maximum de 40/40.

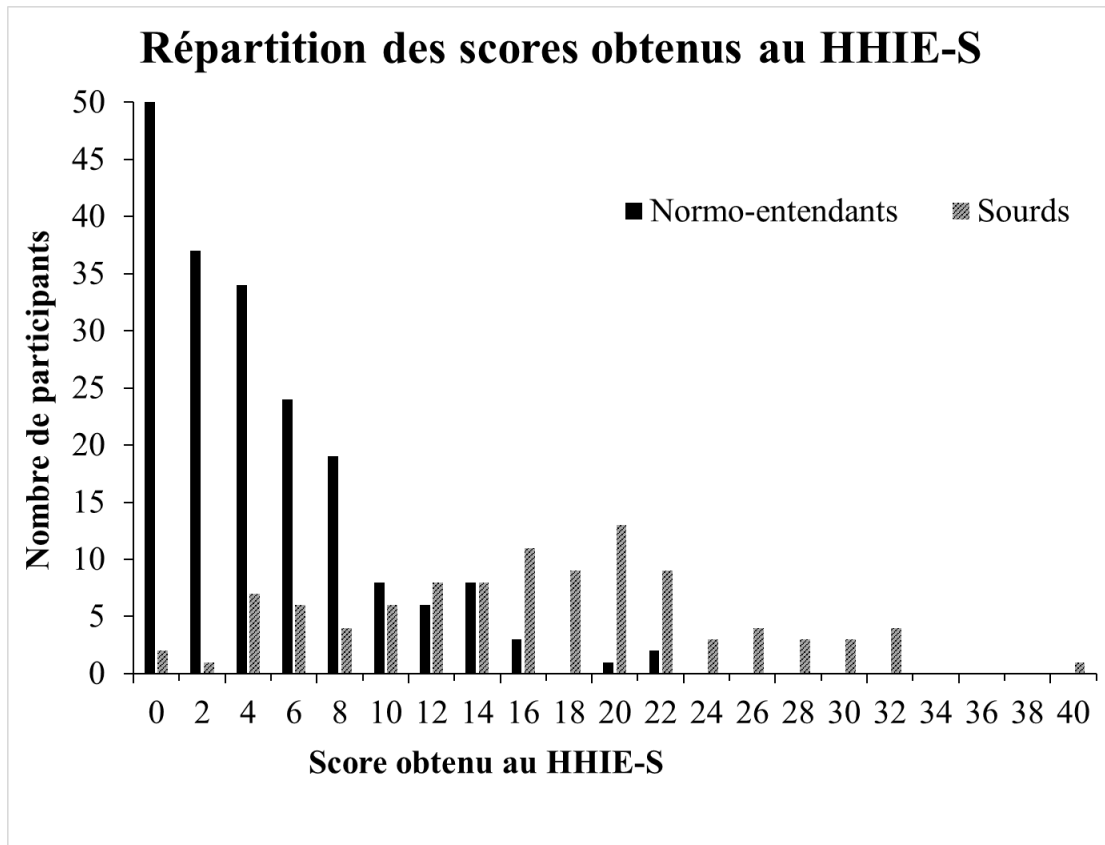


Figure 2 : Répartition des scores obtenus au HHIE-S

*Histogramme représentant le nombre de participants normo-entendants (noirs) et sourds (gris) en fonction de leur score total au questionnaire HHIE-S.*

*On note que la majorité des sujets normo-entendants ont un score compris entre 0 et 8.*

*La répartition des scores des participants sourds est plus étendue.*

L'indice alpha de Cronbach était calculé à 0,84 : il estime la cohérence interne du questionnaire en vérifiant que chaque item est discriminant pour la mise en évidence d'une déficience auditive.

Les nombres de vrais positifs (VP), vrais négatifs (VN), faux positifs (FP) et faux négatifs (FN) étaient établis pour chaque score obtenu au questionnaire et sont représentés graphiquement dans la figure 3a. Les valeurs de sensibilité et spécificité étaient calculées pour chaque score afin d'établir la courbe ROC (figure 3b). L'aire maximale sous la courbe était calculée à 0,895 (IC 95 % [0,856 ; 0,934]).

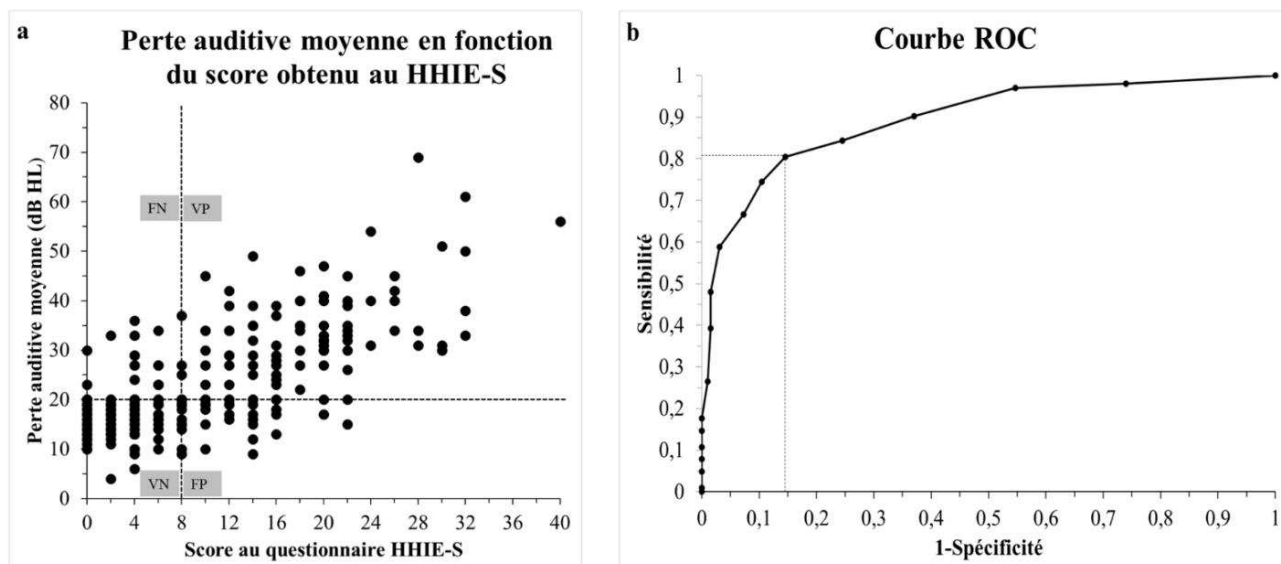


Figure 3 : Établissement des caractéristiques intrinsèques du HHIE-S

(a) Perte auditive moyenne en fonction du score obtenu au questionnaire HHIE-S (N = 294)

La ligne horizontale sépare les sujets normo-entendants des sujets sourds, la ligne verticale indique le score seuil de 8/40.

VP = Vrais Positifs (N = 82), VN = Vrais Négatifs (N = 164), FP = Faux Positifs (N = 28), FN = Faux Négatifs (N = 20).

(b) Courbe ROC représentant le couple (1 - spécificité) /sensibilité pour chaque valeur du score au HHIE-S. Les lignes pointillées correspondent au couple ayant l'indice de Youden maximal (score 8/40).

L'indice de Youden maximal (Sensibilité + Spécificité - 1) était calculé à 0,658 pour le score de 8/40. Ainsi, en fixant ce score comme seuil pour dépister une déficience auditive, le questionnaire présentait une sensibilité de 80,4 %, une spécificité de 85,4 %, une valeur prédictive positive (VPP) de 74,5 % et une valeur prédictive négative (VPN) de 89,1 %.

La précision, représentant la justesse du questionnaire (VP+VN/Nombre de sujets) était calculée à 83,7 % pour ce seuil.

#### Indication théorique d'appareillage auditif

Parmi les 102 participants sourds, 73 (71,6 %) avaient une déficience auditive répondant à au moins un critère audiométrique d'appareillage auditif.

En prenant l'indication théorique d'appareillage auditif comme critère de jugement (prévalence dans notre population = 24,8 %) ; l'indice de Youden était maximal (0,72) pour le score



de 8/40 au HHIE-S. La sensibilité et la spécificité du questionnaire étaient alors respectivement de 91,8 % et 80,5 %. Cependant, pour un score > 8/40 au HHIE-S la VPP d'une déficience auditive avec critère d'appareillage auditif était seulement de 60,9 %.

Un score > 16/40 permettait en revanche de mettre en évidence avec le plus de justesse possible (précision = 88,8 %) une déficience auditive répondant aux critères d'appareillage auditif : sensibilité 63 % ; spécificité 97,3 % ; VPP 88,5 % ; VPV 88,8 %.

#### *Rapports de vraisemblance du HHIE-S*

Les rapports de vraisemblance étaient calculés à partir des caractéristiques intrinsèques du questionnaire HHIE-S et des prévalences établies dans notre population d'étude (déficience auditive : 34,7 % ; indication théorique d'appareillage auditif : 24,8 %).

Retranscrits dans le tableau 3 sous forme de pourcentage, ils permettaient d'indiquer la probabilité d'être atteint d'une déficience auditive et/ou d'être dans les critères d'appareillage en fonction du score obtenu au questionnaire.

<b>INTERPRÉTATION DES SCORES</b>		
<b>Score</b>	<b>Probabilité d'avoir une déficience auditive</b>	<b>Probabilité d'avoir une déficience auditive répondant aux critères d'appareillage auditif</b>
0-8	11 %	4 %
10-16	74,5 %	61 %
18-40	94 %	88 %

Tableau 3 : Interprétation des scores du HHIE-S français

#### *Corrélations entre le score HHIE-S et les résultats audiométriques*

Une corrélation entre le score au HHIE-S et la PAM était retrouvée de manière statistiquement significative. Elle était de type linéaire, positive avec un coefficient de corrélation  $r$  calculé à 0,725 ( $p < 0,0001$  ; IC 95 % [0,6654 ; 0,7748]).

Celle entre le score au HHIE-S et la perte moyenne de RSB au VRB était aussi de type linéaire et positive, avec un coefficient de corrélation  $r$  calculé à 0,662 ( $p < 0,0001$  ; IC 95 % [0,5924 ; 0,7216]).

## DISCUSSION

La version française du questionnaire HHIE-S semble être un outil adapté pour le dépistage de la déficience auditive des sujets âgés de plus de 60 ans dans notre population d'étude.

La cohérence interne du questionnaire calculée par l'indice de Cronbach était élevée ( $> 0,80$ ) et reflétait ainsi la pertinence de chaque item du questionnaire HHIE-S dans la mise en évidence de la déficience auditive. Ainsi, notre traduction des intitulés des questions semblait cadrer avec cet objectif dans la population française âgée de plus de 60 ans en 2020. Aucun participant ne nous avait rapporté de difficultés de compréhension de notre traduction ni signalé une non-adaptation des questions à leur situation. En particulier, la question numéro 6 volontairement modifiée n'avait fait l'objet d'aucune remarque alors que, dans l'étude finlandaise, des difficultés liées à cette question traduite sans adaptation étaient rapportées<sup>66</sup>.

Notre protocole permettait d'évaluer le questionnaire dans une situation proche d'une utilisation réelle chez les sujets âgés en situation de dépistage.

Le biais de sélection créé par notre mode de recrutement (campagne d'information par affiches, articles de presse, réseaux sociaux) favorisait probablement la participation de sujets déjà préoccupés par leur audition. Cependant, il nous semble comparable à celui qui serait observé dans une situation de dépistage à plus large échelle, par exemple en mettant le questionnaire à disposition des patients en médecine générale. De plus, la bonne représentativité de notre échantillon était attestée par des données démographiques compatibles avec celles attendues : prédominance féminine (sex ratio 0,77 dans notre échantillon contre 0,79 dans la population française de 60 ans et plus en 2020), prévalence de la surdité estim e entre 30 et 40 %, répartition similaire de la pyramide des âges<sup>4</sup>. De même, malgré la taille limit e de notre échantillon, nous pouvions retrouver les principaux facteurs de risque de surdité cités dans la littérature tels que l'âge, le sexe masculin et l'exposition traumatolo-sonore. L'effectif était cependant probablement trop faible pour mettre en évidence les facteurs de risque moins fortement associés ou plus rares en population générale (facteurs de risque cardiovasculaire<sup>19</sup>, exposition aux ototoxiques<sup>6</sup>). Cela nous permet donc de transposer les résultats obtenus sur notre échantillon à ceux qui pourraient être observés dans la population générale des sujets âgés en situation réelle de dépistage en France.

