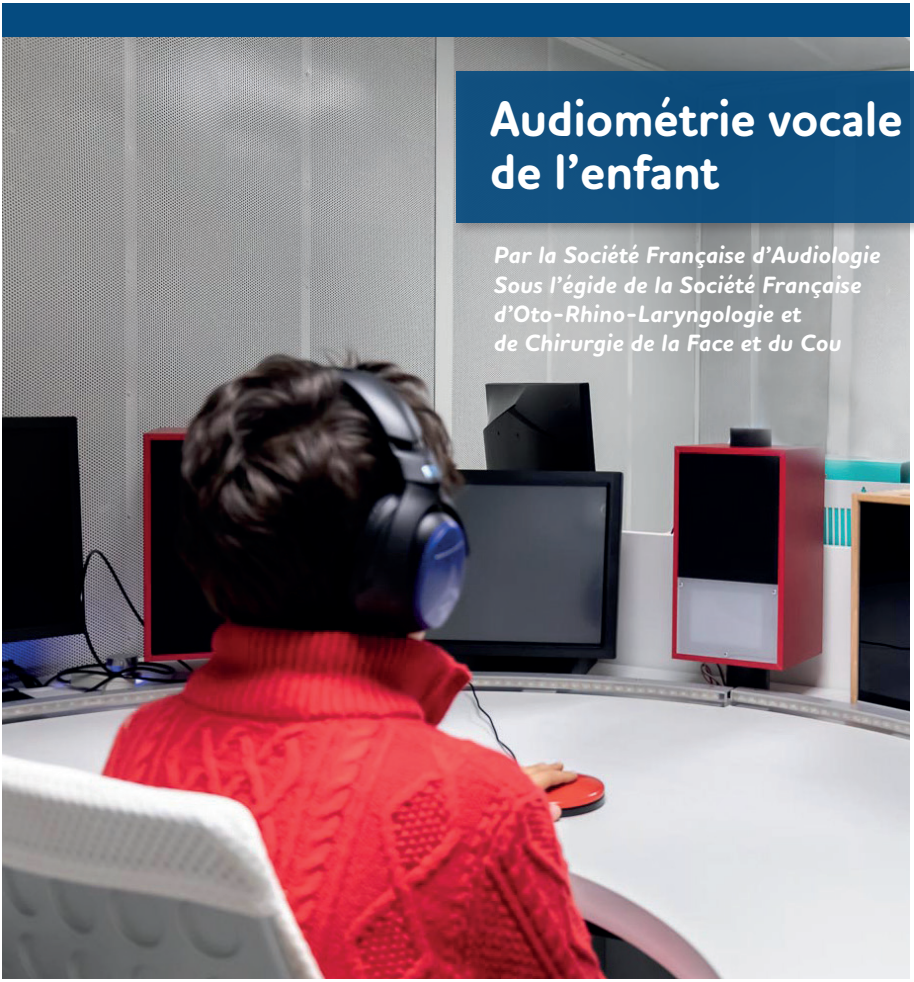
Société Française d'Audiologie

SFORL
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ORL ET DE CHIRURGIE DE LA FACE ET DU COU



Audiométrie vocale de l'enfant

Par la Société Française d'Audiologie
Sous l'égide de la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou

Remerciements :

Nous tenons à remercier le comité scientifique de la SFA, Frédéric Venail pour la relecture du document, et Julie Jouan pour avoir participé à l'assemblage de ce document.

Coordination

Loundon Natalie, ORL (Paris)

Auteurs

André Jérôme, Orthophoniste (Lille)
Chapuis Solveig, Orthophoniste (Lyon)
Coudert Cyrille, Audioprothésiste (Paris)
Dejean François, Audioprothésiste (Montpellier)
Ducourneau Joël, Professeur universitaire (Nancy)
Flament Jonathan, Audioprothésiste (Paris)
Guyon Cathy-Anne, Audioprothésiste (Montpellier)
Henrion Pascale, ORL (Paris)
Joly Charles-Alexandre, Ingénieur en audiologie (Lyon)
Merklen Fanny, ORL (Palavas -Les-Flots)
Montaut-Verien Bettina, ORL (Nancy)
Paris de Bollardière Théodora, Orthophoniste (Paris)
Potier Morgan, Audioprothésiste (Narbonne)
Prang Isabelle, Orthophoniste (Paris)
Renard Muriel, Audioprothésiste (Lille)
Reynard Pierre, ORL (Lyon)
Roman Stéphane, ORL (Marseille)
Rouillon Isabelle, ORL (Paris)
Serra Pierre-Olivier, Audioprothésiste (Marseille)
Thai-Van Hung, ORL (Lyon)
Tran David, Audioprothésiste (Paris)
Veuillet Evelyne, Ingénieure en audiologie (Lyon)

Table DES MATIERES

1 Liste de mots dans le silence 7

1.1 Introduction 7
1.2 État des lieux de l'existant en France 7
1.3 Conclusion 9

2 Audiométrie vocale dans le bruit (AVB) 12

2.1 Introduction 12
2.2 Principe général 12
2.3 Quand faire une AVB ? 14
2.4 Modalités de passation 15
2.5 Tests AVB disponibles en français 16

3 Normes et conseils d'utilisation des tests 20

3.1 Contexte 20
3.2 Conditions d'enregistrements de nouvelles listes vocales pour l'enfant 21
3.3 Conditions acoustiques de passation des tests d'audiométrie vocale 22
3.3.1 Recommandations pour les conditions et l'environnement de passation des tests 22
3.3.2 Niveaux limites du Bruit de fond, recommandations pour l'isolation acoustique 23
3.3.3 Temps de réverbération limite, recommandations pour les traitements acoustiques des parois 24
3.3.4 Dispositions des HP dans le local (système de multidiffusion) - Homogénéité du champ sonore 24
3.4 Conditions de passation des tests au casque ou inserts 27
3.4.1 Choix des transducteurs 27
3.4.2 Isolation du bruit extérieur 28
3.4.3 Transfert transcrânien 28
3.4.4 Acceptation 29

3.5 Conditions de passation des tests avec la voix du testeur 29
3.6 Bruits masquants 29
3.6.1 Type de bruit de fond 30
3.6.2 Présentation du bruit de masquage 30
3.6.3 Niveaux sonores des signaux vocaux et du bruit masquant 30
3.7 Étalonnage des appareils de mesure 31
3.8 Intervalles entre les contrôles 32

4 Modalités d'utilisation par métier
- Pour le médecin ORL 33
4.1 Introduction 33
4.2 Diagnostic 33
4.3 Matériels et modalités de l'audiométrie vocale 35

- Du point de vue de l'orthophoniste 37
4.4 Introduction 37
4.5 Reconnaissance de la parole 38
4.6 Repères indicatifs pour choisir le matériel d'audiométrie vocale pour enfant en orthophonie 39

- Intérêt de l'audiométrie vocale du point de vue de l'audioprothésiste 40
4.7 Introduction 40
4.8 L'évaluation de l'adaptation prothétique et le contrôle d'efficacité prothétique 41
4.9 Évaluation de l'implant cochléaire 41

Bibliographie 42

1 Liste de mots dans le silence

Guyon Cathy-Anne, Audioprothésiste (Montpellier)
Roman Stéphane, ORL (Marseille)
Tran David, Audioprothésiste (Paris)

1.1 Introduction

Le système phonologique français est composé de 36 phonèmes dont 17 sont dits consonantiques : ils mettent en jeu les 20 consonnes de l'alphabet, 16 sont dits vocaliques : ils mettent en jeu les 6 voyelles de l'alphabet et 3 sont intermédiaires et appelées semi-consonantiques ou semi-vocaliques [1]. Un phonème est la plus petite unité discrète ou distinctive que l'on puisse isoler par segmentation dans la chaîne parlée. Un phonème est en réalité une entité abstraite qui peut correspondre à plusieurs sons. Il est en effet susceptible d'être prononcé de façon différente selon les locuteurs et selon sa position ou son environnement au sein du mot. En revanche, la syllabe est une voyelle, consonne ou groupe de consonnes et de voyelles se prononçant d'une seule émission de voix. Pour notre pratique audiométrique, il faudra au moins 2 phonèmes pour constituer une syllabe pouvant correspondre à un mot monosyllabique.

1.2 État des lieux de l'existant en France

État des lieux de l'existant en France

Plusieurs listes de mots mono et dissyllabiques sont utilisées en France pour la réalisation de l'audiométrie vocale chez l'enfant.

Listes de mots de J.E FOURNIER : Elles ont été créées au début des années 50 et ont été établies sur une statistique portant le français parlé à partir des transcriptions utilisées par le Centre d'Étude du Français Élémentaire, et du vocabulaire d'un enfant de huit ans. » [2]. Elles sont composées de 20 listes de 10 mots monosyllabiques et de 40 listes de 10 mots dissyllabiques avec article. Les limites de ces listes sont d'utiliser un vocabulaire des années 50, pour l'enfant de plus de 7 ans, et ne sont pas phonétiquement équilibrées.

Les listes enfant de LAFON : Elles ont été créées en 1958 [3,4]. Chaque liste est composée de 10 mots sans article. Les listes possèdent de 34 à 39 phonèmes. La répartition de phonèmes entre chaque liste est constante (listes partiellement équilibrées). Les occlusives, les nasales [m] et [n] ainsi que les fricatives non voisées sont bien représentées et à un taux de récurrence constant. Les fricatives voisées [v], [z] et [Z] sont peu représentées. Le phonème [a] a un taux de récurrence plus élevé que les autres phonèmes dans les listes, étant présenté jusqu'à 10 fois dans la liste 5. Les listes ne sont pas équivalentes, et les L1 et L2 sont les plus équilibrées phonétiquement [5].

Les listes phonétiques de LAFON [3,4,6] : ces listes s'adressent aux enfants de plus de plus de 8 ans et à l'adulte. Le test est composé de 20 listes de 17 mots comportant chacun trois phonèmes. Les listes sont équilibrées et tous les phonèmes apparaissent au moins une fois. La cotation s'effectue par phonèmes. Il s'agit, pour la plupart, de mots monosyllabiques. Les mots appartenant au vocabulaire des très jeunes enfants ou au contraire trop complexes ont été écartés. Des mots ayant des voisins phonologiques ont été choisis, afin d'augmenter les erreurs possibles. Aucune norme n'a été publiée.

Les listes de BOREL - MAISONNY : Créées en 1954 [7], chaque liste est composée de 9 mots sans article. Ces listes sont peu équilibrées phonétiquement et inégales entre elles. Les phonèmes [d], [g], [n], [Z], [y], sont très peu présents. Les phonèmes [t] et [k] sont bien représentés. Les phonèmes [a] et [o] sont fréquemment présents dans les listes. Le vocabulaire est toujours d'actualité et adapté au jeune enfant.

Les listes de SAUSSUS BOORSMA [8] sont les plus fréquemment utilisées pour l'audiométrie vocale de l'enfant de moins de 7 ans, et ont été développé avec un support imagé (10 images/ liste) permettant la réalisation du test en désignation d'image. Les listes sont de difficulté variable, mais adaptées à l'enfant, ne sont pas équilibrées phonétiquement et certains mots ne sont plus usités.

Le « Phonetic Balanced Kindergarten Test » ou P.B.K.-50 est un test de langue anglaise créé en 1949 par Haskins [9] et adapté à la langue française en à la fin des années 1990 (PBK 50) [10]. Il est constitué de 4 listes de 50 mots monosyllabiques. Son avantage réside en l'emploi de mots phonétiquement équilibrés et issus du vocabulaire d'enfants de 5 ans. Les résultats sont cotés en pourcentage de mots (/50 mots) ou de phonèmes (/151phonèmes) correctement répétés. La présentation se fait en général à la voix mais peut également être utilisée sous une forme enregistrée.

La fréquence d'occurrence des mots dans la langue parlée française n'est pas respectée ; les listes sont longues, ce qui est fatigant pour un enfant, et peu nombreuses.

L'Adaptative Auditory Speech Test (AAST) (2011-2012) est un test adaptatif de perception de la parole. Il a été développé par le Professeur Coninx en Allemagne via le European Heard Project en 2012 [11]. Il a été validé dans différentes langues : allemand, néerlandais, turc, et chinois. En France, le test a été validé en 2015 par l'équipe d'audiologie à l'Hôpital Necker-Enfants Malades en juin 2015. Il permet d'obtenir un seuil de reconnaissance de la parole de manière adaptative, ce qui veut dire que l'intensité proposée varie en fonction du nombre d'erreur (SRT –

Speech Recognition Threshold), dans le bruit comme dans le silence. L'AAST peut être utilisé en champ libre (haut-parleur) ou au casque.

Il contient 3 modalités : liste fermée (LF) dans le silence (appelé basic silence), LF dans le bruit (appelé basic bruit) ou centrées sur les fréquences 2000 et 3000 Hz ou « hautes fréquences » (HF).

