



UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
ÉCOLE D'AUDIOPROTHÈSE DE CAHORS

Les tests pédiatriques d'audiométrie vocale dans le bruit standardisés : revue systématique de la littérature.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
DIPLOME D'ÉTAT AUDIOPROTHÉSISTE

Soutenu et présenté par Mathilde MAZET

Remerciements

Je souhaite remercier en premier lieu Dr. Nicolas Vannson, audioprothésiste D.E., qui m'a aidée dans l'élaboration de ce mémoire par sa disponibilité et ses précieux conseils. Merci de m'avoir soutenue du début à la fin.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance au Pr. Mathieu Marx, O.R.L. et directeur de l'école, M. Frédéric Rembaud, audioprothésiste D.E. et coordinateur pédagogique de l'école, ainsi que toute l'équipe enseignante à la CCI de Cahors pour leur encadrement et leurs interventions de qualité qui m'ont tant appris pendant cette formation. Merci à Mme Annick Machabert pour son implication dans le bon déroulement de la formation et son attention à notre égard.

Un remerciement particulier à Mme Sandrine Hilaire, audioprothésiste D.E., qui a su me transmettre ses connaissances et son expérience professionnelle.

Je témoigne ma gratitude à Dr. Julie Bestel audioprothésiste D.E. et coordinatrice scientifique chez Audilab pour son aide et son orientation dans mon début de réflexion.

Je voudrais remercier toute la promotion et principalement Jeanne, Mathilde, Quentin, Laura, Aurore et Dominique pour leur soutien tout le long de l'année. Merci à Jeanne pour sa générosité, à Mathilde pour son amitié, à Quentin pour sa positivité naturelle, à Laura pour sa bonne humeur, à Aurore pour ses précieux conseils et à Dominique pour sa bienveillance. Merci à mes camarades et futures confrères et consœurs, pour tous ces moments de joie.

Merci à ma famille pour son soutien sans faille. Une pensée à mes ami(e)s pour leurs encouragements et leur présence.

Merci à toutes les personnes qui m'ont aidée dans l'accomplissement de mon cursus universitaire.

Engagement sur l'honneur de non-plagiat

Je soussignée **Mathilde Mazet**, N° étudiante **21707149** inscrite à l'examen conduisant à la délivrance du diplôme d'État d'audioprothésiste, certifie sur l'honneur être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publié sur toutes formes de supports, y compris électronique, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée (Articles L335-2 et L335-3).

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

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

Fait à Cahors, le 7 septembre 2021
Mathilde Mazet



Table des matières

Remerciements	I
Table des matières	III
Glossaire	IV
INTRODUCTION	1
1. Épidémiologie de la perte auditive chez l'enfant	1
a. Prévalence	1
b. Conséquence	1
c. Dépistage	1
2. Audiométrie vocale dans le bruit	2
a. Généralités	2
b. Valeurs de références en audiométrie vocale dans le bruit	3
c. Effet de l'âge sur la reconnaissance dans le bruit	4
3. Objectif de l'étude	4
MATÉRIEL ET MÉTHODE	5
1. Critères de sélection	5
a. Population	5
b. Intervention	5
c. Comparateur	5
d. Résultat	5
2. Stratégie de recherche	6
3. Extraction des données	6
4. Analyse des données	7
5. Scoring des données	7
RÉSULTATS	10
1. Sélection des études	10
2. Synthèse des résultats	11
DISCUSSION	16
1. Maturation des voies auditives	16
2. Caractéristiques techniques	17
3. Utilisation clinique	19
4. Limite des tests d'AVB chez l'enfant	19
CONCLUSION	21
Bibliographie	23
Annexes	29
Résumé	35

Glossaire

AAST = Adaptative Auditory Speech Test

ATT = Automated Toy Discrimination Test

AVB = Audiométrie Vocale dans le Bruit

BKB-SIN = Bamford-Kowal- Bench Speech-In-Noise

DAT = Dagmar, Asta, or Tine

dB = Decibel (A : ponderation A; HL : Hearing Level; SPL : Sound Pressur Level)

DTT = Digits Triplet Test

FRA-SIMAT = Simplified French Matrix

HINT-C = Hearing In Noise Test for Children

H-P = Haut-Parleur

LiSN-S = Listening in Spatialized Noise – Sentences

MAPPID-N = MAndarin Pediatric lexical tone and disyllabic-word Picture IDentification test in Noise

MDDDB CSPT = Mealings, Demuth, Dillon, and Buchholz Classroom Speech Perception Test

ME = Mal Entendant

NE = Normo-Entendant

OLKI = OLdenburger KInder-reimtest

PICO = Population Intervention Comparator Outcome

PINT = Phrase In Noise Test

PIT = Phoneme Identification Test

PSI = Pediatric Speech Intelligibility

Quick-SIN = Quick Speech In Noise

RSB = Rapport Signal sur Bruit

SPIN = Speech Perception In Noise

SRP = Seuil de Réception de la Parole

SSI-ICM = Synthetic Sentence Identification – Ipsilateral Competing Message

TMB = Test de Mots dans le Bruit

VRB = Vocale Rapide dans le Bruit

WIN = Word In Noise

INTRODUCTION

1. Épidémiologie de la perte auditive chez l'enfant

a. Prévalence

En France, chaque année, près d'un millier de nouveau-nés présentent une surdité (INSERM & Puel, 2017). Selon l'étude de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) du 3 mars 2016, près de 32 millions d'enfants dans le monde souffrent d'une déficience auditive considérée comme invalidante (OMS, 2016).

Au début du XXI^{ème} siècle, la prévalence de la perte auditive parmi un échantillon d'adolescents américains, âgés de 12 à 19 ans, est plus importante qu'à la fin des années 1900. De plus, la perte auditive unilatérale chez l'enfant est trois fois plus fréquente que la perte auditive bilatérale (Shargorodsky et al., 2010).

b. Conséquence

La déficience auditive est un obstacle au développement du langage, à l'éducation et à l'interaction sociale. L'échec scolaire est un des premiers signes de la déficience auditive chez l'enfant Mal Entendant (ME). En effet, des expériences menées par J. S. Bradley et H. Sato en 2008 montrent que le Rapport Signal sur Bruit (RSB) dans une classe est en moyenne de 15 décibels (dB). Ce qui n'est pas adéquat pour de jeunes enfants. Les résultats de cette étude indiquent que pour obtenir les mêmes scores d'intelligibilité de la parole dans une classe, les élèves de 6 ans ont besoin d'une valeur de RSB supérieure de 7 dB(A) par rapport à des élèves de 11 ans. Il s'avère donc nécessaire de tenir compte de l'âge des enfants dans la réalisation des tests d'audition dans le bruit (Bradley & Sato, 2008). De plus, il apparaît que des élèves ayant des difficultés de perception dans le bruit présentent aussi de mauvais résultats scolaires (de Carvalho et al., 2017).

Un enfant atteint d'un trouble de l'audition nécessite un effort d'écoute plus important que celui d'un Normo-Entendant (NE). Une étude menée sur des enfants de 5 à 12 ans, montre que les ME mettent plus de temps à comprendre la parole, surtout dans une classe où les conditions acoustiques ne sont pas idéales. Cet exercice inconscient accroît la fatigue, l'inattention et impacte les résultats scolaires (Lewis et al., 2016).

c. Dépistage

L'arrêté du 23 avril 2012 relatif à « l'organisation du dépistage de la surdité permanente néonatale » rend le dépistage auditif systématique pour les nouveau-nés dans toutes les maternités de France (JO, 2012). L'objectif est de détecter la surdité congénitale avant tous signes précurseurs, et de proposer une prise en charge précoce si le diagnostic est confirmé. Cela permet d'éviter d'éventuelles perturbations impactant le développement de la

communication et du langage. Les deux tests utilisés couramment en maternité sont les otoémissions acoustiques et les potentiels évoqués auditifs automatisés.