Puisque notre protocole visait à simuler une situation de dépistage, le choix de notre critère audiométrique définissant la déficience auditive devait correspondre à une situation clinique pertinente. Dans notre étude, le critère retenu correspondait à une déficience auditive légère selon le BIAP<sup>115</sup> (PAM  $> 20$  dB). Celui de l'étude princeps dit « critère de Ventry et Weinstein »<sup>64,89</sup> n'aurait pas été adapté à notre situation de dépistage car il correspondait à une déficience auditive moyenne

(PAM > 40 dB sur les fréquences 1000 et 2000 Hz). Notre critère nous a permis de montrer que le questionnaire est un outil discriminant pour la mise en évidence de la déficience auditive, même pour les déficiences légères.

Concernant les caractéristiques intrinsèques de notre version française du questionnaire, elles concordaient avec celles retrouvées dans les études similaires, et ce malgré des définitions différentes de la surdité. Le score de 8/40 communément admis comme seuil optimal permettant de dépister la déficience auditive était aussi le score retrouvé dans notre étude avec d'excellentes caractéristiques intrinsèques (sensibilité = 80,4 % spécificité = 85,1 %). Le questionnaire HHIE-S serait donc un bon reflet de la perception de la gêne auditive dans la vie quotidienne du sujet âgé et ce, même si elle est légère. Enfin, il apparaissait qu'un score très élevé au questionnaire soit fortement corrélé à une perte auditive importante. Contrairement à Lichtenstein<sup>88</sup> qui introduisait le score de 24/40 pour les calculs des rapports de vraisemblance, nous n'avons pas retrouvé d'intérêt clinique de ce score dans notre étude. En revanche, nous avons pu affiner l'interprétation des résultats au questionnaire en déterminant qu'un score > 16/40 au HHIE-S français correspondait dans 88 % des cas à une déficience auditive répondant aux critères d'appareillage auditif en France<sup>53</sup>.

Cette notion n'avait jamais été décrite dans les précédentes études alors que la réhabilitation auditive est aujourd'hui essentielle dans la prise en charge de la déficience auditive du sujet âgé.

Puisque la quasi-totalité des indications d'appareillage concernait des patients du groupe « sourds », le score permettant le dépistage de la déficience auditive éligible à un appareillage correspondait logiquement au score seuil de dépistage de la déficience auditive elle-même (8/40, indice de Youden maximal). Cependant, la valeur prédictive positive d'une indication d'appareillage était médiocre pour ce score (60,9 %). Il nous semblait donc pertinent de choisir un seuil permettant d'affirmer avec une précision maximale (nombre de VP et de VN maximal) cette indication théorique d'appareillage. Cela permettait de mieux identifier les sujets qui pourraient en bénéficier et de ne pas surdiagnostiquer ceux qui n'avaient qu'une perte auditive légère ne nécessitant pas encore cette aide.

Il apparaît donc que, pour notre version française du HHIE-S, 2 scores seuils sont intéressants cliniquement : un score > 8/40 permettait de dépister une déficience auditive et un score > 16/40 mettait en évidence une déficience auditive probablement éligible à un appareillage auditif.

Cette gradation du score au questionnaire HHIE-S semble pertinente en pratique clinique car adaptée à une situation de dépistage. En effet, les études précédentes<sup>88</sup> retranscrivaient leurs résultats concernant le questionnaire HHIE-S principalement sous forme de probabilité de déficience auditive ; notre étude (tableau 3) nous permet d'affiner l'interprétation du score et de proposer les grandes lignes d'une conduite à tenir :

- Score compris entre 0 et 8 : réassurance du sujet sur son audition et conseils sur les mesures de prévention des traumatismes sonores et autres facteurs de risque de déficience auditive.
- Score compris entre 10 et 16 : proposition d'une consultation auprès d'un ORL afin de confirmer la déficience auditive et d'organiser un suivi régulier.
- Score compris entre 18 et 40 : proposition d'une consultation rapide auprès d'un ORL afin de confirmer la déficience auditive, d'organiser un suivi et probablement une réhabilitation auditive.

Le questionnaire HHIES est un outil de dépistage mais ne doit pas être considéré comme un outil de diagnostic de la déficience auditive. Même s'il existe une corrélation entre le score obtenu au HHIE-S et la perte auditive moyenne en audiométrie tonale ( $r = 0,725$ ), l'intérêt du questionnaire repose dans la mise en évidence d'un risque d'être porteur d'une déficience auditive, voire d'une indication d'appareillage mais il ne s'agit aucunement d'un outil de mesure de la perte auditive.

En effet, la gêne auditive ressentie par le sujet et retranscrite par le questionnaire n'est pas uniquement en lien avec une perte auditive objectivée en audiométrie dans le silence, qui reste à ce jour l'examen diagnostique de référence. Le questionnaire HHIE-S évalue le handicap perçu par le sujet déficient auditif dans certaines interactions sociales, notamment dans les environnements bruyants. C'est pourquoi nous avons décidé d'ajouter dans notre protocole une audiométrie vocale dans le bruit, dont l'intérêt était double. Premièrement, faisant maintenant entièrement partie des critères d'appareillage auditif utilisés en France, il nous semblait essentiel de réaliser celle-ci pour répondre correctement à notre objectif secondaire<sup>53</sup>. Deuxièmement, nous souhaitions évaluer la corrélation entre le score obtenu au test VRB et le questionnaire HHIE-S. Celle-ci existe mais, de manière surprenante, elle est moins forte que celle retrouvée entre le questionnaire et l'audiométrie dans le silence.

Néanmoins, l'analyse des résultats de l'audiométrie dans le bruit fait apparaître parmi nos 28 sujets faux positifs au questionnaire (score > 8 mais PAM  $\leq$  20 dB, figure 3) que 9 d'entre eux avaient au test VRB une perte moyenne de RSB  $\geq$  1,5 dB RSB (valeur de la déviation standard du VRB) suggérant un déficit significatif de compréhension de la parole dans le bruit. En d'autres termes, pour ces sujets, l'association des résultats du questionnaire et du VRB indiquait la présence d'un trouble auditif débutant, non mesurable en audiométrie tonale dans le silence. Cette « surdité cachée », c'est-à-dire une anomalie des voies auditives non détectée par une audiométrie dans le silence, est un phénomène bien connu dans la littérature<sup>99</sup>. Nos résultats semblent indiquer que le questionnaire HHIE-S couplé au test VRB pourrait la mettre en évidence chez certains sujets.

## **CONCLUSION**

Notre étude a permis de valider la version française du questionnaire HHIE-S comme outil pertinent pour le dépistage de la déficience auditive chez les sujets âgés de plus de 60 ans en population française.

Nos données ont permis de confirmer qu'un score  $> 8/40$  est un seuil optimal pour dépister une déficience auditive. Nous avons introduit un nouveau seuil (score  $> 16/40$ ) permettant la détection d'une déficience auditive répondant aux critères d'appareillage recommandés en France.

La simplicité et la rapidité de remplissage du questionnaire le rendent diffusable à grande échelle, notamment dans le cadre d'un programme de dépistage de la surdité liée à l'âge.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION COMPLÉMENTAIRES

Le format « article » nous a conduits à ne présenter que les principaux résultats de notre étude en lien direct avec le questionnaire HHIE-S.

Vous trouverez dans cette partie des résultats complémentaires concernant les données démographiques et le test d'audiométrie dans le bruit.

L'étude n'ayant pas été créée dans le but de valider ce test en situation de dépistage auditif, nos résultats ne sont que des pistes pour l'avenir et nécessiteront probablement des études dédiées.

### **1 Caractéristiques démographiques de la population française et de notre échantillon**

Dans l'article, nous avons abordé la répartition des sexes dans notre échantillon et dans la population générale. Les figures suivantes étayent nos affirmations concernant la similitude de répartition des deux populations selon l'âge et le sexe (données INSEE janvier 2020<sup>4</sup>). Si cette étude devait être extrapolée à l'ensemble de la population, il serait nécessaire d'en conforter les données à partir d'un échantillon rigoureusement représentatif.

En population générale, il est intéressant de noter que le sexe ratio (nombre d'hommes/nombre de femmes) est toujours inférieur à 1, et qu'au-delà de l'âge de 60 ans sa valeur diminue d'année en année : à l'âge de 60 ans, il est de 0,93 alors qu'au-delà de 80 ans il est de 0,73<sup>4</sup>.

La brusque augmentation du nombre de sujets âgés de 60 à 74 ans par rapport à ceux âgés de 75 ans et plus, bien représentée sur la figure 12, correspond au baby-boom en France (augmentation des naissances à partir de 1946).

Ces mêmes caractéristiques sont globalement retrouvées dans notre échantillon (figure 13) et permettent de valider notre démarche dans son aspect qualitatif : sexe ratio en faveur du sexe féminin, prédominance de sujets âgés entre 60 et 74 ans.

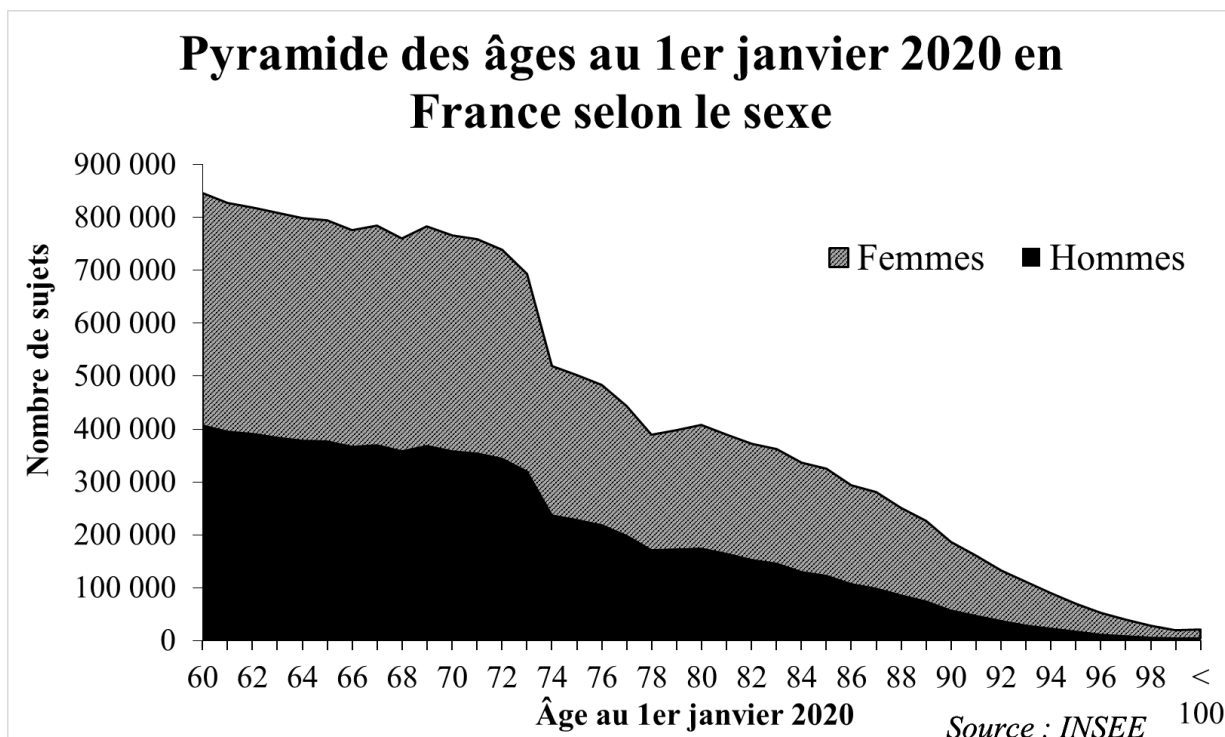


Figure 12 : Âge et sexe de la population française de plus de 60 ans au 1<sup>er</sup> janvier 2020