L'AAST propose quatre mots trisyllabiques, choisis pour couvrir tout le champ fréquentiel pour les modes basic, et quatre autres mots monosyllabiques pour le mode HF. Ils ont été choisis en fonction de la fréquence d'occurrence des phonèmes dans chaque langue et tenant compte d 'un vocabulaire adapté à l'âge d'un enfant de 4 ans. En français, les mots du « basic » sont « escalier », « pyjama », « chocolat » et « pantalon ». Pour le HF, les mots sont « tousse », « soupe », « pouce » et « foot ». L'AAST peut être proposé aux enfants dès 4 ans.

1.3 Conclusion

Les limites actuelles de ces tests doivent être connues pour une interprétation optimale des résultats. Un travail spécifique de création et validation des listes normées adaptées aux pratiques actuelles d'évaluation auditive de l'enfant utilisant des mots mono et dissyllabiques équilibrés est recommandé.

Recommandation

Il est recommandé de réaliser un travail visant la création et la validation des nouvelles listes normalisées de mots mono /dissyllabiques équilibrés en français métropolitain (avis d'expert).

Tableau 1 : *Tableau récapitulatif des listes mots utilisables*

Nom des listes	Année de création	Matériel vocal	Modalités du test	Nombre de listes	Nombre de mots dans la liste
Fournier	1950	Monosyllabiques	Intensité à définir	20	10
Fournier	1950	Dissyllabiques	Intensité à définir	40	10
Lafon	1958 (création) 1964 (diffusion)	Mots simples sans articles défini Listes de 34-39 phonèmes	Intensité à définir		10
Lafon	1958 (création) 1964 (diffusion)	Monosyllabiques	Intensité à définir	20	17 de 3 phonèmes
Borel-Masionny	1954		Intensité à définir		9 mots simples sans article
Saussus-Boorsmaa		Dissyllabiques	Intensité à définir	10	10 mots dissyllabiques avec articles
PBK	1998	Monosyllabiques	65-70dB ou voix naturelle	4	50 mots Monosyllabiques Sans article défini 151 phonèmes
AAST (Adaptative Auditory speech test) Basic calme	2011-2012	Trisyllabiques	Méthode adaptative avec validation de l'image sur tablette	Méthode adaptative qui démarre à 65dBSPL	4 mots Escalier Pyjama Chocolat Pantalon
AAST (Adaptative Auditory speech test) test HF	2011-2012	Dissyllabiques	Méthode adaptative avec validation de l'image sur tablette	Méthode adaptative qui démarre à 65dBSPL	4 mots Tousse Foot Pouce Soupe

dans le calme chez l'enfant avec leurs indications et limites.

Notation	Limites	Type de mesure	Age recommandé	Normalisée
/100%	Mots non phonétiquement équilibrés	Intelligibilité Trouble d'intégration	8 ans	Jean Claude LAFON 1964
/100%	Mots non phonétiquement équilibrés	Intelligibilité Trouble d'intégration		Jean Claude LAFON 1964
/100%	Occurrence de certains phonèmes Listes 1 et 2 les mieux équilibrées	Test phonétique		Pas de normalisation
/51 phonèmes ou /100%		Evaluation distorsions : liminaires, spatiales, spatiales aggravées	8 ans	Pas de normalisation
	La liste 3 est la mieux représentée	Vocabulaire adapté à l'enfant et toujours actuel	2 à 9 ans	Pas de normalisation
/100%	Listes non équilibrées en termes de difficulté et occurrence Vocabulaire plus utilisé actuellement	Intelligibilité		Pas de normalisation
/151 phonèmes ou /100% /50 mots ou /100%	Fréquence d'occurrence des mots dans la langue parlée pas respecté	Discrimination Intelligibilité	5 ans	Pas de normalisation
SRT silence (dB)			4 ans	
SRT Silence (dB)			4 ans	

2 Audiométrie vocale dans le bruit (AVB)

Coudert Cyrille, Audioprothésiste (Paris)
Joly Charles-Alexandre, Ingénieur en audiologie (Lyon)
Rouillon Isabelle, ORL (Paris)
Thai-Van Hung, ORL (Lyon)
Veuillet Evelyne, Ingénieure en audiologie (Lyon)

2.1 Introduction

L'évaluation auditive des enfants se base avant tout sur l'audiométrie tonale et vocale dans le silence ; l'audiométrie vocale dans le bruit (AVB), bien que développée dès les années 70 [12], n'est que peu réalisée. Les tests d'AVB ont cependant montré tout leur intérêt pour détecter une perte auditive limitée, une neuropathie auditive ou un trouble central de l'audition (TCA) [13]. De plus, depuis l'arrêté du 14/11/2018 modifiant les modalités de prise en charge des aides auditives, toutes les personnes présentant une dégradation significative de la compréhension de la parole en présence de bruit sont éligibles à la prise en charge de l'appareillage par la solidarité nationale, ce qui implique de réaliser l'évaluation adéquate [14].

2. 2 Principe général

Tous les tests d'AVB reposent sur la mesure de la compréhension de la parole lorsqu'un bruit perturbant est diffusé simultanément. La plupart des tests existants déterminent un ratio du signal entendu par rapport au bruit diffusé (RSB), en décibels, pour lequel la moitié de la parole est comprise, encore appelé seuil d'intelligibilité dans le bruit à 50% (SIB50) [15]. Le RSB est positif lorsque le niveau de la parole proposé est supérieur à celui du bruit (par exemple +5 dB RSB pour un niveau de parole à 70 dB et un niveau de bruit à 65 dB). Il est à l'inverse négatif lorsque le bruit est présenté à un niveau supérieur à celui de la parole. Généralement, lors d'un test, l'un des deux niveaux est fixe et l'autre varie. Ces tests sont dits adaptatifs.

D'autres tests se font avec des RSB prédéfinis, ils sont appelés tests RSB fixes (Figure 1). Dans le cadre d'une évaluation avant appareillage auditif, un test RSB normé doit être utilisé pour permettre de valider l'appareillage par l'amélioration du score, celui-ci devant être supérieur de 3 dB à la valeur normative du test administré.

Recommandation

Dans le cadre de la primo-prescription d'un appareillage auditif, le test d'AVB doit préciser une norme en dB RSB et de tenir compte du seuil de 3 dB en valeur absolue au-delà de cette norme.

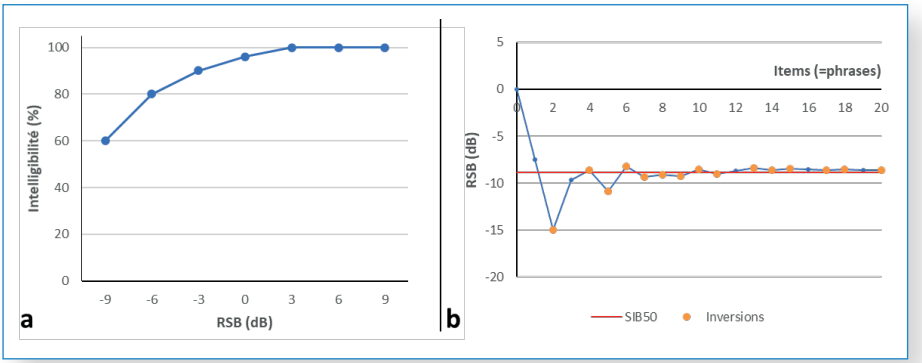


Figure 1 : a. Procédure à RSB fixe où l'intelligibilité est déterminée pour chaque RSB. *Dans cet exemple, le niveau du signal de parole est fixé à 60 dB SPL et une liste de mots (ou pseudo-mots) permet l'évaluation de l'intelligibilité pour chaque niveau de bruit, variant par pas de 3 dB SPL, entre 69 dB SPL (-9dB RSB) à 51 dB SPL (+9 dB RSB). Cette procédure demande la passation d'un nombre important de listes et teste généralement les RSB les plus favorables (supérieurs à 50% d'intelligibilité). Certains tests utilisant la procédure à RSB fixe permettent aussi de déterminer le SIB50.*

b. Exemple de procédure adaptative où le RSB converge vers le SIB50. *Dans cet exemple, le niveau de bruit est fixé à 65 dB SPL pour toute la durée du test. Le niveau du signal de parole (phrases) est initialement établi à 65 dB SPL (0 dB RSB) : il décroit, ainsi que le RSB, lorsque le sujet répète plus de la moitié de la phrase (3/5 mots ou plus) et décroit lorsque le sujet n'y parvient pas (2/5 mots ou moins). Les ajustements du niveau de parole (et de RSB) permettent de converger vers la valeur du SIB50. Leur valeur dépend du nombre de mots répétés et du nombre de fois où le sujet passe d'une séquence où il comprenait plus de la moitié de mots à une séquence où il n'y parvient plus, et réciproquement (= inversion).*

Hormis le type de procédure, les tests peuvent être utilisés dans diverses modalités et d'autres caractéristiques :

- La condition d'écoute (casque ou champ libre à un ou plusieurs haut-parleurs HP, monaural ou binaural, diotique ou dichotique, localisation des sources de signal et de bruit) ;

- Le type de matériel vocal utilisé : logatomes, chiffres, mots, phrases ;
- Le type de bruit compétitif : masquage stationnaire (bruit blanc par exemple) qui ne varie pas dans le temps avec masquage uniforme dans le temps, ou le masquage informatif (superposition de voix) qui est plus proche de la situation de vie réelle ;
- Leur objectif : dépistage, diagnostic, mesure de gain binaurale et/ou audioprothétique, etc. ;
- Leur durée de passation : nombre de liste d'entraînements et durée d'évaluation.

Les procédures de validation sont standardisées et reposent sur les normes ISO répondant à des critères acoustiques et de calibration, spécifiques. La validation d'un test implique 1/ le choix du matériel vocal : le son testé est enregistré et équilibré, tant d'un point de vue acoustique que d'un point de vue linguistique, 2/ le choix du bruit masquant, 3/ l'établissement de normes par tranche de population et de modalité (selon l'âge, la langue, la perte auditive, la condition d'écoute, …). Ces normes n'étant pas extrapolables, seuls les résultats obtenus dans les mêmes conditions que celles utilisées pour définir la norme peuvent être comparés. Un changement de procédure ou de population nécessite l'établissement de nouvelles normes si l'on souhaite interpréter les résultats.

Recommandation

En ce qui concerne les tests dans le bruit, il est recommandé de suivre et d'appliquer les conditions utilisées pour définir la norme de ce test afin de permettre l'interprétation des résultats chez un même patient ou entre deux patients.

2. 3 Quand faire une AVB ?

L'AVB peut être indiquée lorsqu'on veut objectiver le retentissement d'un trouble auditif ou évaluer une gêne ressentie dans le bruit alors que l'audiométrie est normale [16]. Elle peut aussi être utilisée pour mesurer l'apport de la binauralité avec ou sans appareillage auditif gain prothétique : la situation d'écoute dans le bruit est plus écologique que celle dans le silence chez l'enfant car rencontrée dans les situations de vie scolaire et sociale.

Chez l'enfant normo-entendant, il existe un effet de l'âge sur les performances d'identification de parole dans le bruit jusqu'à l'adolescence [17]. L'AVB ne peut être réalisée que chez un enfant qui a acquis un minimum de lexique et avec un niveau perceptif dans le silence suffisant pour permettre sa réalisation. L'enfant aussi être capable d'ignorer le bruit et de se concentrer sur le signal envoyé. Généralement des normes sont définies à partir de 5-6 ans, cependant, certains tests peuvent ainsi être proposés dès 4 ans.

Recommandation

Il est recommandé de pratiquer l'AVB chez l'enfant de plus de 4 ans et quand il existe une discordance entre les seuils en audiométrie tonale et vocale, des difficultés en milieu bruyant ou dans le cadre de la mesure d'un gain prothétique (avis d'expert).

2. 4 Modalités de passation

Bien que des modalités de passation varient d'un test à l'autre, certaines préconisations sont applicables à tous :

- Il faut toujours décrire le déroulement de test à l'enfant et s'assurer de sa compréhension. Il convient de lui indiquer le principe général du test, le nombre de mesures réalisées et la durée d'examen. Lorsque le test consiste à rechercher le SIB50, le sujet est exposé à des RSB pour lesquels il ne perçoit que la moitié du signal de parole, ce qui en fait une mesure difficile. Il est important d'indiquer la difficulté à l'enfant testé afin d'éviter que, se sentant en échec, il ne se décourage. Lorsque le test le permet, il peut être pertinent de rechercher le SIB70 ou SIB80, c'est-à-dire le RSB pour lequel 70% ou 80% de la parole est perçu, ceux-ci étant moins décourageants.
- La majorité des tests d'AVB proposent une mesure d'entraînement (liste) préalablement à l'évaluation. Il est indispensable de réaliser ces entraînements prévus afin de s'assurer que le sujet a les capacités nécessaires à la compréhension du test.
- Après l'entraînement, il est ensuite nécessaire d'effectuer au moins 2 évaluations, afin de vérifier la reproductibilité du résultat.
- Il est conseillé de proposer une pause entre chaque session ou entre chaque liste.