Le taux de dépistage néonatal varie d'un pays à l'autre. Prenons quelques exemples (Daubney et al., 2013) :

Pays	États-Unis	Royaume-Uni	Australie	Allemagne	Italie	Pays-Bas	Belgique	Luxembourg	Pologne	Suisse
Taux de dépistage	90 %	50 %	100 %	30 %	30 %	80 %	95 %	100 %	98 %	98 %

Tableau 1 : Taux de dépistage néonatal dans plusieurs pays

Suite à ces dépistages, l'audition des enfants considérés comme NE n'est plus suivie.

Bien que l'audiométrie vocale dans le silence soit normale, des problèmes d'audition et des neuropathies auditives peuvent être relevés à l'Audiométrie Vocale dans le Bruit (AVB). On parle de surdité cachée. De plus, en matière de reconnaissance des mots et de compréhension de la parole dans le bruit, les enfants atteints de surdité unilatérale obtiennent de moins bons résultats que des enfants à audition normale. L'AVB montre que ces enfants déficients auditifs ont besoin d'un RSB plus avantageux pour être aussi performants que les NE (Ruscetta et al., 2005).

De plus, face aux enfants présentant des seuils auditifs normaux dans le silence il faut s'interroger sur la présence d'un trouble central de l'audition. Ce trouble peut être lié à un dysfonctionnement du traitement auditif ou à une incapacité cognitivo-linguistique. Cela engendre des conséquences au niveau de la localisation, la latéralisation, la discrimination, l'identification, l'organisation et notamment la perception d'un signal dans le bruit. Les enfants présentant un trouble de traitement auditif ont plus de difficultés à percevoir un message vocal dans le bruit que leurs camarades n'ayant pas de troubles auditifs (Lagacé, 2009). L'évaluation dans le bruit chez ces enfants est alors particulièrement indiquée.

2. Audiométrie vocale dans le bruit

a. Généralités

Il existe plusieurs manières de tester l'audition d'un patient. La procédure la plus courante est l'audiométrie tonale suivie de l'audiométrie vocale.

D'après l'étude de F. Fournet et M. G. Rocchia, identifier un item sonore est « l'habileté à reproduire un stimulus en le nommant ou en manifestant sa reconnaissance de quelque façon que ce soit », parmi « un ensemble clos de propositions » (liste fermée). La reconnaissance des stimuli sonores en liste ouverte est rendue possible grâce à la prise d'indices sonores. La compréhension est considérée comme « l'étape ultime et cognitive de la perception ». L'interaction de ces trois étapes que sont l'identification, la reconnaissance et la compréhension

fait éclore le sens du message (Fournet & Roccia, 2014). Évaluer cette compréhension dans des conditions écologiques requiert un test d'intelligibilité en présence de bruit.

En effet, les résultats d'évaluations pédiatriques de la perception de la parole peuvent fournir des informations pratiques concernant le pronostic de la parole, du langage, de la lecture et des capacités cognitives des enfants. Ils permettent aussi de définir les mesures à prendre dans le cadre du processus d'intervention (Mendel, 2008).

S'il existe autant de tests d'AVB c'est essentiellement en raison du nombre important de critères qui peuvent être modifiés et assemblés (Goujon, 2012), tels que :

- Condition de passation : casque ou champ libre (champ direct ou champ diffus).
- Condition d'administration : liste ouverte (sans support) ou liste fermée (avec support visuel).
- Procédure adaptative (RSB varie en fonction des réponses du patient) ou fixe (à RSB défini au préalable). En procédure adaptative deux modes opératoires sont possibles : soit le niveau de la parole varie et le bruit reste fixe, soit l'inverse.
- Différents types de matériaux linguistiques : logatomes, mots monosyllabiques ou polysyllabiques, phrases.
- Différents bruits perturbants : bruit blanc, bruit rose, cocktail party, ICRA, LTASS, onde vocale globale, speech noise (Leibold et al., 2016).
- Notation : à la phrase entière, au mot, au phonème.
- Valeur déterminée : valeur de RSB, valeur de seuil de reconnaissance de la parole, pourcentage de répétition.

En France, l'arrêté du 14 novembre 2018 portant sur « la modification des modalités de prise en charge des aides auditives et prestations associées » impose l'utilisation des tests d'AVB pour adultes et enfants, sans plus de précision (JO, 2018). Cependant, il semble plus convenable d'utiliser des tests d'AVB normés et adaptés qui font consensus.

b. Valeurs de références en audiométrie vocale dans le bruit

Il est nécessaire que les tests d'AVB répondent à des normes psychométriques afin d'être valides et fiables. Une norme permet de situer un individu par rapport à un groupe de référence. Pour être validé, l'écart type inter-sujets doit être minime afin d'obtenir un résultat fiable. Il doit aussi être comparable avec d'autres versions internationales du test (Gaul Bouchard et al., 2009).

D'après le Journal Officiel de la République Française, une dégradation de l'intelligibilité en présence de bruit (RSB) de plus de 3 dB par rapport à la valeur normative du test utilisé est une indication pour l'appareillage auditif.

De plus, il y a une influence de l'âge sur les performances dans le bruit (Fournet & Roccia, 2014). Dans son étude sur la reconnaissance vocale en fonction de l'âge, L. Eisenberg montre que les scores de performance entre les adultes et les enfants plus âgés (10-12 ans) ne diffèrent pas statistiquement, tandis que les scores des enfants plus jeunes (5-7 ans) sont significativement plus faibles (Eisenberg et al., 2000). Cela rend compte de l'importance de la standardisation des tests pédiatriques pour plusieurs tranches d'âges.

c. Effet de l'âge sur la reconnaissance dans le bruit

Parmi les quelques études qui existent sur les capacités de perception dans le bruit des enfants NE, la majorité tendent vers une différence de discrimination entre adulte et enfant. En effet, plusieurs recherches font consensus sur un effet de l'âge sur les performances d'identification de la parole dans le bruit. Plus l'enfant grandit, meilleures sont ses compétences auditives. C'est à l'adolescence que les scores de compréhension rejoignent ceux des adultes (Auzannet & Corboeuf, 2016; Fallon et al., 2002; Lagacé, 2010; Laroche et al., 2006; Trinquet, 2018).

À la naissance, le système auditif est présent mais immature. La myélinisation du système auditif périphérique est optimale à 6 mois de vie alors que celle des voies auditives se poursuit jusqu'à l'âge de 5 ans. La communication entre les deux hémisphères, au niveau du corps calleux arrive à maturité entre l'âge de 15 à 20 ans (Boothroyd, 1997).

Le déficit auditif chez les jeunes enfants est dû à leur incapacité à utiliser pleinement les informations sensorielles, et à leur développement linguistique/cognitif incomplet. De plus, le cortex auditif humain se développe jusqu'à l'adolescence, cela peut expliquer en partie les améliorations de la reconnaissance de la parole liées à l'âge (Eisenberg et al., 2000).

3. Objectif de l'étude

Les pratiques cliniques et audioprothétiques ne possèdent pas d'écrits de référence concernant la passation de tests normés dans le bruit dans le cadre de la pédiatrie.

Cela soulève plusieurs questions :

- Quels sont les tests pédiatriques d'AVB standardisés ?
- Quels sont leurs caractéristiques ?
- À quelles fins doivent-ils être utilisés ?

Cette étude a pour objectif de réaliser une revue systématique de la littérature sur les tests pédiatriques d'AVB fiables et utilisables en routine clinique.

Nous posons plusieurs hypothèses : (1) Il y a une grande variabilité des tests et pas de consensus ; (2) La pratique n'est pas normée dans de nombreux pays.