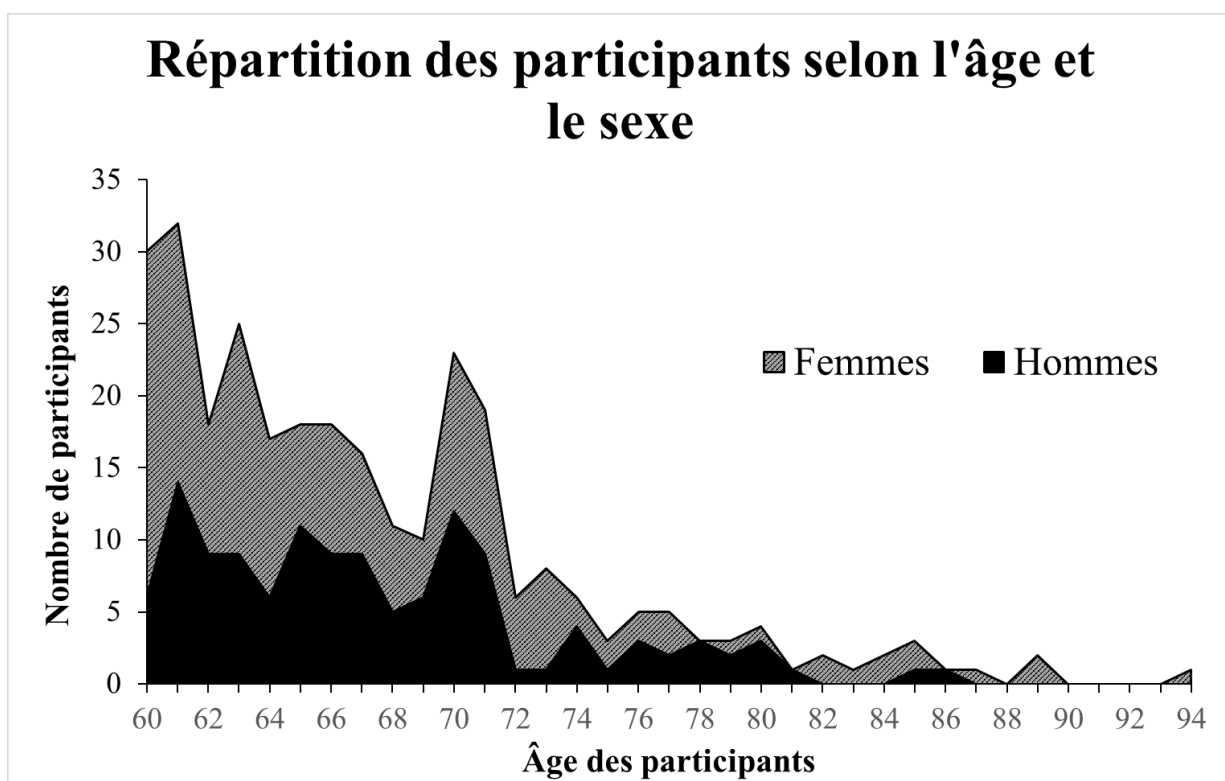


Figure 13 : Répartition des 294 participants selon l'âge et le sexe

## 2 Caractéristiques du test VRB en situation de dépistage

### 2.1 RECHERCHE D'UN SEUIL AU VRB DÉTERMINANT UNE PERTE AUDITIVE SELON LE BIAP

Sur notre échantillon, nous avons essayé de mettre en évidence un score seuil au test VRB (correspondant à la perte de RSB en dB RSB) qui permettrait de « dépister » une perte auditive telle que définie par le BIAP<sup>115</sup>.

Pour cela, nous avons établi une courbe ROC en prenant comme critère de jugement la PAM en tonale dans le silence. Un sujet était considéré comme sourd s'il avait une PAM > 20 dB.

Concernant le VRB dont le résultat est donné sous la forme d'un score en dB RSB, il faut noter qu'avec notre protocole comprenant 5 listes, ce score prend des valeurs discrètes par pas de 0,2 allant de -4,5 à + 19,5 dB RSB.

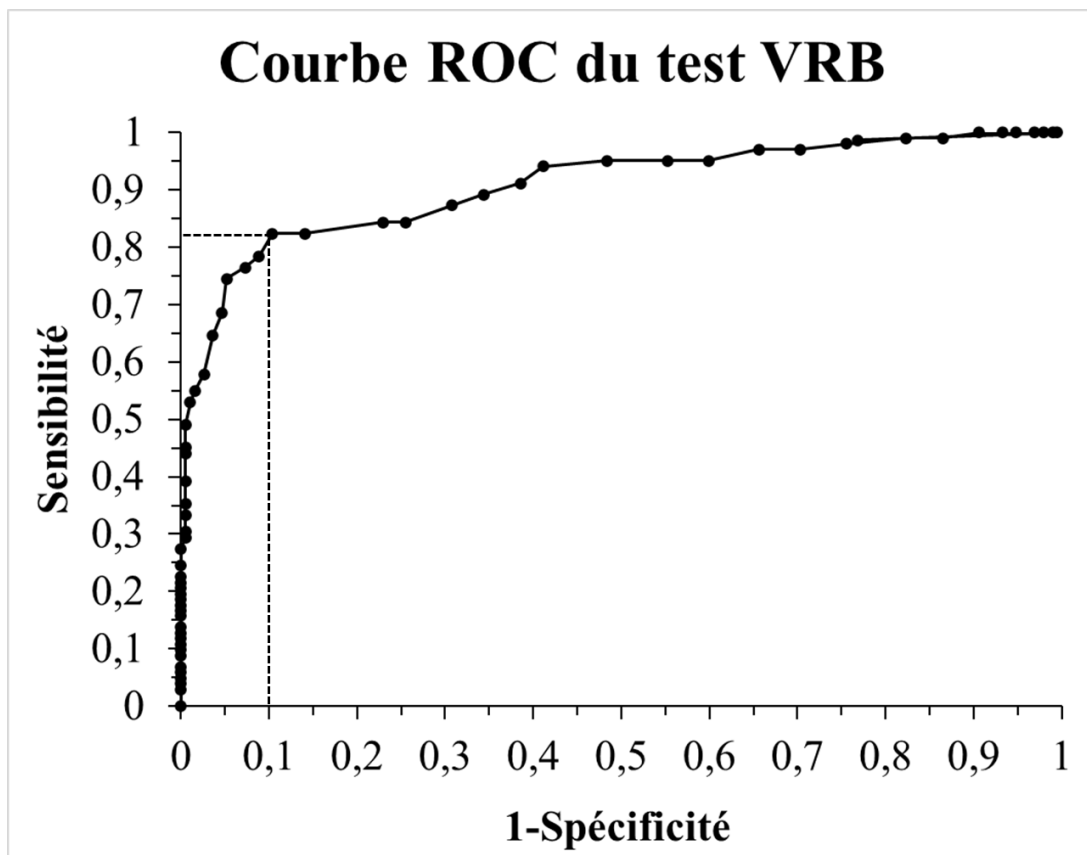


Figure 14 : Courbe ROC représentant le couple (1 - spécificité) /sensibilité pour chaque valeur de perte moyenne de RSB au test VRB

Le score 1,3 dB RSB, repéré par les lignes pointillées, est le seuil avec l'indice de Youden maximal (0,72). Dans notre échantillon, ce score seuil permet de « dépister » une déficience auditive avec une sensibilité de 82,4 % et une spécificité de 89,6 %.



## 2.2 RECHERCHE D'UN SEUIL AU TEST VRB DÉTERMINANT UNE INDICATION THÉORIQUE D'APPAREILLAGE AUDITIF

De manière similaire, nous avons essayé de mettre en évidence un score seuil au test VRB qui permettrait de « dépister » une indication théorique d'appareillage auditif telle que définie par les critères actuellement recommandés en France<sup>53</sup>, **en excluant celui concernant l'audiométrie dans le bruit.**

Pour cela, nous avons établi une courbe ROC en prenant comme critère de jugement la présence d'au moins un critère d'appareillage auditif sur l'audiométrie tonale et/ou vocale dans le silence. Ainsi, un sujet relevait d'une indication d'appareillage s'il avait une PAM  $\geq 30$  dB HL en audiométrie tonale dans le silence et/ou un seuil d'intelligibilité en audiométrie vocale dans le silence  $\geq 30$  dB HL.

L'indice de Youden maximal (0,81) était retrouvé pour le score 2,1 dB RSB, avec une sensibilité à 89,6 % et une spécificité de 91,6 %. En revanche, la VPP pour ce score n'était que de 75,9 %.

De manière comparable à ce que nous avons proposé dans l'article avec le questionnaire HHIE-S, dans le cadre d'une indication théorique d'appareillage, il nous paraissait intéressant de choisir le score seuil ayant une précision maximale, c'est-à-dire avec une VVP et une VPN maximales.

Dans ce cas, le score seuil retrouvé était **2,9 dB RSB** : sensibilité 74,6 %, spécificité 97,4 %, VPP 89,3 % et VPN 92,9 %. La précision calculée pour ce score était à 92,2 %.

Ce score de 2,9 dB RSB nous paraît cohérent avec le troisième critère d'appareillage auditif reconnu aujourd'hui (et non pris en compte dans ce calcul) à savoir un écart à la norme au test d'audiométrie dans le bruit  $> 3$  dB RSB<sup>53</sup>.

## 2.3 RAPPORTS DE VRAISEMBLANCE DU TEST VRB

Nos résultats nous permettent de proposer, comme nous l'avons fait pour le questionnaire HHIE-S dans l'article, des probabilités, pour un sujet donné, d'être porteur d'une déficience auditive et/ou d'une indication théorique d'appareillage en fonction de son score au VRB.

Important : concernant l'indication d'appareillage, le critère « écart du RSB  $> 3$  dB RSB par rapport à la norme » au test d'audiométrie dans le bruit n'a pas été pris en compte car nous n'avons pas d'autre test dans le bruit que le VRB lui-même pour établir cette indication.

Les résultats concernant le test VRB sont superposables à ceux établis pour le HHIE-S sur la même population (tableau 3 de l'article, page 72) et sont rapportés en figure 15.

Ceci conforte donc la bonne fiabilité du questionnaire HHIE-S qui permet d'établir, pour un sujet donné, ces différentes probabilités de manière comparable à ce que fait un test plus élaboré comme le VRB. Les questions du HHIE-S portent principalement sur les difficultés de compréhension de la parole dans un environnement bruyant ce qui explique certainement cette similitude dans les résultats établis avec le test VRB.

<b>Score total au VRB (en dB RSB)</b>	<b>Probabilité d'avoir une déficience auditive</b>	<b>Probabilité d'avoir une déficience auditive répondant aux critères d'appareillage auditif</b>
<b>- 4,5 à 1,3</b>	9 %	2 %
<b>1,5 à 2,9</b>	81 %	62 %
<b>3,1 à 19,5</b>	96 %	89 %

*Figure 15 : Rapports de vraisemblance du test VRB dans notre échantillon de 294 sujets*

Il existe à ce jour peu de données publiées<sup>113</sup> sur ce test récemment introduit en France. Il nous semblait important d'en préciser toutes ses caractéristiques dans notre large échantillon.

Néanmoins, malgré les excellentes caractéristiques intrinsèques du VRB retrouvées dans notre population dans une intention de dépistage, il ne nous semble pas pertinent de le proposer comme outil de dépistage auditif à grande échelle.

En effet ce test n'a pas été conçu pour être un outil de dépistage de masse et nécessite une installation lourde et une formation spécifique.

Les scores seuils pertinents que nous avons retrouvés (> 1,3 dB RSB pour dépister une déficience auditive et > 2,9 dB RSB pour indiquer un possible appareillage auditif) sont cohérents avec les données déjà publiées sur ce test<sup>113</sup>.