Le choix du test dépend de ses caractéristiques normatives cibles. Il doit être adapté aux capacités de l'enfant d'un point de vue perception mais aussi production de la parole lorsqu'une réponse orale est attendue. Les logatomes (pseudo mots sans sens) sont utilisables très tôt et permettent de faire abstraction des compétences linguistiques (connaissance lexicale, capacité de suppléance mentale, etc.) [18].

Les chiffres puis les mots courants peuvent être utilisés chez l'enfant dès 5 ans après vérification de leur connaissance par l'enfant. Les phrases simples (favorisant le recours à la suppléance mentale), puis les mots plus complexes puis les phrases sans sens (juxtaposition de mots) peuvent être utilisés pour les enfants en primaire et avec un développement linguistique plus avancé.

Recommandation

Avant la passation de l'AVB, il est recommandé de familiariser l'enfant avec des listes d'entraînement correspondant au test choisi. Il est recommandé de vérifier la reproductibilité du résultat par plusieurs mesures (avis d'expert).

2.5 Tests AVB disponibles en français

Il existe actuellement peu de tests validés en français [19] et rares sont les études à avoir défini des valeurs normatives pour des enfants parlant le français de France métropolitaine.

Pour être utilisés en France, les tests développés et validés dans d'autres langues ou d'autres dialectes nécessitent de revalider un matériel vocal spécifique. L'équilibrage du son testé et celui du bruit masquant est indispensable pour définir de nouvelles valeurs normatives.

Quelques caractéristiques principales des tests sont présentées dans le tableau 2.

Le Frasimat : c'est le seul test validé et publié en français métropolitain à destination des enfants [20]. Il s'agit d'un test adaptatif de compréhension de phrases de 3 mots (chiffre + mot + couleur) générées aléatoirement à partir d'une matrice comprenant 10 itérations de chaque item. Ces phrases sont groupées par liste de 14 et pour chaque phrase, le nombre de mot répétés est noté. Le Frasimat est réalisé en champ libre au moyen d'un HP placé face au sujet. Il prévoit un entraînement à RSB fixe (+5), un entraînement visant à définir le SIB80 puis 3 mesures permettant de mesurer le SIB80, le SIB50 et le SIB20. Il peut être réalisé à partir de l'âge de 5 ans chez des enfants ayant obtenu plus de 50% de reconnaissance de phrase dans le silence. Les valeurs normatives ont été définies pour 3 tranches d'âge : 5-6 ans, 7-8 ans et 9-10 ans.

L'Adaptive Auditory Speech Test (AAST) a également été validé en français mais n'a pas été publié dans une revue référencée [21,22]. Il s'agit d'un test qui comprend l'évaluation dans le silence, dans les hautes fréquences, et dans le bruit (partie AVB). Pour sa partie AVB, le test peut être administré par casque ou par HP. Il présente l'avantage de recueillir les réponses non pas oralement mais via un dispositif tactile (tablette ou écran). Il s'agit d'un test adaptatif pour lequel les 3 premiers mots servent d'entraînement. Ensuite le RSB est adapté en fonction des réponses de l'enfant.

L'évaluation s'arrête après 2 minutes ou lorsque l'enfant a fait un nombre d'erreurs consécutives défini ou que le niveau de présentation du signal a atteint son maximum, c'est-à-dire 100dB. Des valeurs normatives en champ libre ont été définies chez des enfants normo-entendants âgés de 4 ans 11 mois à 6 ans 3 mois mais aussi chez des enfants malentendants porteurs d'un dispositif de réhabilitation (prothèse auditive ou implant cochléaire) âgés de 5 à 12 ans. Si les valeurs normatives ont été obtenues en fonction du statut auditif (normo-entendant, appareillé, implanté), il n'existe pas de valeurs normatives par classe d'âge.

Le Hearing In Noise Test (HINT) [23] est un test adaptatif de compréhension de phrases groupées par liste de 10. Il a été validé chez l'enfant en français québécois et publié. Certaines de ses listes ont été réutilisées, traduites et rééquilibrées en français métropolitain mais ce travail n'a pas été publié avec les nouveaux enregistrements. Les phrases sont comptabilisées justes ou fausses dans leur globalité. Le test est administré via 2 HP dont l'emplacement peut varier en fonction de la condition d'écoute testée (bruit de face ou latéralisé).

Le test prévoit une liste d'entraînement dans le silence puis l'évaluation d'une ou plusieurs conditions d'écoute afin de définir pour chacune d'entre elles le SIB50. Les valeurs normatives ont aussi été définies pour une écoute diotique au casque pour des enfants de 6 à 9 ans.

Le Test de Mots dans le Bruit (TMB) : c'est un test à RSB fixe, adapté à l'enfant en français [24,25]. Ce test est validé en français québécois et n'a pas été validé en français métropolitain. Il comporte des listes de 35 mots monosyllabiques administrés en monaural au casque à RSB +5 (signal à 60dB HL, bruit de verbiage à 55dB HL) que le sujet doit répéter, le mot étant considéré correctement répété ou non. Aucun entraînement n'est prévu. Les valeurs normatives (score d'intelligibilité et intervalle de fluctuation) ont été définies pour les âges allant de 6 à 12 ans inclus.

L'Audiométrie Verbo Fréquentielle en présence de Bruit calibré (AVfB) de Dodelé : Ce test est validé chez l'adulte mais non publié [26]. Il consiste à faire répéter des listes de 18 logatomes (pseudo-mots) et la notation se fait par phonème. Ce test peut être administré soit en monaural au casque soit de manière binaurale diotique en champ libre. Il inclut une première liste d'entraînement administrée à RSB fixe (+12dB). Ensuite, le RSB est variable avec des pas de 3 dB, allant de +9 à -9 dB RSB. Seuls les 17/18 derniers logatomes d'une liste servent à l'évaluation, le premier ne servant qu'à fixer l'attention du sujet. Des valeurs normatives sont définies chez l'adulte. Cependant, le logatome permet de s'affranchir des capacités linguistiques du sujet testé. Ce test peut dans certains cas être utilisé chez l'enfant pour comparer différentes situations d'écoute (oreille droite vs oreille gauche, mesure du gain prothétique ou de la binauralité par exemple.

Le Framatrix [27] peut être administré à partir de 12 ans. Ce test est une version plus complexe du Frasimat mais le principe est le même. Il utilise des phrases et des listes longues (listes de 20 phrases de 5 mots). Les normes pour les SIB50 sont établies en monaural au casque ou de manière binaurale en champ libre chez l'adulte. Un entraînement et trois évaluations sont prévus afin d'obtenir un résultat reproductible.

Le Digit Triplet Test [28] peut être administré à partir de 12 ans. Ce test adaptatif de dépistage se fait au casque en utilisant un téléphone ou un ordinateur. Il consiste à présenter aux sujets des listes de 27 triplets de chiffres et à recueillir les réponses via le clavier ou l'écran ; la correction se fait au triplet. Ce test a été développé pour être auto-administré et donne des résultats sous forme binaire : 1/ Audition normale, 2/ Consulter.

Le test de Vocale Rapide dans le Bruit (VRB) [29] peut être administré aux enfants à partir de 11 ans. Ce test consiste à faire répéter des listes de 9 phrases, la première étant présentée dans le silence puis les 8 suivantes étant administrées à des RSB prédéfinis allant de +18 dB à -3 dB par pas de 3dB. La correction se fait au mot clé (3/phrase). Le VRB peut être réalisé de manière monaurale au casque et nécessite de réaliser une liste d'entraînement suivi de 4 listes d'évaluation afin de s'assurer de la stabilité des résultats. Les scores sont convertis en SIB50 dont les normes ont été établies chez l'adulte normo-entendant ainsi que chez des populations presbyacousiques.

Tableau 2 : *Tableau récapitulatif des listes mots utilisables*

Test	Matériel vocal	Bruit	Type d'écoute
Tests AVB en français avec valeurs			
Frasimat	Phrase de 3 mots (correction au mot)	Bruit équilibré avec le spectre à long terme de l'ensemble des listes	Monaurale au casque Binaurale diotique (signal et bruit sur une même source) ou dichotique (signal et bruit sur des sources séparées) en champ libre (2 HP)
Adaptive Auditory Speech Test	Mots (correction au mot)	Speech Weighted Noise	Monaurale au casque Binaurale diotique en champ libre (1 HP)
HINT Enfant	Phrase (correction à la phrase)	Bruit blanc filtré spectralement selon le spectre à long terme de l'ensemble des listes	Binaurale diotique ou dichotique au casque ou en champ libre (2 HP)
Test de Mots dans le Bruit	Mots (correction au mot)	Bruit de verbiage (masquage informatif)	Monaurale au casque
Test	**Matériel vocal**	**Bruit**	**Type d'écoute**
Tests AVB en français sans valeurs			
AVfB	Logatomes (correction au phonème)	Bruit d'Onde Vocale Globale (multi-locuteur)	Monaurale au casque Binaurale diotique en champ libre (2, 4 ou 7 HP)
Framatrix	Phrase (correction au mot)	Bruit équilibré avec le spectre à long terme de l'ensemble des listes	Monaurale au casque Binaurale diotique (signal et bruit sur une même source) ou dichotique (signal et bruit sur des sources séparées) en champ libre (2 HP)
French Digit Test	Chiffres (correction au triplet)	Speech Weighted Noise	Monaurale au casque en version téléphonique Binaurale au casque en version internet
VRB	Phrase (correction au mot-clé)	Bruit d'Onde Vocale Globale (multi-locuteur)	Binaurale diotique au casque ou en champ libre (1 ou 5 HP)

s dans le bruit chez l'enfant avec leurs indications et limites.

Durée (entraînement + passation)	RSB	Disponibilité valeurs normatives
normatives définies chez l'enfant		
15 minutes	Adaptatif (bruit fixé)	SIB20, SIB50 et SIB80 en champ libre (1 HP) pour des enfants français de 3 groupes d'âge : 5-6 ans, 7-8 ans ou 9-10 ans
5 minutes	Adaptatif (bruit fixé)	RSB en champ libre 1 HP pour des enfants français normo-entendants de 3 ans et plus ou enfants français appareillés/implantés à partir de 5 ans
10 minutes	Adaptatif (bruit fixé)	SIB50 pour écoute diotique au casque pour des enfants québécois de 6, 7, 8 ou 9 ans
<10 minutes	Fixe (signal à 60 dB HL, bruit à 55 dB HL)	Scores de références pour enfants québécois de 6, 7, 8, 9, 10, 11 ou 12 ans
Durée (entraînement + passation)	**RSB**	**Disponibilité valeurs normatives**
normatives définies chez l'enfant		
<10 minutes	Fixe (7 niveaux de -9 à +9 par pas de 3)	Scores de références pour adultes francophones
15 minutes	Adaptatif (bruit fixé)	Scores de références pour adultes français, valide à partir de 12 ans
5 minutes	Adaptatif (bruit fixé)	Scores de références pour adultes français, valide à partir de 12 ans
5 minutes	Fixe (8 niveaux de + 18 à -3 par pas de 3 dB)	Scores de références pour adultes français, valide à partir de 11 ans

3 Normes et conseils d'utilisation des tests

Dejean François, Audioprothésiste (Montpellier)
Ducourneau Joël, Professeur universitaire (Nancy)
Montaut-Verien Bettina, ORL (Nancy)
Potier Morgan, Audioprothésiste (Narbonne)

3.1 Contexte

L'audiométrie vocale peut être réalisée avec un audiomètre satisfaisant aux exigences de l'IEC 60645-1 (norme internationale pour l'équipement de l'audiométrie tonale et vocale) [30] ou par le biais d'un ordinateur doté de logiciels spécifiques à l'audiométrie vocale dans le silence ou dans le bruit. Les essais peuvent être réalisés en écoute monaurale ou binaurale au casque ou inserts, ou dans des conditions de champ libre. Les conditions de champ libre acoustique ne sont jamais atteintes dans les cabines de tests malgré les traitements acoustiques. On parle alors de champ quasi libre. Cela dit, le terme « champ libre » est systématiquement utilisé en audiométrie pour désigner en réalité un champ quasi libre dans lequel les signaux tests sont émis par des haut-parleurs. L'audiomètre ou l'ordinateur doit être raccordé à différents périphériques de sortie (des transducteurs) comme un casque, des inserts, ou un système de multidiffusion sonore dans le cas du champ libre (l'ossi-vibrateur étant très peu utilisé pour les tests vocaux). L'ensemble audiomètre (ou ordinateur) – transducteurs doit générer des signaux tests (vocaux et bruits masquants) calibrés.