Ce document aboutira à la réalisation de deux tableaux : l'un reprenant toutes les conditions de réalisation de chaque test, l'autre les scorant chacun afin de juger de leur pertinence respective. Ceci vient compléter les recommandations de la Société Française d'Audiologie (SFA) et de la Société Française d'ORL et de chirurgie cervico-faciale (SFORL) pour la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit chez l'adulte (Joly et al., 2020).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Cette revue systématique de la littérature traitant des tests pédiatriques d'AVB est réalisée suivant les lignes directrices du protocole de revue systématique proposé par K. Bertrand et al. en 2014, ainsi que le guide d'analyse de la littérature par Durocher et al. en 2000. Afin de fournir un cadre clair, complet et transparent, cette étude s'appuie sur les recommandations de la liste de contrôle d'éléments de rapports privilégiés pour les examens systématiques et les méta-analyses (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*, PRISMA ; Liberati et al., 2009) traduite en français (Gedda, 2015; voir annexe 1).

1. Critères de sélection

Les critères de sélection sont établis selon le modèle structuré : population, intervention, comparateur, résultat (*Population Intervention Comparator Outcome*, PICO).

a. Population

La population est constituée d'enfants de 0 à 18 ans. Ils doivent être considérés comme NE, c'est-à-dire que la perte tonale moyenne de chaque oreille sur les 4 fréquences 500Hz, 1000Hz, 2000Hz et 4000Hz doit être inférieure à 20 dB HL selon le Bureau International d'Audiophonologie (BIAP). L'inclusion d'expérimentations effectuées avec des sujets NE s'avère incontournable, considérant que le développement et la validation des tests standardisés d'AVB doivent être réalisés auprès de cette population

b. Intervention

Pour être sélectionnées, les études doivent traiter de test d'AVB. Cela implique que le signal et le bruit masquant doivent être diffusés simultanément.

c. Comparateur

Pour les tests standardisés, un re-test de l'AVB doit être effectué afin de vérifier la reproductibilité des données. Ce re-test doit être effectué sur la même cohorte avec un temps suffisamment long entre le test et le re-test pour éviter tout effet de fatigue. De plus, le re-test doit être réalisé dans les mêmes conditions et avec le même matériel que lors du test.

d. Résultat

Les études doivent mesurer une valeur de :

- **RSB**, en dB. Le RSB est la différence entre un signal et un bruit. Il est positif lorsque la voix est émise à une intensité supérieure au bruit, et inversement.
- Seuil de reconnaissance de la parole (**SRP**), en dB RSB. C'est le RSB qui correspond à une reconnaissance de 50% du signal présenté.
- Nombre **d'unités scorées** bien répétées, en pourcentage.

2. Stratégie de recherche

Entre janvier et avril 2021, une recherche systématique de la littérature est effectuée dans les bases de données PubMed, Acoustical Society of America et ScienceDirect. Des recherches par mots-clés ainsi que les termes médicaux (Medical Subject Headings, MeSH) sont utilisés pour construire des recherches dans les bases de données. Les mots-clés utilisés pour la recherche documentaire sont liés à la parole, l'intelligibilité ou la compréhension, l'audiométrie, l'audition, l'enfant et le bruit. Afin d'être le plus exhaustif possible, la recherche ne se limite pas au titre et à l'abstract mais est étendue au texte intégral. Le type de résultat étudié n'apparaît pas dans la stratégie de recherche initiale afin de garder la plus grande sensibilité possible. De même, il n'y a aucune restriction en termes de langage ou de type de publication. La première recherche à l'aide de mots clés français a donné très peu de résultats. Elle s'est donc étendue à une recherche en langue anglaise qui offre une plus grande diversité. Les algorithmes de recherche des différentes bases de données permettent de combiner les mots clés à l'aide d'opérateurs logiques de la manière suivante : «(((speech) OR (audiometry) OR (comprehension) OR (intelligibility) OR (hearing)) AND (child) AND (test) AND (noise)) ».

3. Extraction des données

Dans chaque base de données, une première lecture du titre et du résumé est réalisée. Celle-ci permet d'identifier les articles qui semblent réunir les critères PICO et des résultats originaux. Les résultats des trois recherches sont collectés dans le logiciel Zotero version 5.0.94. Ils ont fait l'objet d'un brassage afin d'éliminer les doublons. Une seconde sélection est effectuée lors de la lecture du texte intégral. Sont exclues les études : ne respectant pas les critères d'inclusion PICO ; étant des traductions de tests existants, autre que le français ou l'anglais ; étude non princeps.

Les données sont extraites à l'aide d'une grille de lecture qui servira à la synthèse des études. Ce formulaire de recueil et d'extraction de données comporte plusieurs catégories (annexe 2) :

- Article : titre, auteur, date de publication
- Population étudiée : âge, taille de la cohorte
- Test étudié : nom, langue utilisée
- Méthodologie de l'étude : condition de passation, d'administration, procédure du RSB, matériel vocal, bruit perturbant, durée, notation, valeur déterminée
- Reproductibilité : re-test effectué, cohorte, intervalle de temps
- Principaux résultats et utilisation clinique

4. Analyse des données

Une synthèse des résultats est effectuée à l'aide des données recueillies par la grille de lecture. Chaque test est repris sous forme de tableau récapitulatif. Les critères étudiés sont : l'âge, le type de matériel vocal et de bruit, les conditions d'écoute, la méthode de RSB utilisée et d'administration possibles, la notation, la durée de la passation, les traductions existantes, la référence princeps, ainsi que le niveau de preuve.

Le niveau de preuve d'une étude caractérise sa capacité à répondre à son objectif. Il sert à évaluer la qualité des études retenues dans ce document. Indiqué pour chaque article, il permet de prendre une décision quant à leur utilisation dans cette étude. L'évaluation du niveau de preuve de chaque article est réalisée grâce à la grille extraite des recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS, 2013) ci-dessous.

Niveau de preuve scientifique apporté par une étude selon la force du protocole	
Niveau 1 (fort)	<ul style="list-style-type: none">- Essais comparatifs randomisés de forte puissance- Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés- Analyse de décisions basée sur des études bien menées
Niveau 2 (intermédiaire)	<ul style="list-style-type: none">- Essais comparatifs randomisés de faible puissance- Études comparatives non randomisées bien menées- Études de cohorte
Niveau 3 (intermédiaire)	<ul style="list-style-type: none">- Étude cas-témoins
Niveau 4 (faible)	<ul style="list-style-type: none">- Études comparatives comportant des biais importants- Études rétrospectives- Séries de cas

Tableau 2 : Niveau de preuve scientifique apporté par une étude selon la force de protocole, recommandation de l'HAS 2013.

5. Scoring des données

Chaque test sera scoré dans un tableau afin de présenter leur utilisation au sein du domaine clinique et audioprothétique, sur le même principe que dans les recommandations pour l'AVB de l'adulte (SFA & SFORL, 2020). Les tests sont cotés pour sept domaines d'utilité :

- Dépistage → Facilité d'accès/ d'utilisation – Rapidité
- Diagnostic initial → Précision – Rapidité – Variété de condition de passation – Accessibilité - Publication dans revue internationale
- Indication de l'appareillage auditif → Valeur normative en dB
- Mesure du gain prothétique → Condition d'écoute
- Implant cochléaire → Condition d'écoute – Homogénéité du bruit
- Mesure du gain binaural → Richesse et pertinence du matériel vocal – Condition d'écoute – Homogénéité du bruit

- Études cliniques → Richesse du matériel vocal – Condition d'écoute – Équivalents internationaux – Précision

Pour attribuer un critère de cotation aux tests, une échelle de mesure allant de zéro à cinq est utilisée. Cependant, l'indication d'appareillage auditif et la mesure du gain prothétique sont soumis à un score binaire. La légende suivante est totalement subjective. Les extrêmes sont définis, le score de zéro est attribué à des études non pertinentes et le score de cinq représente des études très pertinentes. De plus, ces scores ont des caractéristiques différentes en fonction de leur utilité clinique :