### 3 Corrélations

#### 3.1 CORRÉLATION ENTRE LE SCORE AU HHIE-S ET LE RÉSULTAT AU TEST VRB

La figure ci-dessous résume l'ensemble des données concernant le HHIE-S exposées dans l'article et celles du test VRB exposées précédemment. Elle représente la corrélation entre les scores obtenus au HHIE-S et au test VRB en fonction du statut du sujet (normo-entendant ou sourd).

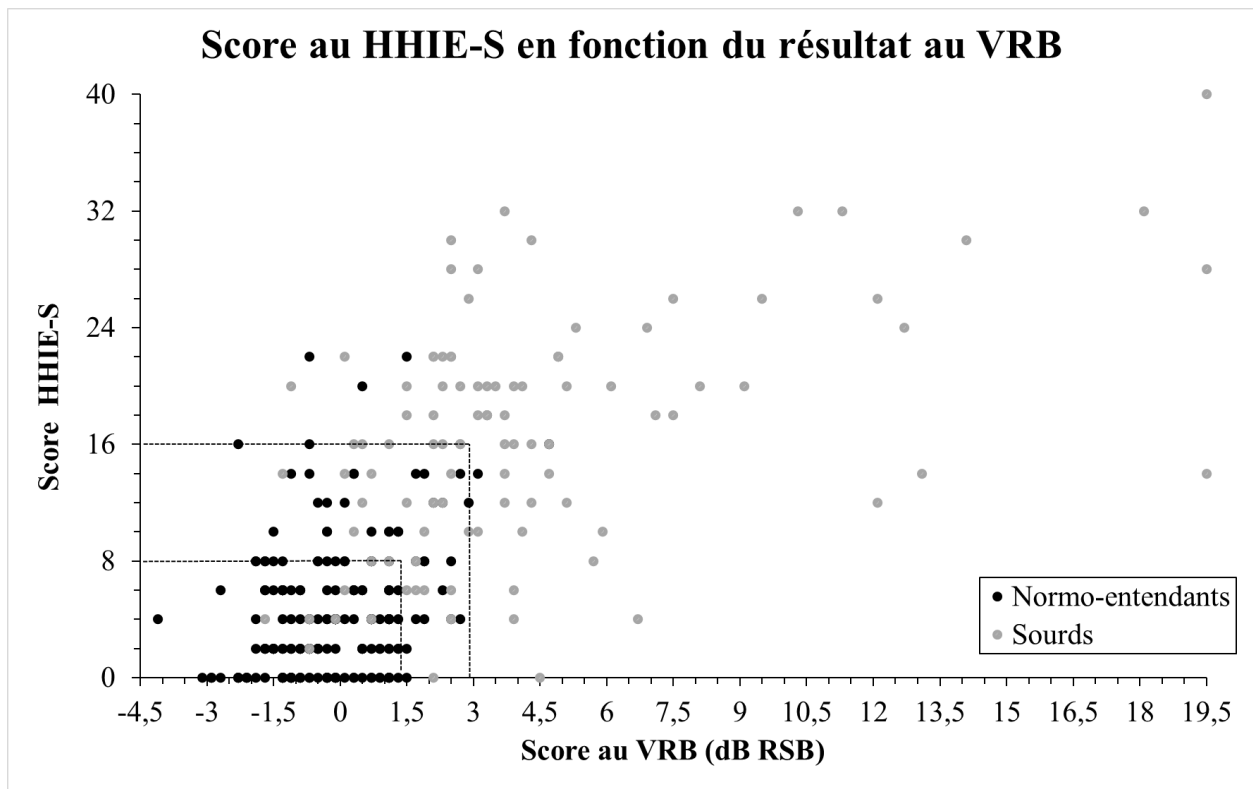


Figure 16 : Score au HHIE-S en fonction du résultat du VRB selon le statut du sujet

Les scores seuils d'intérêt (8 et 16 pour le HHIE-S ; 1,3 et 2,9 pour le VRB) sont indiqués en pointillés.

On remarque que la majorité des normo-entendants a un score au test VRB  $\leq 1,3$  dB RSB et un score au questionnaire HHIE-S  $\leq 8$ .

Les patients sourds, quant à eux, ont un panel de scores au test VRB et au HHIE-S beaucoup plus étendu. Il existe peu d'erreurs de classement au-delà de 2,9 dB RSB et de 16/40 au HHIE-S.

Pour les scores les plus élevés au VRB ou au HHIE-S, on note une forte dispersion des points, ce qui aboutit à un coefficient de corrélation global médiocre ( $r = 0,66$  ;  $p < 0,0001$  ; IC 95 % [0,59 ; 0,72]).

Il existe une zone intermédiaire en « L » (score au VRB compris entre 1,5 et 2,9 et score au HHIE-S compris entre 10 et 16) où la détermination du statut du sujet est plus difficile. Dans ce cas, nos tableaux de probabilité peuvent guider le praticien dans l'information à délivrer au sujet.

Le gold-standard retenu pour classer les sujets comme sourds ou normo-entendants repose sur la PAM dans le silence (critère du BIAP) : il est probable que certaines erreurs de classement de sujets normo-entendants correspondent en fait à des sujets ayant une surdité cachée.

Cela pourrait indiquer que, pour certains sujets, le score au VRB voire le score au HHIE-S seraient un élément diagnostique plus pertinent que l'audiométrie tonale dans le silence considérée aujourd'hui comme la référence.

En d'autres termes, on peut se demander si les sujets normo-entendants retrouvés dans cette zone en « L » ne sont pas finalement porteurs d'anomalies auditives non détectées par l'audiométrie tonale dans le silence.

### 3.2 CORRÉLATION ENTRE LA PERTE AUDITIVE MOYENNE ET LE RÉSULTAT AU TEST VRB

On note une excellente corrélation ( $r = 0,82$  ;  $p < 0,0001$  ; IC 95 % [0,78 ; 0,85]) entre la PAM et le résultat au VRB de manière linéaire et statistiquement significative. Ainsi, lorsque la PAM augmente, le score au VRB augmente.

Cependant, comme l'a rapporté Leclercq<sup>113</sup>, il est difficile pour un sujet donné de prédire son score au VRB à partir de sa perte auditive moyenne en audiométrie tonale dans le silence. Sur la figure ci-après, on retrouve une grande dispersion des scores possibles au VRB pour une même PAM, confortant l'intérêt de réaliser le test VRB même en présence d'une surdité légère.

Les normo-entendants ont obtenu au VRB des scores allant de - 4,1 à 4,7 dB RSB. Il est probable que ceux ayant un score total  $> 1,3$  dB RSB (ligne pointillée) soient porteurs de surdité cachée.

À l'inverse, certains sujets sourds ont un score total au test VRB considéré comme normal ( $\leq 1,3$  dB RSB) ce qui est un résultat surprenant.

On peut se demander si le critère retenu au test VRB, à savoir la valeur de la perte moyenne de RSB, est suffisant pour permettre d'affirmer l'absence de trouble de compréhension de la parole dans le bruit ou si une analyse plus fine de ce score pourrait mettre en évidence des difficultés d'intelligibilité de la parole malgré un score total considéré comme normal.

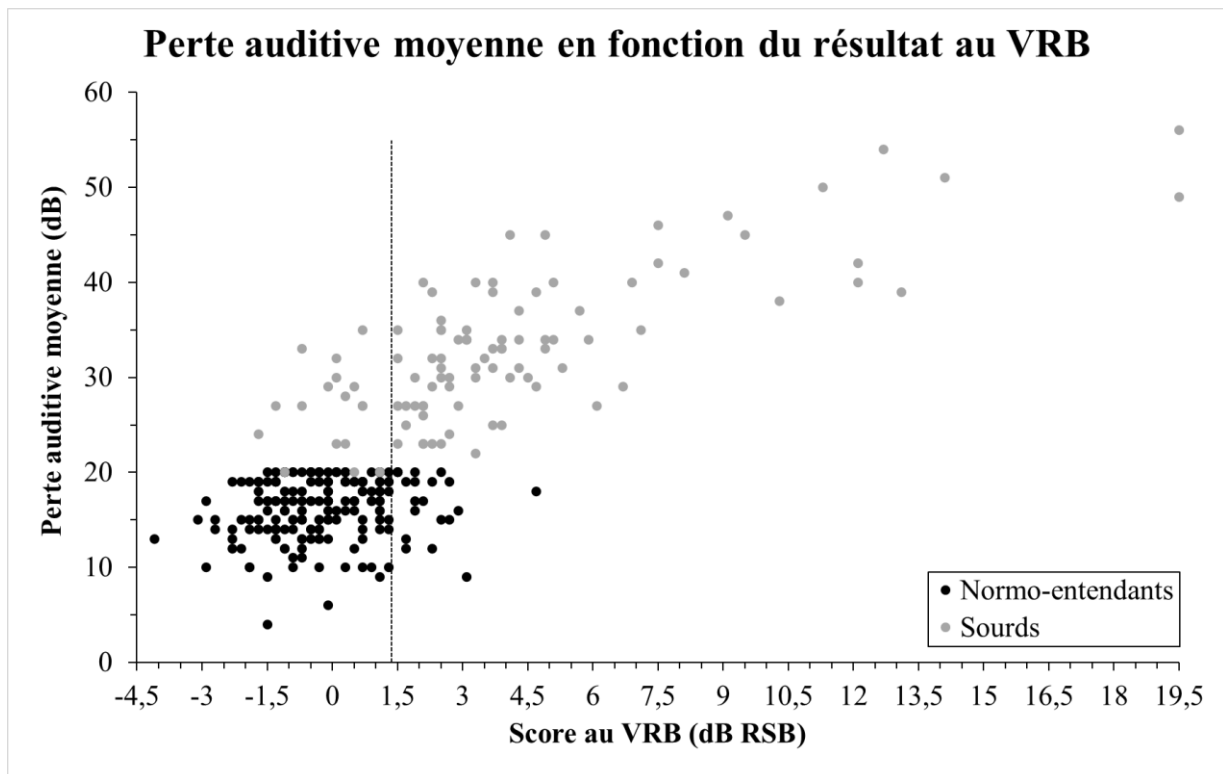


Figure 17 : Perte auditive moyenne en fonction du score obtenu au VRB

#### 4 Analyse des erreurs de classement au HHIE-S

##### 4.1 ANALYSE DU SOUS-GROUPE FAUX POSITIFS AU HHIE-S : SURDITÉ CACHÉE ?

28 sujets étaient classés dans le groupe Faux Positifs (FP), c'est-à-dire qu'ils avaient une PAM considérée comme normale mais un score élevé au HHIE-S. 25 (89 %) avaient un score au HHIE-S  $\leq 16$ .

Leur audiogramme retrouvait une courbe évocatrice de **presbyacousie débutante** avec une perte prédominante sur les fréquences aiguës comme retranscrit sur la figure suivante.

Pour ces sujets, il semblait intéressant de regarder plus précisément leurs résultats au test VRB pour voir si celui-ci confirmait ou non un trouble de la compréhension de la parole dans le bruit mis en évidence par le score élevé au HHIE-S.