Pour l'enfant, l'audiométrie vocale implique que ce dernier ait acquis un minimum de compétences linguistiques en termes d'expression et/ou de compréhension verbale. Elle est réalisée dans une pièce insonorisée (voir consignes ci-après). Selon la compréhension et la participation de l'enfant, deux modes de réponse peuvent exister [31] :

- Désignation d'objets ou d'images : Après présentation du mot à niveau variable, l'enfant montre du doigt l'image ou saisit l'objet correspondant au mot prononcé. Chez les plus jeunes, un test à voix nue ou au microphone peut être plus souple qu'un test utilisant un enregistrement.

- Répétition : Après présentation du mot à niveau variable, l'enfant répète le mot prononcé comme en technique adulte. Cependant, il faut prendre soin de choisir un matériel vocal adapté au vocabulaire connu de l'enfant.

Le matériel vocal peut être :

- Interjections, mots connus, mots simples et courants,
- Listes de mots monosyllabiques, mots dissyllabiques enfant, mots dissyllabiques adulte, listes cochléaires, logatomes.

Tous les tests d'AVB reposent sur la mesure de la compréhension de la parole lorsqu'un bruit perturbant est diffusé simultanément. La plupart des tests existants déterminent un ratio du signal entendu par rapport au bruit diffusé (RSB), en décibels, pour lequel la moitié de la parole est comprise, encore appelé seuil d'intelligibilité dans le bruit à 50% (SIB50) [15]. Le RSB est positif lorsque le niveau de la parole proposé est supérieur à celui du bruit (par exemple +5 dB RSB pour un niveau de parole à 70 dB et un niveau de bruit à 65 dB). Il est à l'inverse négatif lorsque le bruit est présenté à un niveau supérieur à celui de la parole. Généralement, lors d'un test, l'un des deux niveaux est fixe et l'autre varie. Ces tests sont dits adaptatifs.

D'autres tests se font avec des RSB prédéfinis, ils sont appelés tests RSB fixes (Figure 1).

Dans le cadre d'une évaluation avant appareillage auditif, un test RSB normé doit être utilisé pour permettre de valider l'appareillage par l'amélioration du score, celui-ci devant être supérieur de 3 dB à la valeur normative du test administré.

3.2 Conditions d'enregistrements de nouvelles listes vocales pour l'enfant

Les consignes d'enregistrements de nouvelles listes vocales pour enfant s'inspirent de celles spécifiées dans la norme ISO 8253-3 [32]. Les exigences relatives à l'enregistrement du signal d'étalonnage, aux caractéristiques de la voix du locuteur peuvent rester identiques.

Pour rappel, un locuteur ou une locutrice qualifié.e doit articuler naturellement et distinctement : il convient qu'il ou elle s'exprime dans un dialecte généralement bien compris. Le locuteur ou la locutrice doit être invité.e à parler à un débit normal (150-160 mots / minutes), en fournissant un effort vocal constant, sans perdre en clarté et sans insister sur les mots clés.

Les conditions acoustiques d'enregistrement doivent suivre celles prescrites par la norme à savoir :

- La durée de réverbération du local d'enregistrement doit être inférieure à 0,5 s à n'importe quelle fréquence (bande d'octave) comprise entre 125 Hz et 8 000 Hz,
- La bande passante du microphone utilisé doit au moins couvrir la gamme de fréquences comprise entre 125 Hz et 8 000 Hz,
- Le rapport signal sur bruit de l'enregistrement doit être d'au moins 40 dB lorsqu'il est mesuré avec la même pondération fréquentielle que lors du mesurage du niveau vocal,

- Le niveau sonore des signaux vocaux doit être égal à celui du signal utilisé pour l'étalonnage, soit une différence de niveau nominal de 0 dB.

Il conviendra d'éliminer les bruits parasites entre chaque mots ou phrases de la liste enregistrée.

3.3 Conditions acoustiques de passation des tests d'audiométrie vocale

3.3.1 Recommandations pour les conditions et l'environnement de passation des tests

Certaines recommandations quant à la cabine et la position de l'examinateur, de l'enfant et des parents (selon l'âge de l'enfant) dans le local sont en vigueur (Figure 2).

La cabine audiométrique doit être insonorisée et suffisamment grande pour pouvoir installer l'enfant, ses parents et le testeur.

Deux configurations existent : le testeur est soit dans la cabine ou, comme chez l'adulte, dans un local juxtaposé (double cabine) avec une partie vitrée sans tain permettant d'avoir un regard sur l'enfant sans être vu. Le but est que l'enfant ne soit pas troublé par la présence de personnes inconnues.

L'enfant doit être calme, installé dans les bras d'un parent.

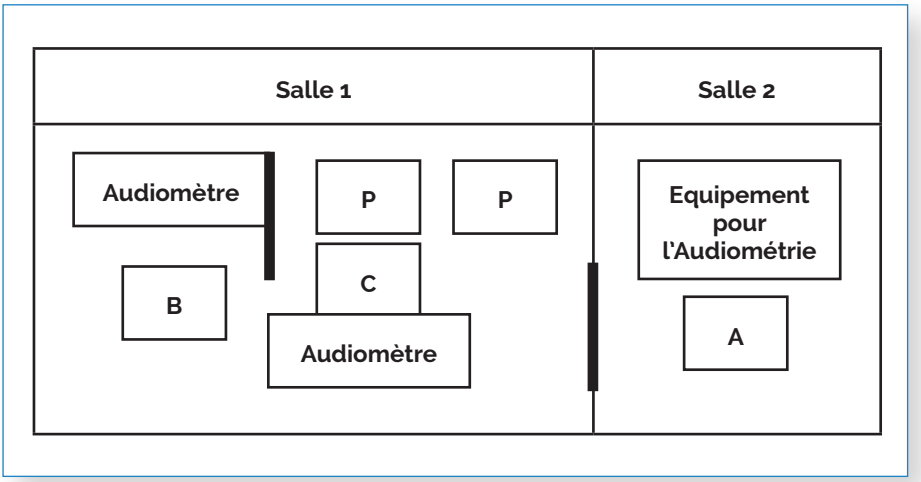


Figure 2 : *(P) Parents ; (C) Enfant ; (A) Position du testeur pour l'examen vocal ; (B) Position du testeur pour les tests en conduction osseuse et aérienne ; (▬) Paroi vitrée ; (-) Écran pour cacher le testeur* [33].

3.3.2 Niveaux limites du Bruit de fond, recommandations pour l'isolation acoustique

La norme ISO 8253-2 [34] donne des indications précises sur les niveaux de pression acoustique par bandes de tiers d'octave du bruit de fond à ne pas dépasser pour réaliser un examen audiométrique. Pour des mesures au casque, il est précisé que le niveau de bruit de fond ne doit pas dépasser 43,2 dBA et pour des mesures en conduction osseuse, le niveau maximal autorisé est de 28,5 dBA. Enfin, dans des conditions de champ libre, le niveau ne doit pas dépasser 19,6 dBA.

Pour l'audiométrie tonale champ libre, il a été montré et spécifié qu'un niveau global maximal de bruit de fond égal à 30 dBA suffit pour réaliser des mesures convenables. En effet, la comparaison avec la perte tonale moyenne de référence réalisée dans des salles d'essais très isolées (conditions de champ libre de laboratoire) montre qu'il y a peu d'écart avec celle obtenue dans une cabine classique avec 30 dBA de bruit de fond.

En ce qui concerne l'audiométrie vocale champ libre, une étude en cours à la faculté de Pharmacie de Nancy montre qu'à partir de 20 dBA de bruit de fond pour des tests dans le silence, les courbes des scores d'intelligibilité commencent à se dégrader sur un panel de sujets normo-entendants. Ainsi, on ne devrait pas tolérer un niveau global de pression acoustique supérieur à 20 dBA dans un local dédié à l'audiométrie vocale en champ libre. Cette limite correspond bien aux 19,6 dBA spécifié et recommandé dans la norme ISO 8253-2 [34].

Un tel niveau de bruit de fond est difficile à atteindre acoustiquement. De plus, il faut souligner que l'agitation de l'enfant dans le local peut augmenter le niveau de bruit de fond et ainsi altérer fortement la qualité du test audiométrique.

Ainsi, pour éviter les biais de mesure lié au bruit de fond, il serait souhaitable que les tests d'audiométrie vocale dans le silence soient réalisés chez l'enfant au casque, ou aux inserts.

Cela dit, un niveau de bruit de fond minimal fixé à 30 dBA suffit si les niveaux sonores du signal vocal testé sont suffisamment élevés par rapport à celui du bruit de fond. On peut considérer que si le rapport signal sur bruit (rapport entre le niveau de la voix et celui du bruit de fond) est supérieur à 15 dB, des tests vocaux en champ libre sont réalisables.

Pour obtenir un faible niveau de bruit de fond (30 dBA), la cabine audiométrique doit être sur un sol très stable (lourd) ou doit être dissociée du sol existant par un système ressort de type silentblocs. Il convient d'avoir une double cabine dont les parties réservées au testeur et à l'enfant sont isolées acoustiquement et dont la liaison électrique est assurée par une platine de prises Jack. Comme souligné précédemment, un double vitrage de séparation permet l'observation de l'enfant et assure la communication visuelle entre le testeur et l'enfant. La communication orale est assurée par un interphone, intégré à l'audiomètre. Si l'unité centrale de l'ordinateur produit un bruit, il est préférable de la disposer à l'extérieur de la cabine. Les ordinateurs ultraportables sans ventilateur, totalement silencieux, constituent une excellente solution.

Une ventilation (ou climatisation) filtrée et construite en chicane, si possible avec silencieux aérauliques ou avec piège à sons, que l'on peut arrêter pendant les examens, permet d'assurer une température agréable en toute saison.

L'éclairage basse tension à variateur (transformateur et variateur à l'extérieur de la cabine) est recommandé. L'isolement électromagnétique de la cabine est rarement indispensable, sauf pour la pratique des Potentiels Evoqués Auditifs (PEA).

Les parois délimitant le local doivent être doubles pour optimiser l'isolation acoustique.

3.3.3 Temps de réverbération limite, recommandations pour les traitements acoustiques des parois

La salle dans laquelle les tests audiométriques vocaux sont réalisés doit avoir une durée de réverbération inférieure à 0,5 s à partir de l'octave 125 Hz (de 125 Hz à 8 000 Hz) (ISO 8253-3 [32]). Pour cela, des matériaux absorbants acoustiques peuvent être utilisés et doivent couvrir le maximum de surface des parois latérales. Un faux plafond avec des panneaux absorbants suspendus peuvent également être utilisés. Le plénum créé entre ces panneaux suspendus et le plafond permet d'absorber les basses fréquences.

Les panneaux absorbants qui présentent un fort coefficient d'absorption acoustique sont des matériaux poreux type laine minérale, laine de coton recouverte d'un tissus protecteur poreux ou mousse polyuréthane. Ces panneaux peuvent être plans, alvéolaires ou à relief pyramidal.

Des panneaux à parois perforées (plaque perforée en métal ou bois placée contre le matériaux poreux) peuvent également être utilisés. La perforation ajoute également de l'absorption acoustique en basses fréquences en plus de celle apportée par le matériau.

Il convient de mesurer et de vérifier la durée de réverbération du local à l'aide d'un sonomètre ayant l'option permettant d'effectuer cette mesure. De par la complexité de la mise en œuvre, un cabinet d'expertise en acoustique peut être engagé pour cette mission.

3.3.4 Dispositions des HP dans le local (système de multidiffusion) - Homogénéité du champ sonore

Dans l'idéal, pour les examens vocaux en champ libre (tests de localisation ou tests vocaux dans le bruit), l'enfant doit être assis entre 1m et 1,2m des HP, situés à hauteur de ses oreilles (ISO 8253-2 [34]). Pour les tests binauraux, on utilise un HP frontal. Pour les tests vocaux en présence d'un bruit masquant, le signal vocal est délivré par le HP placé devant l'enfant, et le bruit masquant est généré à l'aide de deux autres HP situés à 45° (Figure 3).

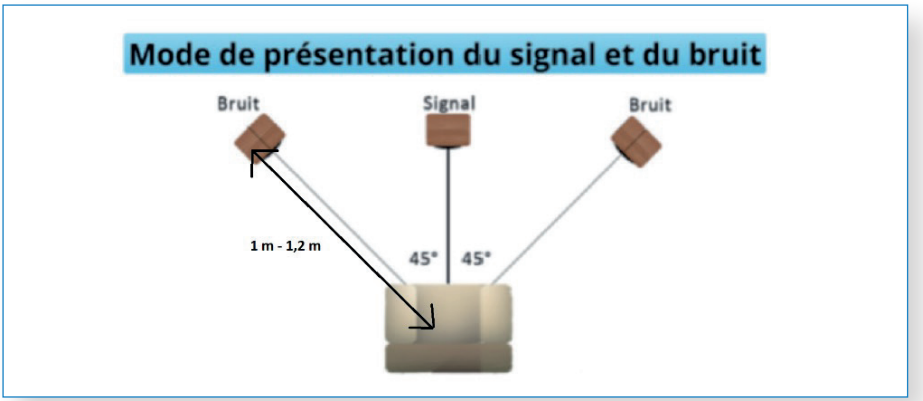


Figure 3 : *Configuration minimale de 3 HPs [30].*

Toute autre disposition (utilisation de plusieurs HP, au-delà de 3) est possible à condition d'être précisée. La phase de calibration des niveaux sonores de chaque haut-parleur doit être effectuée régulièrement à l'aide d'un sonomètre de classe 1 pour assurer les niveaux sonores des signaux de parole et de bruit étudiés.