Utilisation clinique	Score
Dépistage	0- Temps de passation supérieur à dix minutes ou non précisé et passation en champ libre avec plus d'un H-P ou au casque en condition binaurale. 1- Temps de passation supérieur à dix minutes ou non précisé et facilité d'accès (un H-P ou casque non binaural). 2- Temps de passation total inférieur ou égal à dix minutes et administration en champ libre avec plus d'un H-P ou au casque en condition binaurale. 3- Temps de passation total inférieur ou égal à dix minutes et administration en champ libre avec un H-P ou au casque en condition monaurale. 4- Temps de passation total inférieur ou égal à dix minutes et administration en champ libre avec un H-P ou au casque en condition diotique. 5- Temps de passation total inférieur ou égal à dix minutes et administration en champ libre avec un H-P ou au casque en condition dichotique.
Diagnostic initial	0- Pas de valeur normative. 1- Valeurs normatives établies sans groupe contrôle. 2- Une valeur normative unique pour tous les enfants lorsqu'il n'y a pas d'effet d'âge. 3- Une valeur normative unique pour tous les enfants ne tenant pas compte de l'effet d'âge. 4- Valeurs normatives établies pour des groupes par tranches d'âges. 5- Valeurs normatives établies pour chaque âge en tenant compte de la maturation.
Indication de l'appareillage auditif	0- Norme non exprimée en RSB ou en SRP. 5- Norme exprimée en RSB ou en SRP.

Mesure du gain prothétique	<ul style="list-style-type: none"> 0- Test uniquement réalisable au casque. 5- Administration en champ libre.
Implant cochléaire	<ul style="list-style-type: none"> 0- Pas de valeurs normatives, administration au casque. 1- Pas de valeurs normatives exprimées en RSB ou en SRP, en champ libre avec un seul H-P. 2- Valeurs normatives exprimées en RSB ou en SRP, en champ libre avec un seul H-P. 3- Pas de valeurs normatives exprimées en RSB ou en SRP, en champ libre avec au moins deux H-P. 4- Valeurs normatives exprimées en RSB ou en SRP, en champ libre avec deux H-P. 5- Valeurs normatives exprimées en RSB ou en SRP, en champ libre avec plus de deux H-P.
Mesure du gain binaural	<ul style="list-style-type: none"> 0- Au casque uniquement. 1- Une seule condition de passation avec un H-P. 2- Une seule condition de passation avec au minimum deux H-P espacés d'au moins 60°. 3- Deux conditions de passation avec au minimum deux H-P espacés d'au moins 60°. 4- Plusieurs conditions de passation avec deux H-P espacés d'au moins 60°. 5- Plusieurs conditions de passation avec plus de deux H-P espacés d'au moins 60°.
Études cliniques	<ul style="list-style-type: none"> 0- Absence de niveau de preuve. 1- Le test a un niveau de preuve égal à quatre. 2- Le test a un niveau de preuve égal à trois. 3- Le test a un niveau de preuve égal à deux. 4- Le test a un niveau de preuve égal à un.

*Tableau 3 : Échelle de score détaillée pour les sept domaines d'utilité des études sélectionnées dans cette revue.
H-P = Haut-parleur ; RSB = Rapport Signal sur Bruit ; SRP = Seuil de Réception de la Parole.*

RÉSULTATS

1. Sélection des études

La recherche dans la base de données PubMed a fourni 1 117 citations. Après examen des titres et des résumés, il est apparu que 42 études répondent aux critères. De la même façon, la base de données Acoustical Society of America a fourni 3 087 citations dont 29 sont utilisables. Enfin, la base de données ScienceDirect a fourni 44 citations dont deux sont exploitables. Dans une somme de 73 publications, il y a 16 doublons qui ont été éliminés. 57 documents ont alors été examinés.

Parmi eux, cinq citations n'ont pas répondu aux critères d'inclusion (PICO) tel que décrit. De plus, sept articles sont exclus car ce sont des traductions d'études primaires autres qu'en français.

Enfin il est apparu que 16 citations sont des développements de tests et sont donc rejetées pour ne garder que l'étude princeps. Au total 29 études ont satisfait aux critères d'inclusions et ont été utilisées dans cette revue (figure 1).

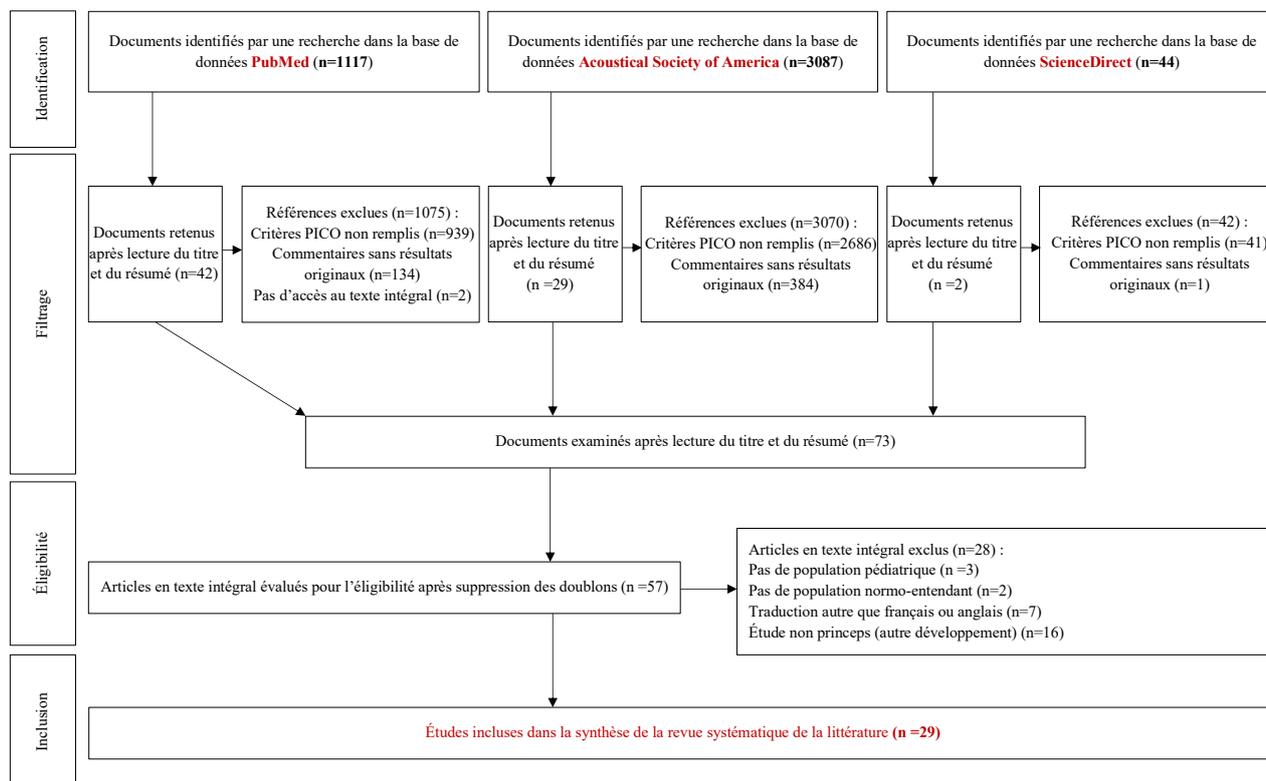


Figure 1 : Diagramme de flux de recherche de la revue systématique.

2. Synthèse des résultats

Pour chaque test sont présentées la citation princeps et leurs caractéristiques.