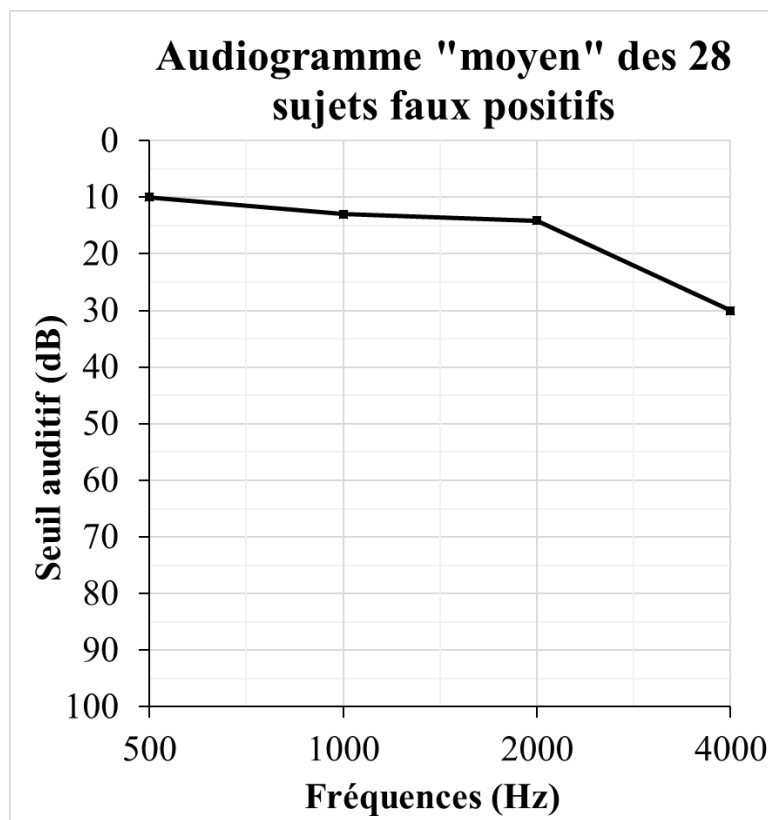


Figure 18 : Audiogramme « moyen » des 28 sujets faux positifs

La répartition des scores au VRB des 28 FP (figure 19) montre clairement que pour 9 sujets, leur perte moyenne de RSB au test VRB était significative ( $> 1,3$  dB RSB). Cela semble indiquer qu'ils sont porteurs d'une authentique **surdité cachée**, correctement dépistée par le questionnaire HHIE-S.

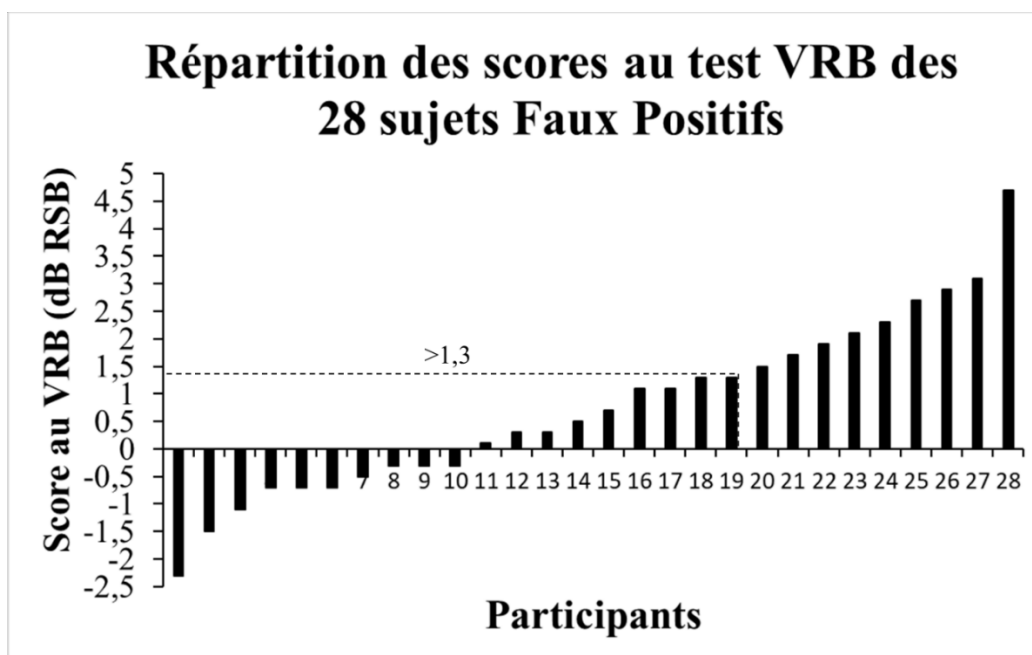


Figure 19 : Répartition des scores au test VRB des 28 sujets faux positifs

Parmi les 19 sujets restants, 8 participants avaient un score total au VRB normal ( $\leq 1,3$  dB RSB) mais une **courbe d'allure atypique** avec un décalage par rapport à la norme pour les pertes de RSB 6 et 3 dB RSB.

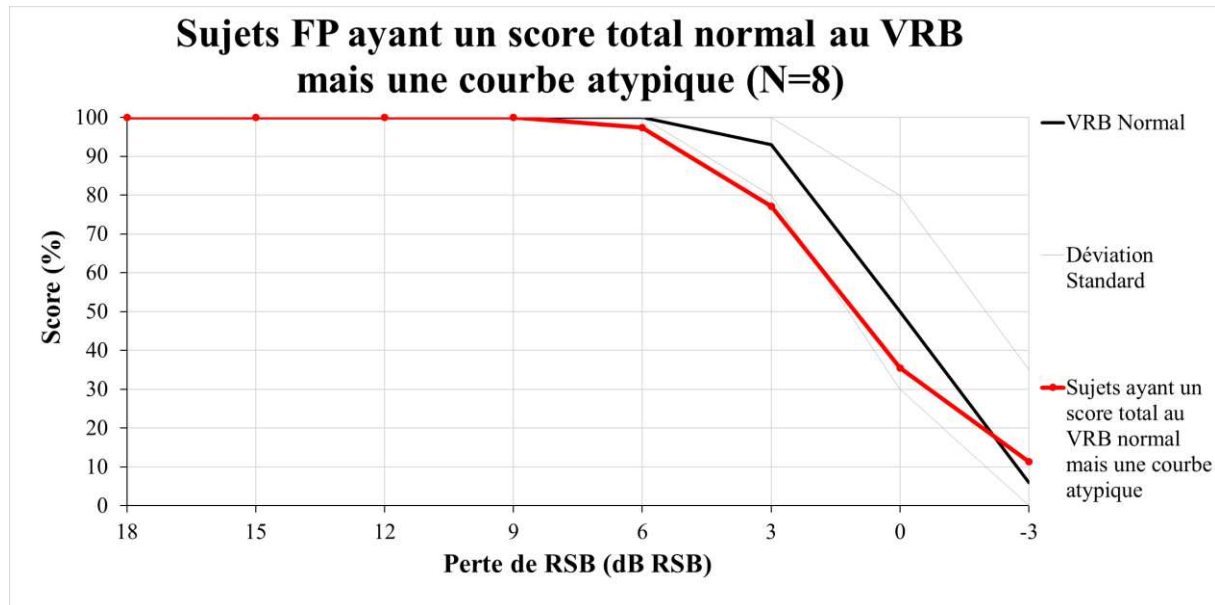


Figure 20 : Résultats « moyens » au test VRB des 8 sujets faux positifs ayant un score total normal mais une courbe d'allure atypique

À notre sens, ce score total pourrait dans certains cas conduire à une perte d'information concernant les difficultés de compréhension de la parole dans le bruit pour deux raisons principales :

- 1) Certains sujets peuvent avoir des difficultés pour certains RSB (dans notre cas 6 et 3 dB RSB où les résultats sont légèrement en dessous de la norme), mais ceux-ci sont compensés dans le score total par des résultats normaux pour d'autres RSB (0 et - 3 dB RSB dans notre échantillon).

Concrètement, un sujet peut avoir de réelles difficultés dans certaines situations quotidiennes (correspondant à un RSB à 6 ou 3 dB RSB) qu'il aura mentionnées au questionnaire HHIE-S mais qui n'apparaîtront pas dans son score total au VRB.

De plus, la précision de la mesure à 0 et - 3 dB RSB est faible avec notre protocole ne comportant que 5 listes car le score normal attendu est déjà très bas et la bonne reconnaissance d'un seul mot peut augmenter de manière importante le score du sujet.

- 2) Dans notre protocole constitué de 5 listes, chaque mot-clé correspond à 6,6 % (1/15<sup>e</sup>) du score final pour chaque RSB donné car chaque phrase était constituée de 3 mots-clés. Ainsi, un score à 20 % transcrit le fait que 3 mots-clés sur 15 ont été reconnus par le sujet

pour un rapport signal/bruit donné. Cependant, il n'est pas possible de savoir sur la courbe finale si ces 3 mots-clés proviennent de la même phrase ou bien s'il s'agit d'un mot-clé reconnu à 3 reprises pour le même RSB dans 3 phrases différentes.

Pour le sujet, le ressenti peut être très différent : en effet, un mot-clé isolé dans une phrase ne lui permet pas la compréhension de celle-ci, ce qui peut expliquer une réelle gêne retranscrite au questionnaire malgré des performances correctes au test VRB.

En conclusion, les analyses concernant ces 8 sujets indiquent que si une gêne auditive dans le bruit est rapportée, il semble intéressant de ne **pas se limiter à la seule valeur du score total au test VRB**. L'analyse de la **forme de la courbe** et du **type d'erreurs** réalisées par le sujet pourraient indiquer un trouble de la compréhension de la parole dans le bruit, malgré un score total normal.

D'autres critères objectifs tels que l'aire sous la courbe pourraient peut-être mieux rendre compte de ce type de résultat.

Enfin, parmi nos 28 sujets faux positifs, 11 avaient un score total au VRB normal avec une courbe de forme normale. Trois hypothèses principales peuvent être avancées pour expliquer ces résultats :

- Ils sont porteurs d'une surdité cachée que nous n'avons pas réussi à mettre en évidence, même avec le VRB. On peut par exemple émettre l'hypothèse qu'en condition de test, avec un niveau de concentration et d'effort cognitif maximaux, ils parviennent à réaliser des performances auditives normales mais que dans leur vie quotidienne, ne maintenant pas en permanence ce niveau de concentration, ils perçoivent une gêne dans le bruit qui est rapportée par le questionnaire HHIE-S.
- La situation expérimentale du test VRB, bien que représentative d'une situation réelle (bruit modulé avec signal de parole) reste artificielle par rapport à la complexité de l'environnement sonore habituel, qui est beaucoup moins prédictible pour le sujet.
- Le VRB teste la compréhension de la parole dans le bruit alors que le questionnaire est plus global en évoquant le handicap auditif dans le bruit au sens large. Ainsi, certains sujets ont pu répondre positivement aux questions du HHIE-S en raison d'un acouphène, d'une hyperacousie invalidante ou d'une intolérance au bruit sans qu'il y ait nécessairement un trouble de compréhension de la parole associé.



#### 4.2 ANALYSE DU SOUS-GROUPE FAUX NÉGATIFS AU HHIE-S : SURDITÉ SANS HANDICAP ?

Nous avons retrouvé 20 sujets ayant un score au HHIE-S  $\leq 8$  et une PAM  $> 20$  dB. Ils sont donc porteurs d'une surdité mais ne semblent pas ressentir de handicap lié à cette déficience auditive.

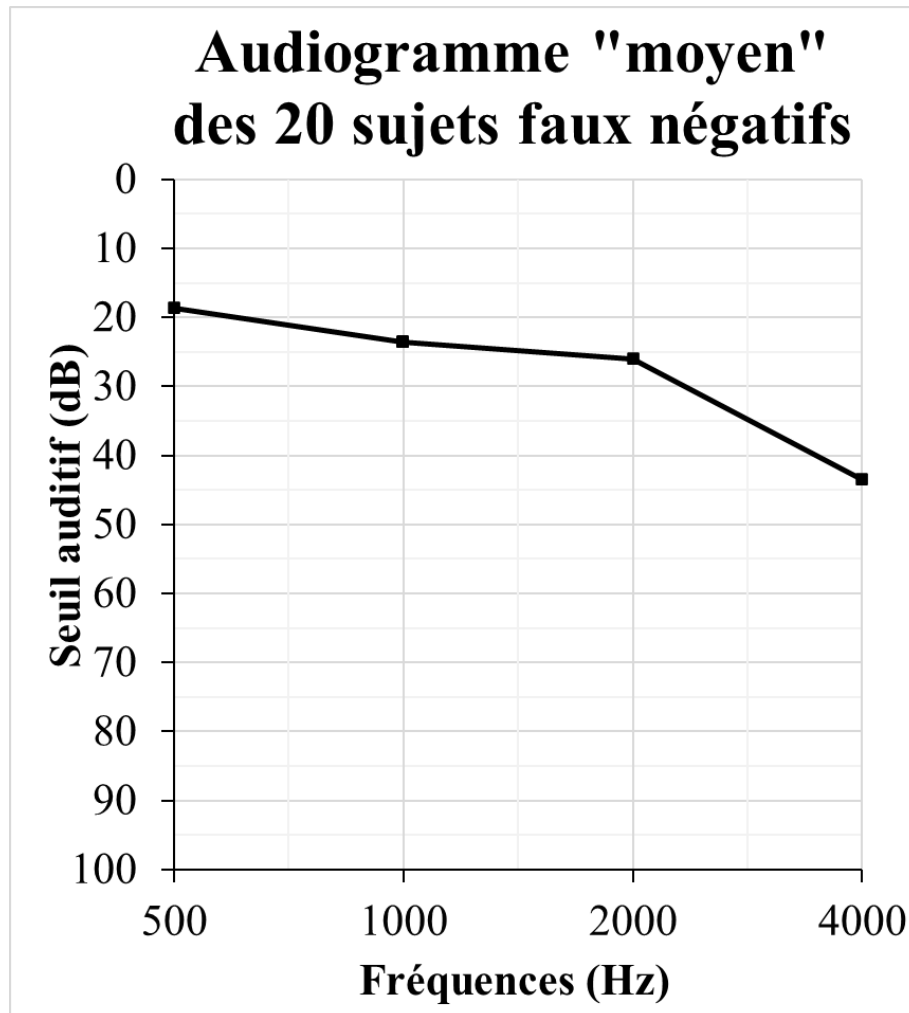


Figure 21 : Audiogramme « moyen » des 20 sujets faux négatifs

L'analyse de leur compréhension de la parole dans le bruit montrait également une dégradation significative de celle-ci comme montré sur la figure suivante.