Il est possible d'utiliser 5 HPs placés en demi-cercle autour de l'enfant pour mieux répartir le bruit masquant ou dans le cas de tests de localisation spatiale (Figure 4).

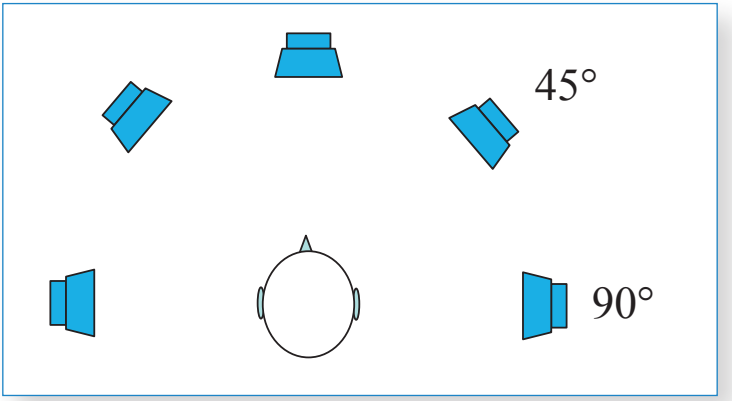


Figure 4 : *Configuration minimale de 5 HPs disposés en demi-cercle.*

Pour une meilleure homogénéisation du champ acoustique du bruit masquant autour de l'enfant, la configuration contenant 5 HP est fortement conseillée avec les angles d'orientation suivants : les 2 HP avant droit et gauche doivent être compris entre 30° et 60°, ceux pour les 2 HP arrière droit et gauche compris entre 120° et

150°. Dans cette configuration, le champ acoustique est homogène (différences de niveaux inférieures à 2 dB sur une sphère de réception centrée au point d'écoute) de par la répartition et le nombre plus important de haut-parleurs [35] (Figure 5).

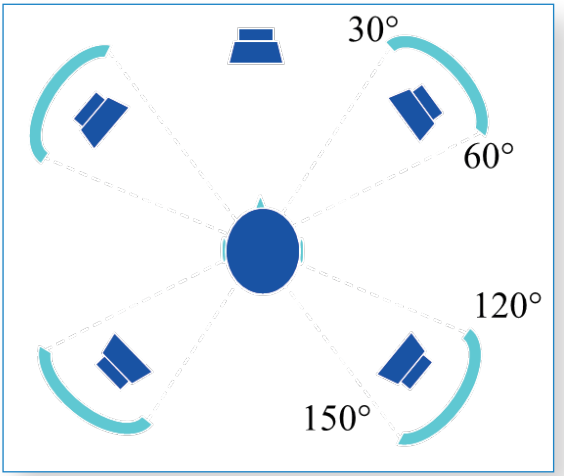


Figure 5 : *Configuration de 5 HPs autour du point d'écoute.*

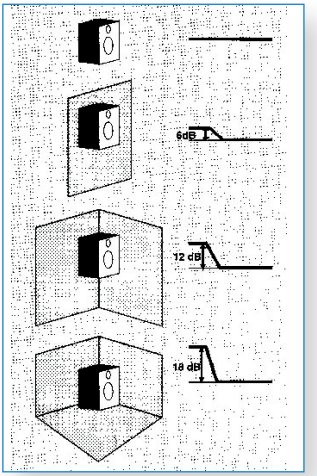


Figure 6 : *HP proche d'une paroi : Apparition de mode en basses fréquences.*

Il faut toujours respecter une distance aux HPs de 1 m et 1,2 m car le champ acoustique devient très vite sensible à la moindre excentricité ou déviation de la sphère de réception en deçà de cette distance. Le HP frontal est toujours utilisé pour émettre le signal vocal, les 4 autres HPs émettent le bruit masquant.

L'étalonnage des HPs présentant le bruit devra tenir compte du nombre de HPs utilisés en raison de l'effet de sommation de sonie.

Recommandation

Pour éviter une hétérogénéité du champ acoustique dans un local dédié à l'audiométrie vocale, il est conseillé de positionner les HP à plus d'un mètre des parois sans quoi des phénomènes d'ondes stationnaires (modes acoustiques) en basses fréquences peuvent apparaître. Quand un haut-parleur est placé contre une paroi, dans un angle ou un coin, un rehaussement du spectre d'émission de 6 dB, 12 dB et 18 dB respectivement apparaît en basses fréquences et risque ainsi d'exciter des modes dans le local d'exercice (Figure 6).

3.4 Conditions de passation des tests au casque ou inserts

Couramment utilisés en audiométrie tonale chez l'enfant, les inserts présentent également un intérêt en audiométrie vocale (Figure 7). La norme IEC 61669 de 2015 [36] spécifie les recommandations de l'utilisation des écouteurs insérés en audiométrie prothétique.

Il existe un certain nombre de différences entre les transducteurs qui seront à prendre en compte pour leur choix.

Figure 7 : *Casques - Inserts.*

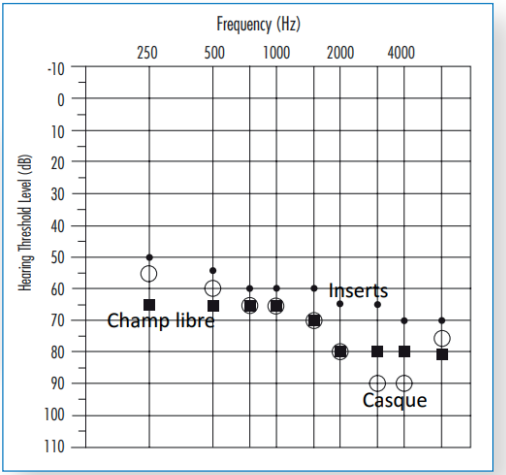


Figure 8 : *Seuils audiométriques mesurés au casque et aux inserts en fonction de la fréquence [38].*

3.4.1 Choix des transducteurs

Le casque TDH 39 a été calibré sur un coupleur 6cc selon la norme ISO-389-2 [37] qui simule le volume de la conque et du conduit auditif externe d'un adulte alors que l'insert est calibré sur un coupleur 2cc ou 0,4cc simulant la cavité résiduelle du conduit auditif externe après insertion d'un embout en mousse. La différence importante entre la cavité théorique 6cc et la cavité réelle d'un enfant génère un risque d'erreur élevé entre la valeur des seuils auditifs lus sur l'audiomètre et le niveau sonore ayant déclenché une réponse. L'utilisation d'inserts réduit ce risque d'erreur en comparant une cavité de 0,4cc à une cavité réelle de 0,25 à 0,5 cc.

D'autre part, la pression « mécanique » du casque (norme) est adaptée à l'anatomie d'un crâne d'adulte. L'utilisation chez l'enfant peut être une source d'erreur.

En 1999, Seewald [38] met en évidence des écarts de seuils notamment sur les fréquences aiguës (Figure 8).

3.4.2 Isolation du bruit extérieur

Pour éviter la gêne produite par un éventuel bruit de fond ou des signaux sonores parasites, le clinicien sera attentif à l'isolation proposée par le transducteur. Le casque pourra être placé dans une coque isolante. L'obturation proposée par les inserts en mousse permet d'assurer une protection de 35 à 40 dB (Figure 9).

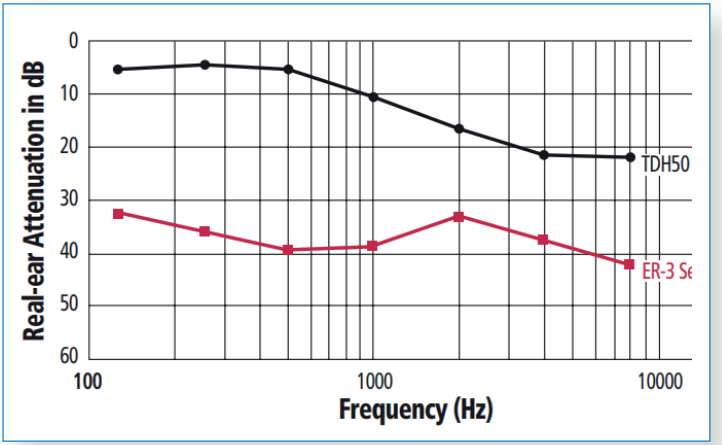


Figure 9 : *Atténuation en fonction de la fréquence pour les deux transducteurs : casque TDH 50 et insert ER3S.*

3.4.3 Transfert transcrânien

L'absence de contact direct avec le transducteur et le crâne limite considérablement le transfert transcrânien des signaux sonores. Cet avantage est notamment utile dans le cas d'une surdité asymétrique (Figure 10).

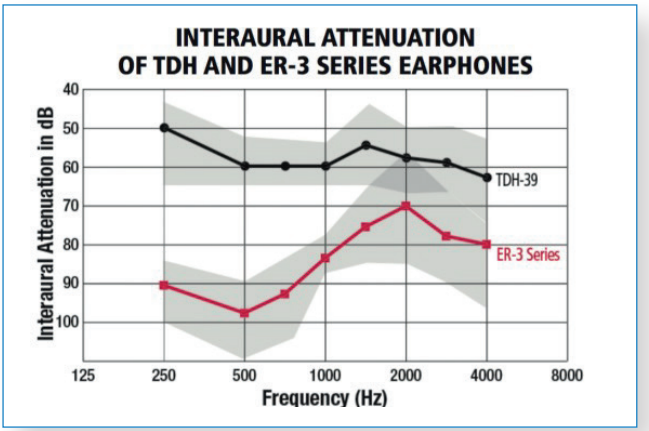


Figure 10 : *Courbe d'atténuation interaurale en fonction de la fréquence pour les deux transducteurs TDH 398 et Insert ER3S.*

3.4.4 Acceptation

Moins lourd que le casque, les inserts sont généralement mieux acceptés par les jeunes enfants (Figure 11).

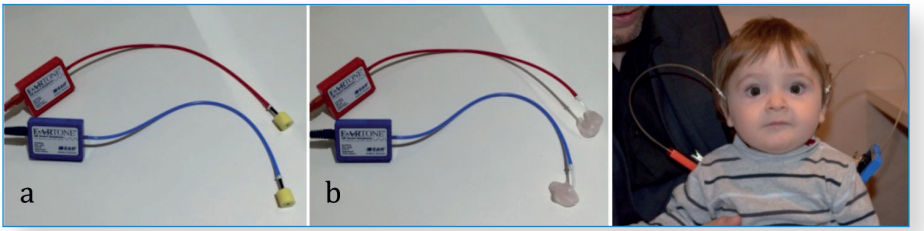


Figure 11 : *Inserts avec mousse (a), avec embouts (b).*

3.5 Conditions de passation des tests avec la voix du testeur

Il convient que le testeur s'exprime dans un dialecte généralement bien compris. Il doit parler à un rythme toujours normal, en fournissant un effort vocal constant, sans perdre en clarté et sans insister sur les mots clés.

Le testeur doit contrôler que le niveau sonore de sa voix émise corresponde au niveau test souhaité. Pour les tests à voix directe en champ libre, le niveau doit être vérifié à l'aide d'un sonomètre de classe 1 placé non loin de l'enfant. Pour cela, il est conseillé que le sonomètre soit en position d'intégration « slow » (durée d'intégration lente : 1s), pour obtenir un niveau sonore plus stable compte tenu des fluctuations d'enveloppe de la voix. Il doit également être en mode « lin » (linéaire) pour obtenir des niveaux sonores en décibel non pondérés. Au pire, si le sonomètre ne dispose pas de mode linéaire, la pondération C, souvent disponible sur les sonomètres, peut être utilisée.

Recommandation

Il est à noter qu'il est très difficile de contrôler les niveaux sonores en sortie de transducteur quand la voix directe est utilisée pour une audiométrie au casque ou aux inserts.

3.6 Bruits masquants

Les recommandations sont semblables à celles spécifiées pour l'adulte par la norme ISO 8253-2 [34].

3.6.1 Type de bruit de fond

Il est admis d'utiliser comme bruit de masquage :

- Des bruits de type aléatoire (bruit large bande) pondéré en fréquence non modulé conformément à l'IEC 60645 1 [30]. Ces bruits présentent un spectre semblable au spectre à long terme du matériel vocal de l'essai. Ex : speech noise
- Des bruits modulés en amplitude. Ces sons présentent des modulations d'amplitude similaires à celles de locuteurs isolés ou de groupes de plusieurs locuteurs. Ex : ICRA (International Collegium of Rehabilitative Audiology)
- Brouhaha : ce type de bruit est obtenu en superposant la voix d'un ou de plusieurs locuteurs : cocktail party, Onde Vocale de Dodelé, … Les bruits de ce type sont diversement modulés et donnent lieu à différents degrés de masquage informationnel.