Test	Âge	Matériel vocal	Bruit	Condition d'écoute	RSB	Administration	Notation	Durée	Équivalent internationaux	Référence (Niveau de preuve)
AAST	6-12 ans	Mots spondés	Jardins d'enfants Niveau fixe	Champ libre (1 H-P)	Adaptatif	Fermée (images)	Mot	2 min	Allemand Néerlandais Espagnol Luxembourgeois Chinois	(Coninx, 2005) (3)
ATT	2-13 ans	Mots	Bruit rose Fixé à 60dB(A)	Champ libre (1 H-P)	Fixe	Fermée (jouets)	Mot	10 min	Anglais	(Summerfield et al., 1994) (3)
BabyBio	5-12 ans	Phrases	Babillage de 20 locuteurs Fixé à 60dB(A)	Champ libre (1 H-P)	Fixe	Ouverte	Phrase	Non précisée	Anglais	(Spahr et al., 2014) (3) (Holder et al., 2016) (3)
BKB-SIN	6-18 ans	Phrases Fixé à 50dBHL	Babillage de 4 locuteurs	Champ libre (5 H-P)	Fixe	Ouverte	Mot clé	Non précisée	Anglais	(Ng et al., 2011) (3)
DAT	6-12 ans	Phrases	Bruit stationnaire en forme de parole Fixé à 60dBSPL	Casque (diotique)	Adaptatif	Ouverte	Mot clé	Non précisée	Danois	(Koiek et al., 2020) (3)
DTT	9-16 ans	Chiffres	Bruit continu en forme de parole Fixé à 65dBSPL	Casque (monaural)	Adaptatif	Ouverte	Triplet de chiffres	~ 6 min	Anglais Flamand Français	(Denys et al., 2018) (3) (Lagacé et al., 2021) (4)
Earcheck	12-24 ans	Mots monosyllabiques Niveau fixe	Bruit de masque filtré par filtre passe-bas	Casque (diotique)	Fixe	Fermée	Mot	< 5 min	Néerlandais	(Sheikh Rashid et al., 2016) (3)

FRA-SIMAT	5-10 ans	Mots	LTASS du matériel vocal du test Fixé à 65dBHL	Champ libre (1 H-P) Casque (monaural)	Adaptatif	Ouverte ou fermée (liste de mots)	Mot	15 min	Français	(Prang et al., 2021) (3) (Trinquet, 2018) (3)
FreeHear	4-13 ans	Chiffres Fixé à 62dB(A)	Babillage multilocuteur	Champ libre (3 H-P)	Adaptatif	Ouverte	Triplet de chiffres	Non précisé	Anglais	(Moore et al., 2019) (3)
Galker Test	3-5 ans	Mots monosyllabiques Niveau fixe	Bruit Blanc en forme de parole	Champ libre (2 H-P)	Fixe	Fermée (images + locutrice visible)	Mot	6 min	Danois	(Lauritsen et al., 2015) (3)
HINT-C	6-12 ans	Phrases	Spectre de parole Fixé à 65dB(A)	Champ libre (2 H-P)	Adaptatif	Ouverte	Phrase	Non précisé	Brésilien Québécois Mandarin Norvégien Suédois	(Laroche et al., 2006) (3) (Vaillancourt et al., 2008) (2)
Kinderhoortest	5-12 ans	Mots monosyllabiques	LTASS Niveau fixe	Casque (diotique)	Adaptatif	Fermée (images)	Mot	~ 3 min	Néerlandais	(Sheikh Rashid et al., 2017) (3)
LiSN-S	5-17 ans	Phrases	Histoires d'enfants concurrentes Fixé à 55dB SPL	Casque (binaural)	Adaptatif	Ouverte	Mot	12 min	Anglais	(Cameron et al., 2009) (3) (Cameron et al., 2011) (3)
MAPPID-N	4-9 ans	Mots dissyllabiques	LTASS du matériel vocal du test Fixé à 65dB SPL	Champ libre (2 H-P)	Adaptatif	Fermée (images + thème lexical)	Mot	Non précisé	Mandarin	(Yuen et al., 2009) (3)
MDDB CSPT	5-6 ans	Phrases Fixé à 60dB(A)	Bruit de fond d'une salle de classe Fixé à 67,7dB(A)	Champ libre (1 H-P)	Fixe	Fermée (images + phrases à trou)	Mot clé	24 min	Anglais	(Mealings et al., 2015) (3)
OLKI	7-10 ans	Mots bissyllabiques Fixé à 65dB SPL	LTASS	Casque (binaural)	Fixe	Fermée (images)	Mot	Non précisé	Allemand	(Steffens, 2003) (3)

PINT	4-11 ans	Phrases Fixé à 60dB	Environnement de classe	Champ libre (2 H-P)	Fixe	Fermée (objets)	Phrase	~ 12 minutes	Anglais Brésilien Portugais	(Dos Santos et al., 2017) (3)
PIT	6-12 ans	Phonèmes Fixé à 77dB SPL	LTASS international	Casque (binaural)	Fixe	Fermée (Images + phonème)	Phonème	10 à 12 minutes	Anglais	(Cameron et al., 2018) (3)
PSI	3-6 ans	Phrases	Phrases en compétition	Champ libre (2 H-P)	Fixe	Fermée (images)	Phrase	20 minutes	Anglais Mandarin	(Zheng et al., 2009) (3)
Quick SIN	5-12 ans	Phrases Fixé à 70dB(A)	Babillage à 4 interlocuteurs	Champ libre (1 H-P)	Fixe	Ouverte	Mot clé	~ 12 minutes	Anglais	(Holder et al., 2016) (4)
Sound Scout Game	4-15 ans	Phrases	Histoire à 1 locuteur	Casque (dichotique)	Adaptatif	Fermée (images)	Mot	Non précisé	Anglais	(Dillon et al., 2018) (3)
SPIN	9-17 ans	Phrases	Babillage Fixé à 70dB SPL	Casque	Fixe	Ouverte	Mot	Non précisé	Anglais	(Elliott, 1979) (3)
SSI-ICM	6-10 ans	Phrases Fixé à 50dBHL au- dessus du seuil	Discours continu	Casque (dichotique)	Fixe	Fermée (liste de phrases)	Phrase	Non précisé	Français	(Jutras et al., 2012) (2)
TMB	6-12 ans	Mots monosyllabiques	Verbiage	Casque (monaural)	Fixe	Ouverte	Mot	Non précisé	Anglais Français Grec	(Lagacé, 2010) (3)
WIN	6-12 ans	Mots	Cocktail party Fixé à 70dB SL	Casque (monaural)	Fixe	Ouverte	Mot	15-20 min	Anglais Arabe	(Wilson et al., 2010) (3)
Wuerzburg Test	5-9 ans	Mots	Matériel vocal du test Fixé à 60dB SPL	Champ libre (2 H-P)	Adaptatif	Ouverte	Mot	Non précisé	Allemand	(Kraus et al., 2014) (3)

Tableau 4 : Résumé des études incluses dans ce travail, évaluant le niveau d'audition dans le bruit chez des enfants.

Les tests sont présents par abréviations, le nom complet se retrouve dans le glossaire. Les caractéristiques de chaque test sont développées par rapport à la référence indiquée. La condition d'écoute champ libre nécessite l'utilisation d'un ou plusieurs H-P, comptabilisé 1 H-P, 2 H-P, 3 H-P, 4 H-P ou 5 H-P. L'écoute au casque est administrée soit en condition : monaural une oreille après l'autre ; binaural les deux oreilles simultanément ; diotique champ libre virtualisé joué au casque azimut 0° ; ou dichotique champ libre virtualisé joué au casque azimut ± 90°.

Les tests sont ensuite côtés selon leur préconisation d'utilisation dans le tableau ci-dessous.