Le score moyen au teste VRB, calculé à 1,9 dB RSB, était d'emblée considéré comme pathologique.

Les valeurs extrêmes montraient une grande dispersion des scores en allant de - 1,7 dB RSB (minimum) à 6,7 dB RSB (maximum).

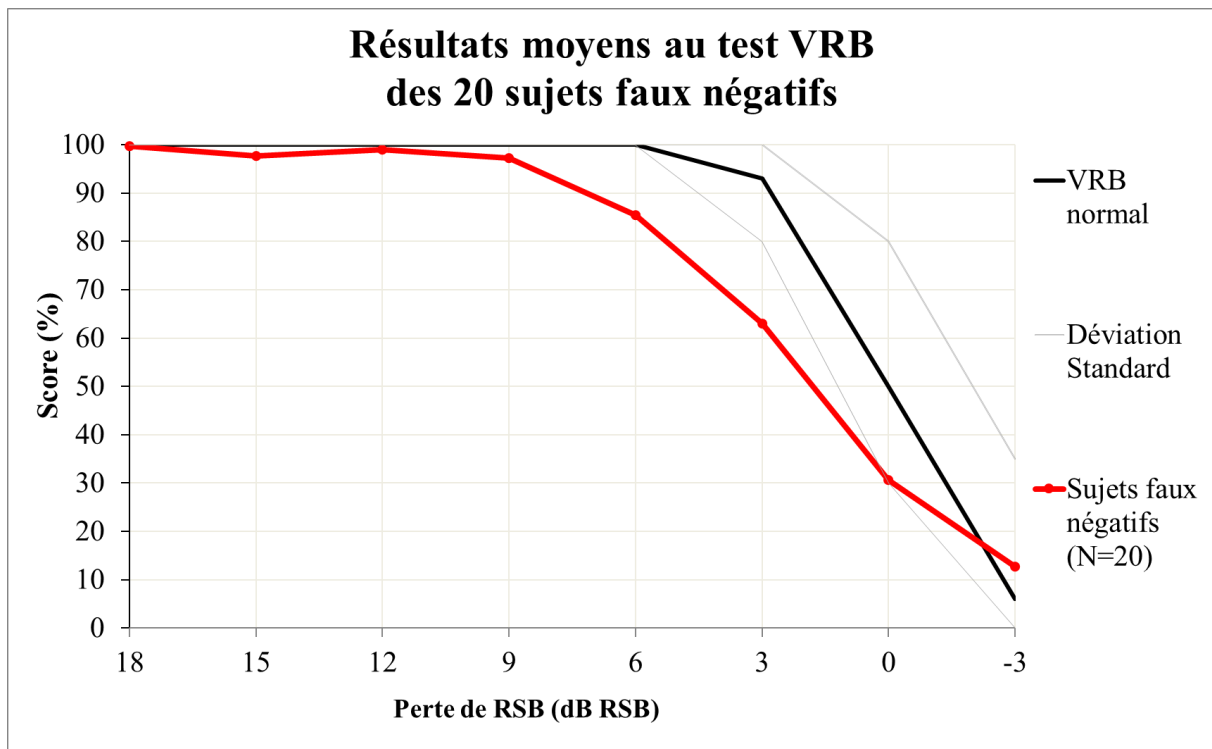


Figure 22 : Résultats « moyens » au test VRB des 20 sujets faux négatifs

Ce type de résultat paraît contre-intuitif dans la mesure où on objective un trouble auditif dans le silence et/ou dans le bruit alors que le sujet ne rapporte pas de gêne au questionnaire.

Pour l'expliquer, nous proposons les hypothèses suivantes :

- Certains sujets (4 soit 20 %) étaient porteurs d'une **surdité asymétrique** avec une audition normale d'un côté. Nos critères les classaient dans la catégorie « sourds », néanmoins, la persistance d'une audition normale d'un côté explique l'absence de handicap ressenti dans la majorité des situations.

Par ailleurs, ces sujets avaient un score total au VRB normal ce qui confirmait leur absence de gêne significative dans le bruit.

- Les 16 sujets restants étaient tous porteurs d'une surdité légère et la majorité (11/16) avaient un score total au VRB  $\geq 1,5$  dB RSB que nous considérons comme pathologique. Pour ces sujets, l'explication de cette discordance entre les mesures audiométriques et la gêne ressentie peut reposer sur une notion culturelle de « **handicap normal** » compte tenu de l'âge.

Comme rapporté par Diao<sup>55</sup>, certains sujets âgés estiment que leur perte auditive est une conséquence physiologique et attendue du vieillissement et ne la considèrent donc pas comme un handicap. De plus, le mode de vie de ces sujets peut les conduire à éviter la

majeure partie des situations évoquées par le questionnaire (vie sociale, restaurants...) entraînant de fait une limitation des situations dans lesquelles le handicap auditif pourrait se manifester.

## **5 Réflexion autour des nouveaux critères d'appareillage auditif actuellement recommandés en France**

En 2018, une actualisation des critères d'appareillage auditif en vue de leur remboursement a été proposée en France<sup>53</sup>. Le défaut d'intelligibilité de la parole dans le bruit (écart de RSB > 3 dB RSB par rapport à la norme) peut constituer à lui seul une indication d'appareillage, même en l'absence d'une perte auditive significative en audiométrie tonale et/ou vocale dans le silence.

Dans notre échantillon, 73 sujets avaient une indication théorique d'appareillage auditif.

Parmi eux, 6 sujets (8,2 %) présentaient cette indication sur une altération isolée des performances auditives au test VRB. Cela souligne la pertinence de ce nouveau critère d'appareillage et l'importance de réaliser des tests dans le bruit quand une gêne est rapportée par le sujet, même en cas d'audiométrie subnormale dans le silence. En effet, pour ces 6 sujets, le questionnaire HHIE-S s'est montré très utile et discriminant puisqu'ils avaient tous des scores élevés à celui-ci (de 14 à 20). Ainsi, leurs réponses au questionnaire indiquaient un trouble majeur de compréhension de la parole dans le bruit, qui a été confirmé par les résultats au test VRB.

De ce fait, une solution de réhabilitation auditive pourra être envisagée pour ces sujets, très gênés socialement par leurs difficultés en milieu bruyant, alors qu'ils ne remplissent pas les critères audiométriques d'appareillage auditif dans le silence.

Même si notre étude portait uniquement sur des situations de dépistage, le questionnaire HHIE-S pourrait ainsi s'avérer pertinent à utiliser en complément d'un bilan audiométrique complet chez le sujet âgé, notamment pour ceux ayant une presbycusie débutante afin de mieux en mesurer le retentissement social et de les guider plus rapidement vers une réhabilitation auditive si celle-ci semble indiquée.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Notre étude a permis de valider la version française du questionnaire HHIE-S comme outil pertinent pour le dépistage de la déficience auditive chez les sujets âgés de plus de 60 ans dans la population française.

Nos données ont permis d'associer des recommandations pratiques sur la conduite à tenir en fonction du score obtenu par le sujet :

- Réassurance du sujet sur son audition pour un score compris entre 0 et 8.
- Proposition d'un bilan auditif complémentaire pour un score compris entre 10 et 16.
- Proposition d'une consultation rapide avec un ORL pour un score  $\geq 18/40$  car il y a déjà une probable indication de réhabilitation auditive.

Notre étude est l'une des premières à utiliser à grande échelle le test VRB en population générale. Notre expérience confirme qu'il s'agit d'un outil très efficient et adapté à la pratique clinique ORL capable de mettre en évidence des déficiences auditives même légères voire des surdités cachées. L'audiométrie dans le bruit est devenue depuis quelques années incontournable dans la prise en charge des déficiences auditives et nous avons pu confirmer sa pertinence dans les nouveaux critères d'indication d'appareillage auditif.

Ses contraintes techniques ne permettent pas d'en faire un outil de dépistage de masse. En revanche, le questionnaire HHIE-S s'intègre naturellement comme outil de dépistage de première ligne avant des examens audiométriques plus complets comme le VRB car il explore aussi la perception auditive dans le bruit.

Notre objectif sera donc maintenant de diffuser largement notre version française du questionnaire HHIE-S, notamment auprès des professionnels de santé prenant en charge la surdité, des médecins généralistes, voire en population générale. Nous espérons aussi que ce type d'outil puisse être intégré à un programme de dépistage national de la surdité liée à l'âge sur lequel travaillent activement les sociétés savantes.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Organisation Mondiale de la Santé. Surdité et d ficiency auditive. Page web.  
<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> (2020).
2. Yueh, B., Shapiro, N., MacLean, C. H. & Shekelle, P. G. Screening and management of adult hearing loss in primary care: scientific review. *JAMA* **289**, 1976–1985 (2003).
3. Lazzarotto, S., Baumstarck, K. & Auquier, P. Age-Related Hearing Impairment and Impact on Quality of Life: A Review of Available Questionnaires. *Ann. Otolaryngol. Rhinol.* **3(5): 1107**, (2016).
4. INSEE. Page web. Population totale par sexe et  ge au 1er janvier 2020, France – Bilan démographique 2019. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1892086?sommaire=1912926> (2020).
5. Phan, N. T., McKenzie, J.-L., Huang, L., Whitfield, B. & Chang, A. Diagnosis and management of hearing loss in elderly patients. *Aust. Fam. Physician* **45**, 366–369 (2016).
6. Gong, R. *et al.* Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in China. *Int. J. Audiol.* **57**, 354–359 (2018).
7. Pearson, J. D. *et al.* Gender differences in a longitudinal study of age-associated hearing loss. *J. Acoust. Soc. Am.* **97**, 1196–1205 (1995).
8. Hultcrantz, M., Simonoska, R. & Stenberg, A. E. Estrogen and hearing: a summary of recent investigations. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* **126**, 10–14 (2006).
9. Curhan, S. G. *et al.* Menopause and Postmenopausal Hormone Therapy and Risk of Hearing Loss. *Menopause N. Y. N* **24**, 1049–1056 (2017).
10. Marlin, S. Orphanet: Surdité génétique non syndromique. Page web.  
[https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC\\_Exp.php?Lng=FR&Expert=87884](https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=FR&Expert=87884) (2007).
11. Wang, J. & Puel, J.-L. Presbycusis: An Update on Cochlear Mechanisms and Therapies. *J. Clin. Med.* **9**, (2020).
12. Uchida, Y., Sugiura, S., Sone, M., Ueda, H. & Nakashima, T. Progress and Prospects in Human Genetic Research into Age-Related Hearing Impairment. *BioMed Res. Int.* **2014**, (2014).
13. Momi, S. K., Wolber, L. E., Fabiane, S. M., MacGregor, A. J. & Williams, F. M. K. Genetic and Environmental Factors in Age-Related Hearing Impairment. *Twin Res. Hum. Genet. Off. J. Int. Soc. Twin Stud.* **18**, 383–392 (2015).
14. Johnson, A.-C. *et al.* Influence of well-known risk factors for hearing loss in a longitudinal twin study. *Int. J. Audiol.* **56**, 63–73 (2017).
15. Venet, T. & Thomas, A. Bruit et substances ototoxiques : cocktail   risque pour l’audition - Article de revue - INRS. *Hygi ne S curit  Trav.* (2015).