3.6.2 Présentation du bruit de masquage

Pour les tests au casque ou inserts, le bruit de masquage est généralement présenté par le même écouteur que celui utilisé pour le signal d'essai vocal (masquage ipsilatéral).

Pour l'audiométrie en champ libre (ou quasi libre), le bruit de masquage est généré par les autres HPs autre que celui frontal utilisé par le signal vocal.

3.6.3 Niveaux sonores des signaux vocaux et du bruit masquant

Le niveau des signaux vocaux et du bruit masquant sont choisis et réglés sur l'audiomètre ou sur le logiciel d'audiométrie vocale, ces deux outils devant être calibrés au préalable. Il est toujours possible de vérifier séparément ces niveaux à l'aide d'un sonomètre au point d'écoute.

Le niveau sonore est, selon les définitions de la norme internationale ISO 8253 3 [32], le « niveau de pression acoustique continu équivalent du signal (vocal ou bruit masquant), mesuré dans un coupleur ou un simulateur d'oreille approprié ou dans un champ acoustique en utilisant la pondération fréquentielle C… ». Dans cette définition, la notion de « niveau continu équivalent » (Leq) est simplement l'intégration du signal de pression sonore sur une période donnée (la durée du phonème, du spondée, de la phrase). Les sonomètres intégrateurs permettent ces mesures de Leq.

Les scores d'intelligibilité (score de reconnaissance de mots ou d'items en pourcentage) lors de ces essais vocaux peuvent être fonction du Rapport Signal sur Bruit (RSB), c'est-à-dire le rapport d'amplitude ou la différence de niveau, en dB, respectivement entre le signal vocal utilisé et tous les signaux de bruit masquant.

Si une seule mesure est réalisée, le niveau vocal recommandé est de 65 dB, ce qui correspond approximativement au niveau vocal normal d'une conversation. Si des niveaux vocaux différents sont utilisés, ils doivent être clairement indiqués. Le niveau sonore du bruit masquant peut-être constant ou variable.

L'essai peut être réalisé soit pour déterminer un score de reconnaissance vocale pour une ou plusieurs valeurs fixées du RSB, soit pour déterminer la valeur du RSB qui correspond au seuil de reconnaissance vocale.

Il est recommandé de familiariser l'enfant avec un essai en réglant le niveau du bruit masquant sur une valeur faible (par exemple, 20 dB en dessous du niveau vocal) et en lui présentant un certain nombre d'items aisément audibles.

Pour un même niveau du bruit masquant sur une valeur d'essai requise, il est conseillé de présenter une liste d'items complète et de calculer le score de reconnaissance.

Recommandation

Il est à noter qu'il est très difficile de contrôler les niveaux sonores en sortie de transducteur quand la voix directe est utilisée pour une audiométrie au casque ou aux inserts.

Dans le mode opératoire, il est admis d'augmenter le niveau du bruit de fond au lieu de diminuer celui du signal vocal. Le résultat d'essai peut être influencé par le choix opéré.

3.7 Étalonnage des appareils de mesure

Les recommandations d'étalonnage des appareils de mesure sont semblables à celles indiquées dans la norme ISO 8253-2 [34].

Il est extrêmement important, pour la fiabilité des résultats, que l'appareil audiométrique ou l'ensemble « ordinateur équipé d'une carte son pilotant les HPs » dans lequel un logiciel spécifique à l'audiométrie vocale est implémenté soit correctement étalonné. Il est recommandé à cet effet de mettre en œuvre la procédure de contrôle et d'étalonnage suivante, organisée en trois niveaux :

- **Niveau A** : contrôles de routine et essais d'écoute.

L'objet du contrôle de routine est de s'assurer, dans la mesure du possible, que l'appareil fonctionne correctement et que son étalonnage n'a subi aucune altération notable. Les conditions de bruit ambiant au cours du contrôle doivent être comparables à celles qui existent lors de l'utilisation normale de l'appareil.

- **Niveau B** : essais électroacoustiques périodiques.

Pour rappel, un essai électroacoustique périodique consiste à effectuer les mesurages suivants et à comparer les résultats conformément à l'IEC 60645-1 [30] :

a) La réponse en fréquence de l'audiomètre, incluant tous les transducteurs de sortie appropriés,
b) Les niveaux de sortie des transducteurs,
c) Le pas de l'atténuateur (sur un intervalle significatif de la plage de fonctionnement),
d) La distorsion harmonique,

e) Les niveaux de bruit de masquage,
f) La force exercée par l'arceau des transducteurs.

Les écouteurs utilisés chez l'enfant doivent avoir les mêmes propriétés électro-acoustiques que ceux utilisés chez l'adulte, avec possibilité d'adapter la taille du casque et du serre-tête du vibrateur à la tête de l'enfant. Les inserts seront favorisés dans la pratique par rapport à l'écouteur supra-aural TDH 39 car ils délivrent le son directement dans le conduit auditif externe. Ils ont surtout un intérêt pour l'appareillage de l'enfant en intégrant les caractéristiques anatomiques individuelles du conduit auditif externe.

Le vibrateur doit avoir une surface plane et circulaire, de 150 à 200 mm^2, des bords arrondis, et exercer une force d'application de 4,9 à 5,9 Newtons sur la mastoïde ou sur le front. Le serre-tête peut être gainé de mousse ou de velours pour le confort du bébé.

Pour l'étalonnage du système de multidiffusion sonore (champ acoustique libre ou quasi libre), la calibration dans la salle d'essai de chaque HP doit être effectuée avec un sonomètre au point d'écoute par bandes de fréquences (octave). Dans un second temps, le niveau sonore global de plusieurs combinaisons de HP émettant ensemble, doit être vérifié par rapport à une valeur cible.

- **Niveau C** : essais d'étalonnage élémentaire.
L'étalonnage élémentaire doit permettre de s'assurer que l'appareil audiométrique, le champ acoustique, le cas échéant, et les niveaux de bruit ambiant sont conformes à toutes les spécifications correspondantes de l'IEC 60645 1 [30].

3.8 Intervalles entre les contrôles

Comme spécifié dans la norme ISO 8253-3 [32], il convient d'effectuer chaque jour les contrôles de niveau A, avant utilisation de l'appareil.

Recommandation

Il est recommandé de contrôler les niveaux de pression acoustique au point de d'écoute dans la salle de test tous les 6 à 12 mois, ainsi qu'à chaque modification de l'installation.

Les essais électroacoustiques périodiques de niveau B, sont à réaliser tous les 3 mois à 6 mois. Cette périodicité ne doit pas dépasser un an.

Il n'est pas nécessaire de réaliser systématiquement le contrôle d'étalonnage élémentaire, niveau C, si les contrôles des niveaux A et B sont régulièrement effectués. Les contrôles de niveau C ne sont indispensables que lorsqu'une erreur ou une défaillance grave de l'audiomètre est observée ou lorsque, au bout d'un certain temps, l'audiomètre est suspecté de ne plus fonctionner de manière parfaitement conforme aux spécifications. Il est recommandé de soumettre l'audiomètre aux contrôles de niveau C tous les 5 ans au plus [32].

4 Modalités d'utilisation par métier

Pour le médecin ORL

Henrion Pascale, ORL (Paris)
Merklen Fanny, ORL (Palavas -Les-Flots)
Reynard Pierre, ORL (Lyon)
Roman Stéphane, ORL (Marseille)

4.1 Introduction

À l'instar de l'audiométrie de l'adulte, l'audiométrie vocale pédiatrique est complémentaire de l'audiométrie tonale pour confirmer les seuils de perception. Au-delà de l'évaluation des capacités de reconnaissance de la parole, l'audiométrie vocale permet d'estimer un retentissement langagier en cas de surdité [39], et plus largement, d'appréhender les capacités de parole et de langage et l'accès à la lecture et au développement des capacités cognitives [40]. Elle doit être réalisée dès que possible en s'adaptant aux capacités linguistiques et au vocabulaire de l'enfant.

Avant l'âge de 2 ans, la réalisation de l'audiométrie vocale n'est pas courante et la priorité est d'assurer un diagnostic de certitude des surdités. Le rapport de la SFORL de 2016 [41] recommande de réaliser une audiométrie subjective chez l'enfant de 6 mois à 2 ans avec des tests d'audiométrie comportementale adaptés à l'âge de l'enfant. En cas de suspicion de surdité, il est recommandé de pratiquer un examen objectif de l'audition (Potentiels Evoqués Auditifs, Oto-émissions Acoustiques Provoquées ou Auditory Steady State Responses) pour préciser et confirmer l'atteinte auditive [42].

4.2 Diagnostic

L'audiométrie vocale est complémentaire de l'audiométrie tonale pour confirmer les seuils de perception de la parole. Elle doit être réalisée dès que possible, en adaptant les conditions d'examens à l'âge, au comportement et au niveau langagier de l'enfant [41, 43].

Il existe une concordance entre l'audiométrie tonale et vocale quand la perte auditive moyenne tonale sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz correspond au seuil d'intelligibilité (50% de mots répétés) en dB SPL dans le silence. L'audiométrie vocale est alors un moyen de confirmer une perte auditive.

Il existe une discordance quand le seuil d'intelligibilité est dégradé par rapport à la tonale. Dans ce cas, une origine rétro-cochléaire peut être suspectée puisque la fonction de détection du signal assurée par la cochlée pourrait ne pas être en cause. En cas de discordance « inverse », correspondant à un seuil d'intelligibilité en vocale meilleur que les seuils en audiométrie tonale, une suspicion de surdité psychogène est évoquée.

Mais chez l'enfant, l'interprétation d'une discordance tonale/vocale doit être plus nuancée et plus large. En effet, Lebel et Picard ont évalué chez des enfants normo-entendants la relation entre audiométrie tonale et vocale en fonction du mode de passation, en désignation ou en répétition. Lors de l'audiométrie vocale, les enfants possèdent une capacité d'analyse lexicale moins bonne que l'adulte [44]. De fait, l'étude de la corrélation tonale/vocale chez l'enfant jusqu'à 11 ans pourrait permettre d'évaluer les habiletés d'inférence lexicale et d'identifier les enfants porteurs d'un trouble du traitement auditif, en lien ou pas avec une surdité.

L'évaluation de l'audition est le plus souvent celle d'une audiométrie tonale et vocale dans le silence. La gêne auditive survenant dans un environnement bruyant est alors sous-estimée. Chez l'enfant, la diminution de l'intelligibilité dans le bruit peut être évocatrice d'une surdité partielle ou légère, d'une neuropathie auditive ou d'un trouble du traitement auditif (TTA) [13]. Le TTA toucherait de 0,2 à 5% de la population pédiatrique [45, 46]. La réalisation d'audiométrie vocale dans le bruit est primordiale pour le diagnostic de ces troubles [47]. Il est également indispensable d'utiliser l'audiométrie vocale en cas de surdités unilatérales pour en évaluer le retentissement.

Par ailleurs, chez l'enfant déficient auditif appareillé, l'évaluation des seuils prothétiques en audiométrie tonale seule est insuffisante pour évaluer l'audition fonctionnelle.

Recommandation

Il est recommandé d'utiliser l'audiométrie vocale dans toute évaluation auditive chez l'enfant dès que l'enfant est en âge de parler (Grade A).

Il est recommandé de réaliser une audiométrie vocale dans le bruit en cas de suspicion de trouble du traitement auditif chez l'enfant normo-entendant (Grade C).

Il est nécessaire d'évoquer une atteinte rétro-cochléaire ou une neuropathie auditive quand il existe une discordance entre les courbes en audiométrie tonale et vocale dans le cas où l'intelligibilité est effondrée (Grade A).

En cas de surdité sévère à profonde bilatérale, l'audiométrie vocale prothétique avec mesure du maximum de reconnaissance de la parole à 60 dB doit être réalisée en champ libre. Pour rappel, l'indication d'implantation cochléaire se pose si le niveau de discrimination est égal ou inférieur à 50% lors de la réalisation des tests d'audiométrie vocale, à 60dB en champ libre avec des prothèses auditives correctement réglées [48].

Recommandation

Chez les enfants porteurs d'une surdité, un contrôle régulier ORL comprenant une audiométrie tonale et vocale adaptées à l'âge et aux compétences de l'enfant est recommandé (Accord d'experts).

4.3 Matériels et modalités de l'audiométrie vocale

Deux modes de réponse sont possibles, selon l'âge, la compréhension et le niveau de participation de l'enfant [43] :

La désignation après présentation du mot à une intensité sonore choisie au casque ou en champ libre, l'enfant montre du doigt l'image ou saisit l'objet correspondant au mot prononcé. Il faudra privilégier ce mode chez les enfants présentant un niveau langagier faible.