Test	Dépistage	Diagnostique initial	Indication appareillage auditif	Mesure gain audioprothétique	Implant cochléaire	Mesure apport binauralité	Études cliniques
AAST	5	4	5	5	2	1	2
ATT	5	4	5	5	2	1	2
BabyBio	1	3	0	5	1	1	2
BKB-SIN	0	5	5	5	5	5	2
DAT	1	5	5	0	0	0	2
DTT	3	5	5	0	0	0	2
Earcheck	4	5	5	0	0	0	2
FRA-SIMAT	1	4	5	5	2	1	2
FreeHear	0	5	5	5	5	5	2
Galker Test	2	5	0	5	3	1	2
HINT-C	0	5	5	5	4	5	3
Kinderhortest	4	5	5	0	0	0	2
LISN-S	1	5	5	0	0	0	2
MAPPID-N	0	5	5	5	4	4	2
MDDB CSPT	1	3	0	5	1	1	2
OLKI	1	5	5	0	0	0	2
PINT	0	3	5	5	4	2	2
PIT	2	5	5	0	0	0	2
PSI	0	3	0	5	3	2	2
Quick SIN	1	5	5	5	2	1	1
Sound Scoot Game	1	5	5	0	0	0	2
SPIN	1	5	5	0	0	0	2
SSI-ICM	1	5	5	0	0	0	3
TMB	1	5	0	0	0	0	2
WIN	1	5	5	0	0	0	2
Wuerzburg Test	0	5	5	5	4	4	2

Tableau 5 : Cotation des tests pédiatriques d'AVB selon leur préconisation d'utilisation.

Les tests sont présents par abréviations, le nom complet se retrouve dans le glossaire. Une échelle de Likert est utilisée pour coter les tests selon leur utilisation clinique. Cette échelle allant de 0 à 5 est totalement subjective mais définit qu'un score de 0 représente une utilisation non pertinente, 3 peu pertinente, 5 très pertinente.

Sur un total de 4 248 études, 29 ont été sélectionnées pour traitement dans cette étude. Elle nous montre qu'il existe 26 tests différents d'audiométrie vocale pédiatrique dans le bruit, et 17 langues disponibles. L'anglais étant la langue la plus utilisée dans le développement de ces tests. En Français seulement quatre épreuves vocales dans le bruit sont disponibles et normées : FRA-SIMAT, HINT-C, SSI-ICM et TMB. Parmi eux le FRA-SIMAT est traduit en français de France, tandis que le HINT-C, le SSI-ICM et le TMB sont traduits en français canadien. La différence entre ces deux français vient principalement de l'accent qui est différent et du vocabulaire qui varie.

L'usage clinique est différent selon les tests, il est souvent attribué soit au dépistage et/ou au suivi du développement auditif, soit à l'évaluation et/ou au contrôle prothétique. Dans cette étude environ 50% des tests sont utiles pour le dépistage tandis que l'autre moitié est à visée prothétique. Pour un usage de dépistage, l'AAST, l'ATT, le DTT, le Earcheck et le Kinderhoortest sont des tests rapides et accessibles, qui peuvent être applicables en majorité dès l'âge de 5 ans. Pour un usage prothétique le BKB-SIN, le FreeHear et le HINT-C sont les tests les plus complets.

DISCUSSION

Cette étude vise à répertorier les tests d'AVB pédiatriques disponibles en français comme dans d'autres langues. Plus précisément l'objectif était de répertorier ces tests en fonction de leurs caractéristiques de passation puis de les scorer dans un tableau en fonction de leur préconisation clinique. Vingt-six tests ont été compilés dans cette étude.

1. Maturation des voies auditives

Comme indiqué dans la littérature, les performances dans le bruit évoluent tout au long du développement de l'enfant, les tests d'AVB pédiatriques doivent donc établir des normes pour plusieurs tranches d'âge (Eisenberg et al., 2000). Le Tableau 3 met en évidence les différents tests pédiatriques d'AVB standardisés, et indique à partir de quel âge ils sont utilisés. Les auteurs débutent leurs tests sur des enfants à partir d'un âge minimum allant de 2 à 12 ans. Cet écart peut trouver quelques explications suivantes.

Certains auteurs de tests tels que l'ATT, le Galker Test ou le PSI considèrent leur test utilisable chez des enfants **avant l'âge de 4 ans**. La cochlée est le seul élément intégralement mature à la naissance, cependant la maturation des voies auditives se poursuit jusqu'à l'âge de quatre ans environ (Fournet & Rocchia, 2014). Dans leur étude, Moore et al. en 2019 se confrontent à un inconvénient majeur qui est le problème de concentration. La durée du test joue également un rôle dans la concentration de l'enfant.

Le développement des voies auditives continue jusqu'à l'âge de 6 ans. De plus à **partir de 6 ans** un enfant a un niveau de vocabulaire considéré comme suffisant selon le matériel vocal utilisé. Dans cette étude la majorité des tests sont administrés dès 5 ans (27%) ou 6 ans (31%).

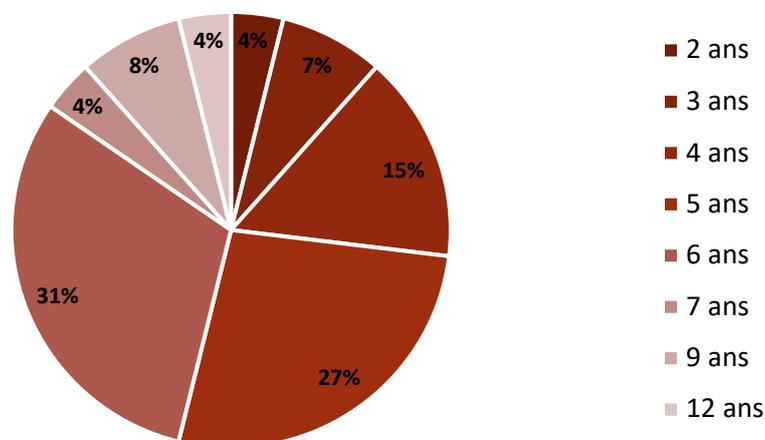


Figure 2 : Graphique secteur représentant le pourcentage d'étude en fonction de chaque âge minimum de test.

L'âge charnière **entre 11 et 13 ans** est celui à partir duquel les performances aux tests sont similaires à celles des adultes. Pour le test FreeHear (Moore et al., 2019), la maturation du seuil de reconnaissance de la parole (SRP) atteint les valeurs de l'adulte vers l'âge de 14-15 ans. Cet âge pivot peut s'expliquer par un défaut de maturation des voies auditives centrales, une stratégie d'écoute peu efficace, le manque d'expérience auditive, un processus langagier et cognitif encore immature. Avec l'âge, l'utilisation des différences d'indices d'intensité et de temps entre les deux oreilles s'améliore.

Les valeurs normatives ne sont pas citées ici à cause de leur très grande diversité due à l'effet d'âge ainsi que la variabilité des conditions de passation et d'administration. Par exemple le HINT-C par Laroche et al. en 2006 donne plusieurs normes de référence de SRP moyens en fonction de l'âge telles que :

- 6 ans → SRP = -1,2 dB RSB
- 7 ans → SRP = -1,5 dB RSB
- 8 ans → SRP = -2,3 dB RSB
- 9 ans → SRP = -2,5 dB RSB
- Adultes → SRP = -4 dB RSB

La maturation continue de la performance de la parole dans le bruit jusqu'à la fin de l'adolescence suggère donc l'utilisation de valeurs de référence en fonction de l'âge.

De plus, **l'audition binaurale** se développe avec l'âge. Elle permet de mesurer deux indices binauraux qui sont nécessaires à l'écoute dans le bruit : le délai de perception entre chaque oreille (Interaural Time Difference – ITD) et la différence de niveau sonore entre les deux oreilles (Interaural Level Difference – ILD). Ces deux fonctions apparaissent **avant l'âge de six mois et se développent jusqu'à l'âge adulte** (Gallois, 2017). L'AVB chez l'enfant permet de dépister une déficience de cette audition binaurale. Par exemple, la salle de classe est un milieu bruyant et réverbérant, la perte des fonctions binaurales a alors un retentissement direct sur les performances scolaires des enfants. L'AVB met en lumière ces difficultés.