16. Venet, T. *et al.* Continuous exposure to low-frequency noise and carbon disulfide: Combined effects on hearing. *Neurotoxicology* **62**, 151–161 (2017).
17. Campo, P. *et al.* Impact of noise or styrene exposure on the kinetics of presbycusis. *Hear. Res.* **280**, 122–132 (2011).
18. Gates, G. A., Cobb, J. L., D'Agostino, R. B. & Wolf, P. A. The relation of hearing in the elderly to the presence of cardiovascular disease and cardiovascular risk factors. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* **119**, 156–161 (1993).
19. Wattamwar, K. *et al.* Association of Cardiovascular Comorbidities With Hearing Loss in the Older Old. *JAMA Otolaryngol.-- Head Neck Surg.* **144**, (2018).
20. Lohi, V., Hannula, S., Ohtonen, P., Sorri, M. & Mäki-Torkko, E. Hearing impairment among adults: the impact of cardiovascular diseases and cardiovascular risk factors. *Int. J. Audiol.* **54**, 265–273 (2015).
21. Choo, O.-S. *et al.* Drugs for hyperlipidaemia may slow down the progression of hearing loss in the elderly: A drug repurposing study. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.* **124**, 423–430 (2019).
22. Moon, S., Park, J. H., Yu, J. M., Choi, M.-K. & Yoo, H. J. Association between diabetes mellitus and hearing impairment in American and Korean populations. *J. Diabetes Complications* **32**, 630–634 (2018).
23. Ren, H. *et al.* Hearing Loss in Type 2 Diabetes in Association with Diabetic Neuropathy. *Arch. Med. Res.* **48**, 631–637 (2017).
24. Bayat, A. *et al.* Is COPD associated with alterations in hearing? A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* **14**, 149–162 (2018).
25. Mick, P., Kawachi, I. & Lin, F. R. The association between hearing loss and social isolation in older adults. *Otolaryngol.--Head Neck Surg. Off. J. Am. Acad. Otolaryngol.-Head Neck Surg.* **150**, 378–384 (2014).
26. Ray, J., Popli, G. & Fell, G. Association of Cognition and Age-Related Hearing Impairment in the English Longitudinal Study of Ageing. *JAMA Otolaryngol.-- Head Neck Surg.* **144**, 876–882 (2018).
27. Mick, P. & Pichora-Fuller, M. K. Is Hearing Loss Associated with Poorer Health in Older Adults Who Might Benefit from Hearing Screening? *Ear Hear.* **37**, e194-201 (2016).
28. Cosh, S., Helmer, C., Delcourt, C., Robins, T. G. & Tully, P. J. Depression in elderly patients with hearing loss: current perspectives. *Clin. Interv. Aging* **14**, 1471–1480 (2019).
29. Fond, G., Lancon, C., Auquier, P. & Boyer, L. Prévalence de la dépression majeure en France en population générale et en populations spécifiques de 2000 à 2018 : une revue systématique de la littérature. *Presse Médicale* **48**, 365–375 (2019).

30. Li, C.-M. *et al.* Hearing Impairment Associated with Depression in US Adults, National Health and Nutrition Examination Survey 2005–2010. *JAMA Otolaryngol- Head Neck Surg.* **140**, 293–302 (2014).
31. Kim, S. Y., Lim, J.-S., Kong, I. G. & Choi, H. G. Hearing impairment and the risk of neurodegenerative dementia: A longitudinal follow-up study using a national sample cohort. *Sci. Rep.* **8**, 15266 (2018).
32. Alzheimer’s Disease International. *World Alzheimer Report 2019 Attitudes to dementia.*
33. Uhlmann, R. F., Larson, E. B., Rees, T. S., Koepsell, T. D. & Duckert, L. G. Relationship of hearing impairment to dementia and cognitive dysfunction in older adults. *JAMA* **261**, 1916–1919 (1989).
34. Livingston, G. *et al.* Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet* **390**, 2673–2734 (2017).
35. Lin, F. R. *et al.* Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults. *JAMA Intern. Med.* **173**, 293 (2013).
36. Lin, F. R. *et al.* Hearing loss and incident dementia. *Arch. Neurol.* **68**, 214–220 (2011).
37. Lin, F. R. Hearing loss and cognition among older adults in the United States. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* **66**, 1131–1136 (2011).
38. Loughrey, D. G., Kelly, M. E., Kelley, G. A., Brennan, S. & Lawlor, B. A. Association of Age-Related Hearing Loss With Cognitive Function, Cognitive Impairment, and Dementia. *JAMA Otolaryngol.-- Head Neck Surg.* **144**, 115–126 (2018).
39. Gurgel, R. K. *et al.* Relationship of Hearing Loss and Dementia: A Prospective, Population-Based Study. *Otol. Neurotol.* **35**, 775–781 (2014).
40. Deal, J. A. *et al.* Hearing Impairment and Incident Dementia and Cognitive Decline in Older Adults: The Health ABC Study. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* **72**, 703–709 (2017).
41. Peters, C. A., Potter, J. F. & Scholer, S. G. Hearing impairment as a predictor of cognitive decline in dementia. *J. Am. Geriatr. Soc.* **36**, 981–986 (1988).
42. Castiglione, A. *et al.* Aging, Cognitive Decline and Hearing Loss: Effects of Auditory Rehabilitation and Training with Hearing Aids and Cochlear Implants on Cognitive Function and Depression among Older Adults. *Audiol. Neurootol.* **21 Suppl 1**, 21–28 (2016).
43. Mosnier, I. *et al.* Long-Term Cognitive Prognosis of Profoundly Deaf Older Adults After Hearing Rehabilitation Using Cochlear Implants. *J. Am. Geriatr. Soc.* **66**, 1553–1561 (2018).
44. Ray, M., Denning, T. & Crosbie, B. Dementia and hearing loss: A narrative review. *Maturitas* **128**, 64–69 (2019).
45. Reitz, C. & Mayeux, R. Alzheimer disease: epidemiology, diagnostic criteria, risk factors and biomarkers. *Biochem. Pharmacol.* **88**, 640–651 (2014).

46. Su, P. *et al.* Age-related hearing loss and dementia: a 10-year national population-based study. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol. Off. J. Eur. Fed. Oto-Rhino-Laryngol. Soc. EUFOS Affil. Ger. Soc. Oto-Rhino-Laryngol. - Head Neck Surg.* **274**, 2327–2334 (2017).
47. Pothula, V. B., Chew, F., Lesser, T. H. J. & Sharma, A. K. Falls and vestibular impairment. *Clin. Otolaryngol. Allied Sci.* **29**, 179–182 (2004).
48. Lin, F. R. & Ferrucci, L. Hearing Loss and Falls Among Older Adults in the United States. *Arch. Intern. Med.* **172**, 369–371 (2012).
49. Jiam, N. T.-L., Li, C. & Agrawal, Y. Hearing loss and falls: A systematic review and meta-analysis. *The Laryngoscope* **126**, 2587–2596 (2016).
50. INSEE. 4 millions de seniors seraient en perte d'autonomie en 2050. Page web. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4196949> (2020).
51. Haute Autorité de Santé. Commission Nationale d'Évaluation des Dispositifs Médicaux et des Technologies de Santé. Avis de la CNEDiMTS9. Page web. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/aides\\_auditives\\_avis.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/aides_auditives_avis.pdf) (2018).
52. Syndicat National des médecins spécialisés en ORL et Chirurgie Cervico-Faciale. Prescription des prothèses auditives : ce qui change. Page web. <https://www.snorl.org/category-access-libre/category-actualites/prescription-des-protheses-auditives-ce-qui-change/> (2018).
53. Journal Officiel de la République Française. *Arrêté du 14 novembre 2018 portant modification des modalités de prise en charge des aides auditives et prestations associées au chapitre 3 du titre II de la liste des produits et prestations prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale.* (2018).
54. Lichtenstein, M. J. Validation of Screening Tools for Identifying Hearing-Impaired Elderly in Primary Care. *JAMA J. Am. Med. Assoc.* **259**, 2875 (1988).
55. Diao, M. *et al.* Comparison between self-reported hearing and measured hearing thresholds of the elderly in China. *Ear Hear.* **35**, e228-232 (2014).
56. Laplante-Lévesque, A., Brännström, K. J., Ingo, E., Andersson, G. & Lunner, T. Stages of change in adults who have failed an online hearing screening. *Ear Hear.* **36**, 92–101 (2015).
57. Öberg, M. Validation of the Swedish Hearing Handicap Inventory for the Elderly (Screening Version) and Evaluation of Its Effect in Hearing Aid Rehabilitation. *Trends Hear.* **20**, (2016).
58. Becerril-Ramírez, P. B. *et al.* Hearing loss screening tests for adults. *Acta Otorrinolaringol. Esp.* **64**, 184–190 (2013).
59. Journal Officiel de la République Française. *Arrêté du 19 mars 2018 modifiant l'arrêté du 29 septembre 2006 relatif aux programmes de dépistage organisé des cancers et portant modification du cahier des charges du dépistage organisé du cancer colorectal.* (2018).



60. Journal Officiel de la République Française. *Arrêté du 22 février 2019 modifiant l'arrêté du 29 septembre 2006 relatif aux programmes de dépistage organisé et portant modification du cahier des charges du dépistage organisé du cancer du sein.* (2019).
61. Journal Officiel de la République Française. *Arrêté du 23 avril 2012 relatif à l'organisation du dépistage de la surdité permanente néonatale.* (2012).
62. Chays, A., Labrousse, M. & Makeieff, M. [Results and lessons after 10 years of universal neonatal hearing screening in the Champagne-Ardenne region of France]. *Bull. Acad. Natl. Med.* **198**, 781–796; discussion 796-799 (2014).
63. Servidoni, A. B. & Conterno, L. de O. Hearing Loss in the Elderly: Is the Hearing Handicap Inventory for the Elderly - Screening Version Effective in Diagnosis When Compared to the Audiometric Test? *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* **22**, 1–8 (2018).
64. Ventry, I. M. & Weinstein, B. E. The hearing handicap inventory for the elderly: a new tool. *Ear Hear.* **3**, 128–134 (1982).
65. Weinstein, B. E., Spitzer, J. B. & Ventry, I. M. Test-retest reliability of the Hearing Handicap Inventory for the Elderly. *Ear Hear.* **7**, 295–299 (1986).
66. Salonen, J., Johansson, R., Karjalainen, S., Vahlberg, T. & Isoaho, R. Relationship between self-reported hearing and measured hearing impairment in an elderly population in Finland. *Int. J. Audiol.* **50**, 297–302 (2011).
67. Central Intelligence Agency. The World Factbook: Country Comparison : Telephones - mobile cellular. Page web. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/197rank.html> (2015).
68. Paglialonga, A., Tognola, G. & Pincioli, F. Apps for hearing healthcare. *Stud. Health Technol. Inform.* **210**, 666–668 (2015).
69. Bright, T. & Pallawela, D. Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments: A Review. *JMIR Rehabil. Assist. Technol.* **3**, e13 (2016).
70. Peer, S. & Fagan, J. J. Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool. *South Afr. Med. J. Suid-Afr. Tydskr. Vir Geneesk.* **105**, 35–39 (2015).
71. Abu-Ghanem, S. *et al.* Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol. Off. J. Eur. Fed. Oto-Rhino-Laryngol. Soc. EUFOS Affil. Ger. Soc. Oto-Rhino-Laryngol. - Head Neck Surg.* **273**, 333–339 (2016).
72. Szudek, J. *et al.* Can Uhear me now? Validation of an iPod-based hearing loss screening test. *J. Otolaryngol. - Head Neck Surg. J. Oto-Rhino-Laryngol. Chir. Cervico-Faciale* **41 Suppl 1**, S78-84 (2012).
73. Al-Abri, R. *et al.* The Accuracy of IOS Device-based uHear as a Screening Tool for Hearing Loss: A Preliminary Study From the Middle East. *Oman Med. J.* **31**, 142–145 (2016).