La répétition : après présentation du matériel vocal choisi, l'enfant répète ce qu'il a entendu selon les mêmes modalités que l'audiométrie vocale de l'adulte. La présentation initiale doit alors se faire à une intensité sonore suffisante, pour vérifier la compréhension du test par l'enfant, et le mettre en confiance.

Lorsque l'on souhaite mesurer la compréhension de la parole, les tests à base de phrases sont à privilégier. En revanche, si l'on souhaite minimiser l'influence du niveau de langage du sujet et de la suppléance mentale, des pseudo-mots ou des logatomes peuvent être utilisés [49-51].

L'audiométrie vocale s'effectue en première intention dans le silence. Actuellement, plusieurs listes sont disponibles chez l'enfant (Boorsma, Lafon, PBK...) mais aucune de ces listes regroupent à la fois une normalisation et un équilibrage phonétique. Ainsi, les limites actuelles de ces tests doivent être connues pour une interprétation optimale des résultats. L'audiométrie vocale peut également s'effectuer dans le bruit, souvent en pratique en utilisant les mêmes listes (signal) en présence d'un bruit de fond (bruit blanc, cocktail party, etc.) dont l'intensité varie [51].

Les paramètres mesurés sont :

- **Seuil d'intelligibilité de la parole (à partir de 2 ans)** dans le silence : en désignation ou en répétition. Le stimulus est présenté en champ libre ou au casque, si la réponse est correcte, on peut réduire l'intensité de 10 dB. Si la réponse est incorrecte, on augmente le seuil de 5 dB. Le test continue jusqu'à trouver l'intensité la plus basse correspondant au 50% de mots correctement perçus.
- **Maximum d'intelligibilité** : correspond à l'intensité à laquelle l'enfant peut répéter 100% des mots.
- Lors de la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit, le rapport signal/bruit pour 50% d'intelligibilité (RSB 50) est également recherché.

Il est nécessaire de préciser les informations permettant de préciser la fiabilité et la valeur d'interprétation de l'examen: comportement de l'enfant, état d'agitation, reproductibilité, etc.

Recommandation

Pour limiter la suppléance mentale et l'influence du niveau linguistique, des pseudo-mots ou des logatomes sont recommandés.

Pour l'audiométrie vocale, il est recommandé d'utiliser du matériel pré-enregistré (grade C).

Du point de vue de l'orthophoniste

Chapuis Solveig, Orthophoniste (Lyon)
Paris de Bollardière Théodora, Orthophoniste (Paris)
Prang Isabelle, Orthophoniste (Paris)

4.4 Introduction

Pour les orthophonistes, il est possible d'utiliser le matériel vocal à différentes occasions. Il peut s'agir de mesurer les prémices de la perception, par l'alerte, puis la discrimination et enfin l'identification :

1/ **Alerte - détection** :

Repérer un bruit ou l'absence de bruit dans différents contextes, ou repérer une voix familière, une personne qui parle

2/ **Discrimination** (avec ou sans support visuel) :

Déterminer si deux stimuli sont identiques ou différents : paramètres segmentaux et supra segmentaux (bruits, phonèmes, mots, phrases, intonation, rythme, durée…)

3/ **Identification** :

Reconnaître un item entre diverses alternatives (listes fermées) puis reconnaître un item avec ou sans l'aide d'un contexte (listes semi ouvertes) ou encore répéter un item verbal (liste ouverte)

Il est par la suite possible de mesurer précisément la perception des phonèmes, des mots, des phrases. Chez l'enfant, le temps d'attention sélective et la disponibilité sont limités. Il faut donc bien cibler les objectifs à atteindre. Il faut avoir en tête : le triangle vocalique, la répartition fréquentielle des consonnes, et l'occurrence des phonèmes. Les tests peuvent être proposés à la voix (pas d'intonation) ou sur CD, en exercice libéral ou en cabine audiométrique, dans le silence et dans le bruit. Il est indispensable d'utiliser un sonomètre si le test n'est pas enregistré pour calibrer sa voix.

Il faut garder à l'esprit que les tests de mots et de phrases sont dépendants du niveau de langue, qu'il n'y a pas nécessité d'entraînement auditif avec les tests normés dans le silence et que les tests dans le bruit ne seront proposés que si les autres tests dans le silence sont réussis à + 50%.

4.5 Reconnaissance de la parole

Test	Caractéristiques	Age
Tests disponibles pour les phonèmes		
Test phonétique Lafon : DAL, DAM, DAP [3]	3 sons, monosyllabique CVC et dissyllabique VCV (syllabe initiale est une voyelle)	À partir de 3-4 ans
PBK50 [52]	test phonétique traduit en français, pas d'équilibre phonétique, 1 à 4 sons Identification des phonèmes	Avant 4 ans : 16 voyelles, 17 consonnes associés à la voyelle a
Les 6 sons de Ling [53]	grave, médium, aigu/m, ch, s, a, ou, i /avec ou sans symbolique	À partir de 12 mois
Discrimination des voyelles et consonnes / test des gnosies de l'Evalo 2-6 [54]	Test binaire : pareil / pas pareil	A partir de 6 ans
Liste des Logatomes TERMO [55]	Les phonèmes sont-ils bien répétés ?	À partir de 6 ans
Logatomes DUPRET [56]	Logatomes	Dès 18 mois pour identification
Logatomes de Dodelé [26]	Logatomes	Dès 18 mois pour identification
Tests disponibles pour les mots		
TEPP 2003 [10]	12 mots en liste fermée, différenciés par la longueur : ou, deux ou trois syllabes,	
Et 12 mots phonétiquement proches	Avant 4 ans	
Liste Boorsma (LO) [8]	Mots variables en longueur	De 3 à 8 ans
Listes de Borel-Maisonny [7]	Mots de 2 syllabes	Dès 2 ans
Listes d'intelligibilité de Lafon (enfant) [3]	Mots de 2 syllabes, pas d'article, niveau de langue enter Boorsma et Fournier	Dès 2 ans
Liste de Fournier [2]	3 syllabes, dépend du niveau de langue	À partir de 8 ans et adultes
Tests disponibles pour les phrases		
TEPP [10]	Liste fermée	
Liste ouverte (phrases de 3 à 6 mots)	Avant 4 ans	
HINT [57]	4 à 6 mots , utilisé dans le silence et dans le bruit stationnaire ou adaptatif	À partir de 3 ans
MBAA [58]	Équilibre fréquentiel	À partir de 10 ans et adultes
GASP [59]	1à questions ouvertes	À partir de 3-4 ans

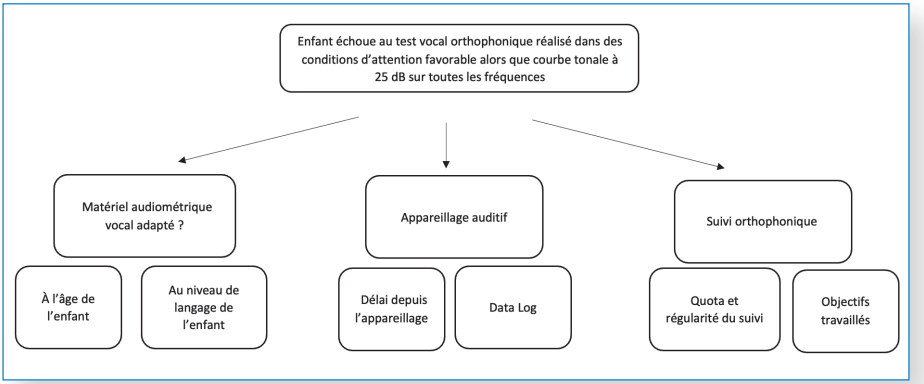
Tableau 3 : *Mode d'utilisation des différents tests de reconnaissance de la parole.*

4.6 Repères indicatifs pour choisir le matériel d'audiométrie vocale pour enfant en orthophonie

Avant 24 mois	- Observation clinique *Détection, discrimination et identification selon les stimuli* - Questionnaire MAIS, sons de Ling, échelle CAP *Analyser le niveau de perception* - Audiométrie vocale au cas par cas	
Vers 24 mois	- Détection puis identification sons Ling (après entraînement) - Désignation liste fermée (identification mots TEPPP, gnosies auditivo-verbales) - Répétition phonèmes, syllabes	
À partir de 4 ans	**Enfant sans trouble phonétique/phonologique :** Répétition (listes ouvertes) - phonèmes, - syllabes, - mots, - phrases.	**Enfant avec trouble phonétique/ phonologique :** - Identification sons Ling (après entraînement) - Désignation listes fermées (identification mots TEPPP – identification phrases simples et complexes TEPPP – gnosies auditivo-verbales) - Listes ouvertes, après 7 ans : Transcription écrite de phonèmes, syllabes, mots, phrases (sans prise en compte de l'orthographe)

Tableau 4 : *Repères indicatifs pour choisir le matériel d'audiométrie vocale pour enfant en orthophonie.*

Démarche réflexive autour de la pratique de l'audiométrie vocale de l'enfant en orthophonie



Intérêt de l'audiométrie vocale du point de vue de l'audioprothésiste

André Jérôme, Orthophoniste (Lille)
Flament Jonathan, Audioprothésiste (Paris)
Renard Muriel, Audioprothésiste (Lille)

4.7 Introduction

Dans le cadre de son activité, l'audioprothésiste a la nécessité de réaliser une audiométrie vocale quand les conditions le permettent chez l'enfant. Cette audiométrie vocale doit être réalisée dès que possible en s'adaptant aux capacités linguistiques (articulation, niveaux lexical et syntaxique) de l'enfant, à sa volonté de participation et à son degré de surdité.

Pour l'audioprothésiste, l'audiométrie vocale permet de confirmer les seuils auditifs obtenus, de mesurer le degré de handicap occasionné par la déficience auditive et de définir le choix et les modalités d'appareillage (appareillage conventionnel, implant cochléaire, matériel HF, ...). C'est aussi un élément essentiel dans l'évaluation de l'adaptation prothétique et du contrôle d'efficacité prothétique.

Une épreuve vocale doit être réalisée en fonction de l'âge et de l'importance de la surdité de l'enfant, dans le cadre de ce bilan d'orientation prothétique.

Recommandation

Aucune adaptation prothétique ne doit se faire sans avoir déterminé de façon précise les seuils auditifs de l'enfant et sans cohérence de l'ensemble des données audiométriques objectives et subjectives, cliniques et de l'anamnèse menée auprès des parents (accord d'experts).

Dans la réalisation du bilan initial par l'audioprothésiste, l'audiométrie vocale, quand elle est réalisable, est un élément essentiel dans le choix de la solution auditive.

En fonction des performances vocales de l'enfant, l'audioprothésiste peut être amené, en concertation avec les autres membres de l'équipe interdisciplinaire, à diriger la famille de l'enfant vers une implantation cochléaire classique ou électro-acoustique.

Dans le cas de troubles attentionnels, trouble du traitement auditif sans perte auditive associée, l'audiométrie vocale dans le bruit permet de mettre en évidence les difficultés rencontrées par l'enfant et de choisir un système de réhabilitation pertinent pour ce type de pathologie (appareillage auditif, microphone déporté par voie FM ou Bluetooth...

4.8 L'évaluation de l'adaptation prothétique et le contrôle d'efficacité prothétique

Recommandation

D'un point vue légal, l'audioprothésiste se doit, dans la prestation initiale, de réaliser une audiométrie vocale en voie aérienne, oreilles séparées, avec notamment la mesure du seuil d'intelligibilité et une audiométrie en présence de bruits perturbants.

Le compte-rendu d'appareillage doit stipuler la différence avec et sans appareils en champ libre en tonal et en vocal (milieu silencieux et/ou milieu bruyant, type de matériel vocal).

Recommandation

L'audiométrie vocale dans le silence et dans le bruit va permettre de rendre compte de l'amélioration de la perception de la parole avec le système de réhabilitation. Les mesures de l'amélioration de la compréhension dans le bruit avec appareillage peuvent donner une idée de l'amélioration de la situation auditive en classe. (Dichotique, dichotique inversé, diotique, écologique).

On pourra aussi réaliser des tests dans le bruit avec les accessoires d'aide à l'écoute (systèmes FM, micro Bluetooth…)

4.9 Évaluation de l'implant cochléaire

L'enfant doit être testé selon les mêmes modalités audiométriques que celles citées précédemment et les tests doivent être adaptés à l'âge psychomoteur de l'enfant. Cependant quelques adaptations sont à apporter du fait des particularités fonctionnelles de l'implant cochléaire.

- L'audiométrie vocale à 55 dB SPL est corrélée à la bonne mesure des seuils C-électriques.
- L'IDR (dynamique électrique) exercera une influence sur la dynamique vocale : s'il est bas, il y a plus de risques de distorsion à l'inverse s'il est élevé on risque une intolérance.
- Les seuils électriques peuvent varier au cours du temps. Ils ont par ailleurs tendance à s'améliorer avec le temps et l'expérience auditive. Il faut donc revoir régulièrement la programmation de l'implant chez l'enfant surtout si les performances auditives et le langage stagnent, ou si l'enfant présente un inconfort.