2. Caractéristiques techniques

Le Tableau 3 révèle aussi que les tests ont tous des caractéristiques de passation différentes (Goujon, 2012). Cet ensemble de facteurs a un impact sur la passation du test.

Le **matériel vocal** utilisé peut prendre la forme de phonèmes, mots monosyllabiques, mots dissyllabiques ou de phrases. Le PIT (Cameron et al., 2018) est un test qui utilise des phonèmes comme matériel vocal. Ils ont pour avantage de ne pas prendre en compte les capacités de suppléances mentales, par contre il peut être plus difficile pour des enfants de répéter des mots sans significations. Le TMB (Lagacé, 2010) est créé avec un matériel vocal composé de mots monosyllabiques qui sont difficiles et par conséquent sensibles. Ils font cette fois intervenir une forme de suppléance mentale. L'usage de mots dissyllabiques est plus simple donc moins sensible, mais reste un matériel très utilisé pour apprécier les capacités de compréhension comme dans le test MAPPID-N (Yuen et al., 2009). Afin de conserver la concentration des

enfants, l'utilisation de listes de phrases devient plus facile, mais fait appel à beaucoup de suppléance mentale, tel que dans le test BabyBio (Spahr et al., 2014).

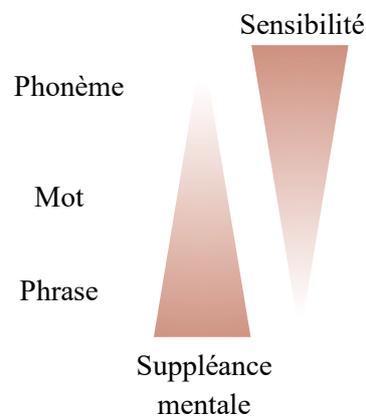


Figure 3 : Synthèses du matériel phonétique en fonction de leur sensibilité et de leur suppléance mentale.

Les **bruits masquant** peuvent être des bruits stationnaires, fluctuants répétitifs, impulsionnels ou comportant des événements acoustiques prévisibles ou imprévisibles. Selon Leibold et al. en 2016, il est plus difficile pour un enfant de séparer le signal du bruit quand ce dernier est un masqueur de parole. L'écoute dans un bruit relativement stable nécessite moins d'expérience d'écoute et de maturation neuronale. En l'occurrence, un test relativement simple pour un adulte peut se révéler être une situation d'écoute difficile pour un enfant. Le choix du bruit dans la construction d'un test est alors primordial. Le test ATT (Summerfield et al., 1994), par exemple, utilise un bruit rose comme signal masquant, qui peut donc faciliter la compréhension du signal vocal. Cependant l'utilisation de bruits stationnaires est peu réaliste par rapport à des bruits discontinus et représentatifs du spectre à long terme de la parole.

Deux **modes d'administration** sont utilisés : la liste ouverte ou la liste fermée. La liste ouverte examine principalement la reconnaissance d'un stimuli sonore, l'enfant répète sans forcément comprendre le message sonore. Cela est rendu possible par la prise d'indices sonores. Dans le HINT-C (Laroche et al., 2006) par exemple, l'enfant doit répéter les phrases qu'il entend, la phrase entière doit être juste. Ce contenu sémantique permet la compréhension du message sonore. La liste fermée cible l'identification du message entendu, et ce que l'enfant assimile, le plus souvent via des images comme le test AAST (Coninx, 2005) où il doit sélectionner une image parmi six autres. Cependant, ce système de réponse peut biaiser les résultats si l'enfant désigne une image au hasard sans avoir entendu le mot. La lecture labiale comme dans le Galcker Test (Lauritsen et al., 2015) est une autre forme de liste fermée, elle permet de capter directement certaines informations de prononciation en complément du message vocal. La passation en liste fermée permet de rendre le moment plus ludique et intéressant pour l'enfant, qui restera concentré plus longtemps.

3. Utilisation clinique

Le Tableau 4 permet d'identifier l'utilisation clinique de chaque test. Idéalement, un test devrait être utilisable en dépistage aussi bien qu'en contrôle prothétique. Cependant les différences techniques ne peuvent s'appliquer qu'à une des deux pratiques.

Pour du **dépistage**, l'utilisation du **casque** est préconisée car il est facilement accessible et administrable. Il permet d'étudier séparément chaque oreille. Cependant cette condition d'administration ne représente pas la réalité. Les avantages de l'écoute binaurale tels que l'effet de sommation, l'effet d'ombre de la tête, et l'effet de démasquage binaural n'interviennent pas. En l'occurrence, l'ATT (Summerfield et al., 1994) qui est réalisé en champ libre réunit ces conditions mais pose des problèmes de calibration. Son matériel vocal simple en liste fermée et son bruit stable permettent une bonne conservation de la concentration des enfants les plus jeunes. Le **DTT** (Denys et al., 2018) est un test de dépistage au casque représentant tous les avantages de rapidité et de calibration que nécessite l'utilisation d'un test en dépistage.

Pour une **utilisation prothétique** et notamment dans l'évaluation du gain prothétique vocal, les tests en **champ libre** sont préconisés. Cela permet de tester la binauralité par l'analyse des sons : verticalité, horizontalité et profondeur du son. Pour cela l'audition doit être la plus symétrique possible, en l'occurrence une différence de 10dB perturbe ces effets binauraux. Ici les tests utilisent de un à trois H-P. En cabine d'audioprothèse la loi impose d'avoir 3 H-P minimum, mais il est conseillé de disposer de 5 H-P afin d'évaluer les capacités de gain binaural. Le PSI (Zheng et al., 2009) nécessite 2 H-P seulement, ce qui lui donne un intérêt dans la mesure du gain prothétique mais pas dans l'évaluation de la binauralité. Comparé au BKB-SIN (Ng et al., 2011) qui se sert de 5 H-P et permet de mettre en application les conditions diotique, dichotique et dichotique inversées, ce qui est un avantage dans la localisation spatiale. A ce niveau, le **HINT-C** (Laroche et al., 2006) est un test complet, représentatif de la réalité et reproductible. De plus il est adapté dans plusieurs langues. Il est vraisemblablement le test recommandé pour les praticiens de l'audition dans la mesure audioprothétique de l'enfant dès l'âge de 6 ans.

4. Limite des tests d'AVB chez l'enfant

Les tests d'AVB chez l'enfant présentent plusieurs limites. Tout d'abord par une utilisation encore limitée par les professionnels de santé. Une consultation est souvent longue pour un enfant, le rajout d'un test comme l'AVB **allonge le temps d'évaluation**, tandis que la concentration de l'enfant est limitée.

De plus, cette pratique **manque de normes de références pédiatriques**. Il est nécessaire d'établir des normes de référence spécifiques par âge au vu de la grande variabilité de réponse entre les jeunes enfants et les plus grands. L'effet d'âge ne permet donc pas d'établir une valeur

normative commune. D'autres facteurs de variabilité inter-sujet entre deux enfants du même âge sont à prendre en compte, tel que le développement social, culturel et environnemental de l'enfant.

Ensuite ce travail révèle qu'il existe un grand nombre de tests d'AVB mais **très peu sont traduits** en français, cela implique une utilisation encore très limitée des tests dans le bruit chez les enfants francophones.

Enfin certains enfants présentant une **surdité avec syndrome** associé peuvent avoir des **difficultés** pour discerner et/ou comprendre la consigne et le matériel vocal du test. Ce défaut de compréhension peut leur créer une anxiété vis-à-vis du professionnel. L'attention peut aussi être plus limitée chez ces enfants.

La disponibilité d'outils de mesure valides faciliterait l'évaluation pédiatrique.