74. Livshitz, L. *et al.* Application-Based Hearing Screening in the Elderly Population. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* **126**, 36–41 (2017).
75. Barczik, J. & Serpanos, Y. C. Accuracy of Smartphone Self-Hearing Test Applications Across Frequencies and Earphone Styles in Adults. *Am. J. Audiol.* **27**, 570–580 (2018).
76. Kelly, E. A., Stadler, M. E., Nelson, S., Runge, C. L. & Friedland, D. R. Tablet-based Screening for Hearing Loss: Feasibility of Testing in Nonspecialty Locations. *Otol. Neurotol. Off. Publ. Am. Otol. Soc. Am. Neurotol. Soc. Eur. Acad. Otol. Neurotol.* **39**, 410–416 (2018).
77. Yeung, J. *et al.* The new age of play audiometry: prospective validation testing of an iPad-based play audiometer. *J. Otolaryngol. - Head Neck Surg.* **42**, 21 (2013).
78. Foulad, A., Bui, P. & Djalilian, H. Automated Audiometry Using Apple iOS-Based Application Technology. *Otolaryngol. Neck Surg.* **149**, 700–706 (2013).
79. Saliba, J. *et al.* Accuracy of Mobile-Based Audiometry in the Evaluation of Hearing Loss in Quiet and Noisy Environments. *Otolaryngol. Neck Surg.* **156**, 706–711 (2017).
80. Dillon, H., Beach, E. F., Seymour, J., Carter, L. & Golding, M. Development of Telscreen: a telephone-based speech-in-noise hearing screening test with a novel masking noise and scoring procedure. *Int. J. Audiol.* **55**, 463–471 (2016).
81. Leensen, M. C. J., de Laat, J. A. P. M. & Dreschler, W. A. Speech-in-noise screening tests by internet, part 1: test evaluation for noise-induced hearing loss identification. *Int. J. Audiol.* **50**, 823–834 (2011).
82. Sheikh Rashid, M., Leensen, M. C. J., de Laat, J. A. P. M. & Dreschler, W. A. Laboratory evaluation of an optimised internet-based speech-in-noise test for occupational high-frequency hearing loss screening: Occupational Earcheck. *Int. J. Audiol.* **56**, 844–853 (2017).
83. Sheikh Rashid, M. & Dreschler, W. A. Accuracy of an internet-based speech-in-noise hearing screening test for high-frequency hearing loss: incorporating automatic conditional rescreening. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* **91**, 877–885 (2018).
84. Yueh, B. *et al.* Long-term effectiveness of screening for hearing loss: the screening for auditory impairment--which hearing assessment test (SAI-WHAT) randomized trial. *J. Am. Geriatr. Soc.* **58**, 427–434 (2010).
85. Sindhusake, D. *et al.* Validation of self-reported hearing loss. The Blue Mountains Hearing Study. *Int. J. Epidemiol.* **30**, 1371–1378 (2001).
86. Gates, G. A., Murphy, M., Rees, T. S. & Fraher, A. Screening for handicapping hearing loss in the elderly. *J. Fam. Pract.* **52**, 56–62 (2003).
87. Bagai, A., Thavendiranathan, P. & Detsky, A. S. Does this patient have hearing impairment? *JAMA* **295**, 416–428 (2006).

88. Lichtenstein, M. J., Bess, F. H. & Logan, S. A. Diagnostic performance of the hearing handicap inventory for the elderly (screening version) against differing definitions of hearing loss. *Ear Hear.* **9**, 208–211 (1988).
89. Ventry, I. M. & Weinstein, B. E. Identification of elderly people with hearing problems. *ASHA* **25**, 37–42 (1983).
90. Weinstein, B. E. & Ventry, I. M. Audiometric correlates of the Hearing Handicap Inventory for the elderly. *J. Speech Hear. Disord.* **48**, 379–384 (1983).
91. Jupiter, T. & Palagonia, C. L. The Hearing Handicap Inventory for the Elderly screening version adapted for use with elderly Chinese American individuals. *Am. J. Audiol.* **10**, 99–103 (2001).
92. McBride, W. S., Mulrow, C. D., Aguilar, C. & Tuley, M. R. Methods for screening for hearing loss in older adults. *Am. J. Med. Sci.* **307**, 40–42 (1994).
93. Lichtenstein, M. J. & Hazuda, H. P. Cross-cultural adaptation of the hearing handicap inventory for the Elderly-Screening Version (HHIE-S) for use with Spanish-speaking Mexican Americans. *J. Am. Geriatr. Soc.* **46**, 492–498 (1998).
94. Weinstein, B. E., Rasheedy, D., Taha, H. M. & Fatouh, F. N. Cross-cultural adaptation of an Arabic version of the 10-item hearing handicap inventory. *Int. J. Audiol.* **54**, 341–346 (2015).
95. de Paiva, S. M. M. *et al.* Validity and Reliability of the Hearing Handicap Inventory for Elderly: Version Adapted for Use on the Portuguese Population. *J. Am. Acad. Audiol.* **27**, 677–682 (2016).
96. Beaton, D. E., Bombardier, C., Guillemin, F. & Ferraz, M. B. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine* **25**, 3186–3191 (2000).
97. Hall, D. A. *et al.* A good practice guide for translating and adapting hearing-related questionnaires for different languages and cultures. *Int. J. Audiol.* **57**, 161–175 (2018).
98. Epstein, J., Santo, R. M. & Guillemin, F. A review of guidelines for cross-cultural adaptation of questionnaires could not bring out a consensus. *J. Clin. Epidemiol.* **68**, 435–441 (2015).
99. Liberman, M. C. Hidden Hearing Loss. *Sci. Am.* **313**, 48–53 (2015).
100. Lobarinas, E., Salvi, R. & Ding, D. Insensitivity of the Audiogram to Carboplatin Induced Inner hair cell loss in Chinchillas. *Hear. Res.* **0**, 113–120 (2013).
101. Salvi, R. *et al.* Hidden Age-Related Hearing Loss and Hearing Disorders: Current Knowledge and Future Directions. *Hear. Balance Commun.* **16**, 74–82 (2018).
102. Barbee, C. M. *et al.* Effectiveness of Auditory Measures for Detecting Hidden Hearing Loss and/or Cochlear Synaptopathy: A Systematic Review. *Semin. Hear.* **39**, 172–209 (2018).
103. Murakoshi, M., Suzuki, S. & Wada, H. All Three Rows of Outer Hair Cells Are Required for Cochlear Amplification. *BioMed Research International* vol. 2015 e727434. (2015).
104. Chen, G.-D., Tanaka, C. & Henderson, D. Relation between outer hair cell loss and hearing loss in rats exposed to styrene. *Hear. Res.* **243**, 28–34 (2008).

105. Lobarinas, E., Salvi, R. & Ding, D. Selective Inner Hair Cell Dysfunction in Chinchillas Impairs Hearing-in-Noise in the Absence of Outer Hair Cell Loss. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* **17**, 89–101 (2016).
106. Liberman, M. C. Noise-induced and age-related hearing loss: new perspectives and potential therapies. *F1000Research* **6**, 927 (2017).
107. Liberman, M. C., Epstein, M. J., Cleveland, S. S., Wang, H. & Maison, S. F. Toward a Differential Diagnosis of Hidden Hearing Loss in Humans. *PLoS One* **11**, e0162726 (2016).
108. Ridley, C. L., Kopun, J. G., Neely, S. T., Gorga, M. P. & Rasetshwane, D. M. Using thresholds in noise to identify hidden hearing loss in humans. *Ear Hear.* **39**, 829–844 (2018).
109. Kalikow, D. N., Stevens, K. N. & Elliott, L. L. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J. Acoust. Soc. Am.* **61**, 1337 (1998).
110. Wilson Richard H., McArdle Rachel A. & Smith Sherri L. An Evaluation of the BKB-SIN, HINT, QuickSIN, and WIN Materials on Listeners With Normal Hearing and Listeners With Hearing Loss. *J. Speech Lang. Hear. Res.* **50**, 844–856 (2007).
111. Jansen, S. *et al.* Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study. *Int. J. Audiol.* **51**, 164–173 (2012).
112. Luts, H., Boon, E., Wable, J. & Wouters, J. FIST: A French sentence test for speech intelligibility in noise. *Int. J. Audiol.* **47**, 373–374 (2008).
113. Leclercq, F., Renard, C. & Vincent, C. Speech audiometry in noise: Development of the French-language VRB (vocale rapide dans le bruit) test. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.* **135**, 315–319 (2018).
114. Société Française d’Audiologie. Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l’Adulte. Page web. [https://784e5bb6-8289-4092-be36-5ee2799a4165.filesusr.com/ugd/da3d09\\_2ed2818ce059494ba31e8caa74e7d07c.pdf](https://784e5bb6-8289-4092-be36-5ee2799a4165.filesusr.com/ugd/da3d09_2ed2818ce059494ba31e8caa74e7d07c.pdf) (2016).
115. BIAP - Bureau International d’Audiophonologie. Recommandation BIAP 02/1 bis. Classifications audiométriques des déficiences auditives. Page web. <https://www.biap.org/en/component/content/article/65-recommendations/ct-2-classification/5-biap-recommendation-021-bis> (2017).
116. Ioannidis, J. P. A. The Proposal to Lower P Value Thresholds to .005. *JAMA* **319**, 1429–1430 (2018).
117. Laccourreye, O. *et al.* Use of P-values and the terms ‘significant’, ‘non-significant’ and ‘suggestive’ in Abstracts in the European Annals of Otorhinolaryngology, Head & Neck Diseases. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.* **136**, 469–473 (2019).



## SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

## RÉSUMÉ

Objectif : Le questionnaire HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly - Screening) est largement utilisé dans le dépistage des troubles auditifs liés à l'âge. Notre objectif était de valider sa version française en évaluant ses caractéristiques dans des conditions représentatives d'une situation de dépistage.

Matériel et méthodes : La traduction française du HHIE-S était élaborée selon la méthode d'adaptation culturelle des questionnaires médicaux. Le questionnaire (10 items, score entre 0 et 40) était proposé à des sujets âgés de 60 ans minimum en situation de dépistage, sans antécédent otologique, recrutés par une campagne de communication. Après le recueil des données démographiques et médicales, nous réalisons une audiométrie tonale, vocale dans le silence et vocale rapide dans le bruit. La surdité était définie par une perte tonale moyenne >20 dB sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz sur une ou deux oreilles.

Résultats : L'étude a inclus 294 participants (âge moyen =  $67,3 \pm 6,5$  ans). La prévalence de la surdité était de 34,7%. La cohérence interne du questionnaire était élevée (alpha de Cronbach = 0,84). Pour un score seuil de 8/40, le questionnaire présentait une sensibilité de 80,4%, une spécificité de 85,4%, une valeur prédictive positive de 74,5% et une valeur prédictive négative de 89,1%. Une indication théorique d'appareillage auditif concernait 73 participants (24,8%). Un score >16/40 permettait de les détecter avec une précision maximale.

Les scores seuils du test d'audiométrie dans le bruit ont été déterminés : surdité probable au-delà de 1,3 dB RSB et indication d'appareillage auditif au-delà de 2,9 dB RSB. Combiner ce test avec le questionnaire HHIE-S mettait en évidence des surdités cachées.

Conclusion : Cette étude permet la validation d'une version française du HHIE-S en précisant ses caractéristiques. Cet outil pourrait être utile dans le cadre d'un programme de dépistage de la surdité liée à l'âge dans la population française.

### **Mots-clés :**

Questionnaire HHIE-S ; Dépistage auditif ; Presbyacousie ; Auto-questionnaire ; Audiométrie dans le bruit.