Références BIBLIOGRAPHIQUES

1. Collège National d'Audioprothèse. (2008). Production phonétique acoustique et perception de la parole. Précis d'audioprothèse p71,p.100, 129, 157, 224 1.
2. Fournier, J. E. (1970). Methods of automatic audiometry. Journal francais d'oto-rhino-laryngologie, audio-phonologie et chirurgie maxillo-faciale, 19(2), 127-136.
3. LAFON, J.C., (1958). Le test phonétique. Les Cahiers de la Compagnie Française d'Audiologie 5.
4. LAFON, J.C., (1964). Le test phonétique et la mesure de l'audition p114 p115 EDITION CENTREX.
5. Metzger, L., (2015). Intérêt d'un test d'audiométrie vocale adapté à chaque patient. Médecine humaine et pathologie.
6. LAFON, J.C., (1990). La surdité chez l'enfant en France P105 CTNERHI Hors série.
7. Borel-Maisonny, S. (1954). Nouvelles listes de mots utilisables en audiométrie vocale pour enfants de 2 à 9 ans: par S. Borel-Maisonny... Compagnie française d'audiologie.
8. Boorsma, A., & Courtoy, M. (1974). Hearing evaluation with hearing impaired children. British Journal of Audiology, 8(2), 44-46.
9. Haskins, H., (1949). A phonetically balanced test of speech discrimination for children; Master's thesis Northwestern University.
10. A. Vieu, M. Mondain, M. Sillon, J. P. Piron, A. Uziel . Test d'évaluation des perceptions et productions de la parole. Rev Laryngol Otol Rhinol. 1999;120,4:219-225.
11. CONINX, F., & Vermeulen, A. M. (2011). Development of an intra-European auditory speech perception standard for hearing impaired children. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 75, Supplement 1, 23.
12. Carhart, R.; Tillman, T.W. Interaction of Competing Speech Signals with Hearing Losses. Arch Otolaryngol 1970, 91, 273–279, doi:10.1001/archotol.1970.00770040379010.
13. Iliadou, V.V.; Ptok, M.; Grech, H.; Pedersen, E.R.; Brechmann, A.; Deggouj, N.; Kiese-Himmel, C.; Śliwińska-Kowalska, M.; Nickisch, A.; Demanez, L.; et al. A European Perspective on Auditory Processing Disorder-Current Knowledge and Future Research Focus. Front Neurol 2017, 8, 622, doi:10.3389/fneur.2017.00622.
14. Legifrance. 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. 16 novembre 2018. (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037615111).

15. Joly, C.-A.; Reynard, P.; Mezzi, K.; Bakhos, D.; Bergeron, F.; Bonnard, D.; Borel, S.; Bouccara, D.; Coez, A.; Dejean, F.; et al. Guidelines of the French Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery (SFORL) and the French Society of Audiology (SFA) for Speech-in-Noise Testing in Adults. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis 2022, 139, 21–27, doi:10.1016/j.anorl.2021.05.005.
16. Smoorenburg, G.F. Speech Reception in Quiet and in Noisy Conditions by Individuals with Noise-Induced Hearing Loss in Relation to Their Tone Audiogram. J. Acoust. Soc. Am. 1992, 91, 421–437, doi:10.1121/1.402729.
17. Fallon, M.; Trehub, S.E.; Schneider, B.A. Children's Use of Semantic Cues in Degraded Listening Environments. J. Acoust. Soc. Am. 2002, 111, 2242–2249, doi:10.1121/1.1466873.
18. Epstein Aubrey; Giolas Thomas G.; Owens Elmer Familiarity and Intelligibility of Monosyllabic Word Lists. Journal of Speech and Hearing Research 1968, 11, 435–438, doi:10.1044/jshr.1102.435.
19. Reynard, P.; Lagacé, J.; Joly, C.-A.; Dodelé, L.; Veuillet, E.; Thai-Van, H. Speech-in-Noise Audiometry in Adults: A Review of the Available Tests for French Speakers. AUD 2021, 1–15, doi:10.1159/000518968.
20. Prang, I.; Parodi, M.; Coudert, C.; Legoff, S.; Exter, M.; Buschermöhle, M.; Denoyelle, F.; Loundon, N. The Simplified French Matrix. A Tool for Evaluation of Speech Intelligibility in Noise. European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases 2021, doi:10.1016/j.anorl.2020.12.003.
21. Prang, I.; De Lambert, M.; Perrel, B.; Denoyelle, F.; Loundon, N. Les Cahiers de l'Audition. February 2017, pp. 36–39.
22. Granges, M. de L.D.; Perrel, B. Apport des tests adaptatifs pour évaluer les surdités en maternelle et chez les enfants sourds. 2016, 87.
23. Laroche, C.; Vaillancourt, V.; Melanson, C.; Renault, M.-E.; Thériault, C.; Soli, S.; Giguère, C. Adapting the HINT (Hearing in Noise Test) for Canadian Francophone Children, and Preliminary Data on the Effects of Age. Journal of Speech-Language Pathology and Audiology 2006, 30, 95–109.
24. Lagacé, J. Développement Du Test de Mots Dans Le Bruit: Mesure de l'équivalence Des Listes et Données Préliminaires Sur l'effet d'âge. Canadian Acoustics 2010, 38, 19–30.
25. Lagacé, J.; Leblanc, L.; Boisvert, V.; Arseneau, M.J.; Breau-Godwin, S. MISE À JOUR SUR LE DÉVELOPPEMENT DU TEST DE MOTS DANS LE BRUIT. Canadian Acoustics 2013, 41, 65–72.
26. Dodelé L., Dodelé D., (2007), Le test d'audiométrie vocale en présence de bruit de Dodelé, Audio Infos, 110, 70-74

27. Jansen, S.; Luts, H.; Wagener, K.C.; Kollmeier, B.; Rio, M.D.; Dauman, R.; James, C.; Fraysse, B.; Vormès, E.; Frachet, B.; et al. Comparison of Three Types of French Speech-in-Noise Tests: A Multi-Center Study. International Journal of Audiology 2012, 51, 164–173, doi:10.3109/14992027.2011.633568.

28. Jansen, S.; Luts, H.; Wagener, K.C.; Frachet, B.; Wouters, J. The French Digit Triplet Test: A Hearing Screening Tool for Speech Intelligibility in Noise. Int J Audiol 2010, 49, 378–387, doi:10.3109/14992020903431272.

29. Leclercq, F.; Renard, C.; Vincent, C. Speech Audiometry in Noise: Development of the French-Language VRB (Vocale Rapide Dans Le Bruit) Test. European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases 2018, 135, 315–319, doi:10.1016/j.anorl.2018.07.002.

30. IEC 60645-1, Audiometric equipment - Part 1: Equipment for pure-tone and speech audiometry, 2017

31. Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Enfant, Société Française d'Audiologie, 2009

32. Norme ISO 8253-3, Méthodes d'essais audiométriques — Partie 3 : audiométrie vocale, 2020

33. M. Delaroche, R. Thiebault, R. Dauman, Behavioral audiometry: protocols for measuring hearing thresholds in babies aged 4 – 18 months, International Journal of Pediatric, 2004

34. Norme ISO 8253-2, NF S31-083-2, audiométrie en champ acoustique avec des sons purs et des bruits à bande étroite comme signaux d'essais, mars 2010

35. J. Ducourneau, A. Gault, Conditions matérielles et techniques, Cahiers de l'Audition, n°6, 2015

36. IEC 61669, Electroacoustics - Measurement of real-ear acoustical performance characteristics of hearing aids, 2015

37. ISO 389-2, Acoustics — Reference zero for the calibration of audiometric equipment — Part 2: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and insert earphones, 1994

38. B. R. C. Seewald, S. D. Scollie, Infants are not average adults: Implications for audiometric testing. The hearing journal, 52(10), 64–72, 1999

39. Vlastarakos PV. Profound deafness and the acquisition of spoken language in children. World J Clin Pediatr. 2012;1(4):24-8.

40. Mendel LL. Current considerations in pediatric speech audiometry. Int J Audiol . 2008;47(9):546-53.

41. Société française d'oto rhino-laryngologie. Consensus Formalisé d'Experts concernant L'Audiométrie de l'Adulte et de l'Enfant. 2016. https://www.orlfrance.org/wpcontent/uploads/2017/06/Consensus_audiometrie_2016.pdf.

42. Deltenre P, Van Maldergem L. Hearing loss and deafness in the pediatric population: causes, diagnosis, and rehabilitation. Handb Clin Neurol. 2013;113:1527-38.

43. Société Française d'Audiologie: Guide des bonnes pratiques en audiométrie de l'enfant (2010) [https://www.sfaudiologie.fr/guide-de-bonnes-pratiques]

44. Lebel C, Picard M. Influence du mode réponse sur le seuil de reconnaissance de la parole chez l'enfant français québécois d'âge scolaire. Revue d'orthophonie et d'audiologie 1997; 21 :17-27.

45. Nagao K, Riegner T, Padilla J, Greenwood LA, Loson J, Zavala S, Morlet T. Prevalence of auditory processing disorder in school-aged children in the Mid-Atlantic Region. J Am Acad Audiol. 2016;27(9):691–700.

46. Hind SE, Haines-Bazrafshan R, Benton CL, Brassington W, Towle B, Moore DR. Prevalence of clinical referrals having hearing thresholds within normal limits. Int J Audiol. 2011 50(10):708 1.

47. Favier V, Vincent C, Bizaguet É, Bouccara D, Dauman R, Frachet B, Le Her F, Meyer-Bisch C, Tronche S, Sterkers-Artières F, Venail F. French Society of ENT (SFORL) guidelines (short version): Audiometry in adults and children. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis. 2018;135(5):341-347.

48. Le traitement de la surdité par implants cochléaires ou du tronc cérébral - Fiche BUTS - Actualisation Janvier 2012. www.has-sante.fr/jcms/r_1438002/fr/le-traitement-de-la-surdite-par-implants-cochleaires-ou-du-tronc-cerebral-fiche-buts-actualisation-janvier-2012

49. Bergeron F, Berland A, Fitzpatrick E, Vincent C, Giasson A, Kam K, et al. Development and validation of the FrBio, an international French adaptation of the AzBio sentence lists. Int J Audiol. 2019;58:1-6.

50. McArdle RA, Wilson RH, Burks CA. Speech recognition in multitalker babble using digits, words, and sentences. J Am Acad Audiol. oct 2005;16(9):726-39.

51. Joly CA, Reynard P, Mezzi K, Bakhos D, Bergeron F, Bonnard D, Borel S, Bouccara D, Coez A, Dejean F, Del Rio M, Leclercq F, Henrion P, Marx M, Mom T, Mosnier I, Potier M, Renard C, Roy T, Sterkers-Artières F, Venail F, Verheyden P, Veuillet E, Vincent C, Thai-Van H. Guidelines of the French Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery (SFORL) and the French Society of Audiology (SFA) for Speech-in-Noise Testing in adults. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis. 2022;139(1):21-27.

52. Lupi, A-L. 1998. Essai d'adaptation à la langue française d'un test d'intelligibilité américain, le "phonetic balanced kindergarten word lists"
53. Ling, D. (2002). Speech and the hearing-impaired child: Theory and practice. Alex Graham Bell Assn for Deaf.
54. COQUET, F., ROUSTIT, J., & JEUNIER, B. (2007). Batterie EVALO 2-6 Évaluation du développement du langage oral et des comportements non verbaux du jeune enfant. Rééducation orthophonique, 45(231), 203-225.
55. Busquet, D. (2003). Descourtieux, C. TERMO Tests d'Évaluation de la Réception du Message Oral par l'enfant sourd. Isbergues: Ortho Édition.
56. Lefèvre F. Étude comparative des tests phonétiques de J.C. Lafon et de J.P. Dupret. 1982. Dupret J.P. (1980) Tests de mots sans signification. Mémoire du collège national d'Audioprothèse.
57. Nilsson M., Soli S.D., Sullivan J.A., (Février 1994) Developpement of the Hearing In Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise, Journal of the Acoustical Society of America, 95, pages 1085-1099.
58. Fraysse, B., Dillier, N., Klenzner, T., Laszig, R., Manrique, M., Perez, C. M., ... & Macias, A. R. (1998). Cochlear implants for adults obtaining marginal benefit from acoustic amplification: a European study.
59. Silva, B. C. S., Moret, A. L. M., Silva, L. T. D. N., Costa, O. A. D., Alvarenga, K. D. F., & Silva-Comerlatto, M. P. D. (2019, August). Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP): clinical markers of the development of auditory recognition and comprehension abilities in children using cochlear implants. In CoDAS (Vol. 31). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia

36th

WCA

World Congress of Audiology

Save the date 19›22 September 2024

Paris, France

CNIT Paris La Défense

With the support of SFA Société Française d'Audiologie & SFORL Société Française d'ORL et de Chirurgie de la Face et du Cou