CONCLUSION

Cette revue de la littérature a pour intérêt de dresser un état des lieux des différents tests existants d'audiométrie vocale dans le bruit. Les recherches se sont effectuées via trois bases de données : PubMed, Acoustical Society of America et ScienceDirect. Sur un total de 4248, il est apparu 26 tests différentes et 17 langues disponibles.

L'AVB présente plusieurs intérêts dans le dépistage ou l'évaluation de gain prothétique de l'enfant. Tous d'abord l'AVB permet d'objectiver des pertes auditives qui n'apparaissent pas avec des tests dans le silence, notamment les pertes d'audition unilatérales et les surdités cachées. Dans ce cas-là, le dépistage d'enfant très jeune s'effectue en première intention en champ libre dans le silence. Ces résultats sont biaisés si la perte est asymétrique. Un test dans le bruit en champ libre reflète des difficultés et permet alors de s'interroger directement sur le caractère unilatéral de la perte, cela amène à la mise en place des tests d'investigation précis. De plus, cette grande diversité de test avec la variabilité de critères de passation dispense des utilisations différentes et personnalisables au patient en fonction des objectifs du testeur. Ensuite c'est un test qui prend en compte l'intégrité auditive de l'enfant, notamment sa compréhension, et donne une idée sur le développement de l'enfant. Des normes établies sur des enfants NE sont utiles pour suivre le développement de l'enfant et vérifier qu'il reste dans la moyenne. En l'occurrence, de mauvais résultats scolaires peuvent s'expliquer par une mauvaise compréhension des consignes et des cours dispensés par l'enseignant. L'AVB met en évidence les déficits supraliminaires temporels et spectraux à l'origine des troubles de démasquage de la parole.

Cette étude nous amène à savoir quels sont finalement les tests valables chez l'enfant. En se basant sur les intérêts et les limites, cette analyse met en évidence deux tests exploitables parmi les 26 tests. Le DTT (Denys et al., 2018) est le test qui présente le plus d'intérêt pour du dépistage auditif car il se réalise au casque, tandis que le HINT-C (Laroche et al., 2006) réalisé en champ libre est plus approprié pour de l'utilisation à visée prothétique. Un guide d'utilisation de chaque test est fourni en annexe trois et quatre.

En comparaison, l'étude de Joly et al. en 2020 montre que les tests d'AVB les plus pertinents en français chez l'adulte seraient le Framatrix, le HINT et la Vocale Rapide dans le Bruit (VRB).

Il semblerait que le VRB soit un test pertinent chez l'adulte. Il est disponible en français, rapide et complet. Il peut être administré en champ libre (de 1 ou 5 H-P) comme au casque afin d'évaluer plusieurs conditions. Ce test utilise des phrases scorées au mot clé auquel s'ajoute un bruit masquant de type onde vocale global. Le VRB pourrait montrer un intérêt chez une population pédiatrique.

Dans ce travail, le HINT-C a été adapté en français canadien pour des enfants par Laroche et al. en 2006. Ce test pertinent pourrait être utilisé dans la pratique des professionnels de santé français de France, cependant il existe des différences. Certains mots français canadiens n'ont

pas la même signification en français de France. Il serait alors intéressant de traduire le HINT-C en français couramment utilisé par les enfants en France.

CONFLIT D'INTÉRÊT

L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêt ni aucune source de financement.

Bibliographie

Auzannet, C., & Corboeuf, P. (2016). *La perception auditive dans le bruit chez l'enfant normo-entendant de 7 à 12 ans* [Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophoniste]. Université Paris VI Pierre et Marie Curie.

Bertrand, K., L'Espérance, N., Aranda, J. F., & Ngué, D. M. N. (2014). La méthode de la revue systématique. In *Méthodes qualitatives, quantitatives et mixtes, 2ème édition : Dans la recherche en sciences humaines, sociales et de la santé* (PUQ, p. 884).

Boothroyd, A. (1997). Auditory Development of the Hearing Child. *Scandinave Audiology*, 26(Suppl 46), 9-16.

Bradley, J. S., & Sato, H. (2008). The intelligibility of speech in elementary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(4), 2078-2086. <https://doi.org/10.1121/1.2839285>

Cameron, S., Brown, D., Keith, R., Martin, J., Watson, C., & Dillon, H. (2009). Development of the North American Listening in Spatialized Noise–Sentences Test (NA LiSN-S) : Sentence Equivalence, Normative Data, and Test–Retest Reliability Studies. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20, 128-146. <https://doi.org/10.3766/jaaa.20.2.6>

Cameron, S., Chong-White, N., Mealings, K., Beechey, T., Dillon, H., & Young, T. (2018). The Phoneme Identification Test for Assessment of Spectral and Temporal Discrimination Skills in Children : Development, Normative Data, and Test–Retest Reliability Studies. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29, 135-150. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16145>

Cameron, S., Glyde, H., & Dillon, H. (2011). Listening in Spatialized Noise—Sentences Test (LiSN-S) : Normative and Retest Reliability Data for Adolescents and Adults up to 60 Years of Age. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(10), 697-709. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.10.7>

Coninx, F. (2005). Konstruktion und Normierung des Adaptiven Auditiven Sprach-Test (AAST). *Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie*, 16. <https://www.egms.de/static/en/meetings/dgpp2005/05dgpp045.shtml>

Daubney, L., Thirion, X., & Comte, F. (2013). Le dépistage auditif néonatal systématique en maternité : Analyse d'une controverse. *La Revue Sage-Femme*, 12(6), 235-251. <https://doi.org/10.1016/j.sagf.2013.08.005>

De Carvalho, N. G., Novelli, C. V. L., & Colella-Santos, M. F. (2017). Evaluation of speech in noise abilities in school children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 99, 66-72. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.05.019>

Denys, S., Hofmann, M., Luts, H., Guérin, C., Keymeulen, A., Van Hoeck, K., van Wieringen, A., Hoppenbrouwers, K., & Wouters, J. (2018). School-Age Hearing Screening Based on Speech-in-Noise Perception Using the Digit Triplet Test: *Ear and Hearing*, 39(6), 1104-1115. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000563>

Dillon, H., Mee, C., Moreno, J. C., & Seymour, J. (2018). Hearing tests are just child's play : The sound scouts game for children entering school. *International Journal of Audiology*, 57(7), 529-537. <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1463464>

Dos Santos, L. G., Schafer, E. C., Thibodeau, L., & Tangerino de Souza Jacob, R. (2017). The Brazilian Phrases in Noise Test (PINT Brazil). *Journal of Educational, Pediatric & (Re)Habilitative Audiology*, 23.

Durocher, A., Pazart, L., Dosquet, P., Moquet, M.-J., Perez-Niddam, K., & Cordier, H. (2000). Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations. *Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES)*, 60.

Eisenberg, L. S., Shannon, R. V., Schaefer Martinez, A., Wygonski, J., & Boothroyd, A. (2000). Speech recognition with reduced spectral cues as a function of age. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(5), 2704-2710. <https://doi.org/10.1121/1.428656>

Elliott, L. L. (1979). Performance of children aged 9 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled word predictability. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66(3), 651-653. <https://doi.org/10.1121/1.383691>

Fallon, M., Trehub, S. E., & Schneider, B. A. (2002). Children's use of semantic cues in degraded listening environments. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 111(5), 2242-2249. <https://doi.org/10.1121/1.1466873>

Fournet, F., & Rocchia, M. G. (2014). *La perception auditive dans le bruit chez le jeune enfant normo-entendant et implanté cochléaire* [Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophoniste, Université Paris VI Pierre et Marie Curie]. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01076526>

Gallois, Y. (2017). *Prise e charge de la surdité unilatérale de l'enfant : Effet sur l'audition binaurale et la qualité de vie* [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en médecine]. Université Toulouse III - Paule Sabatier.

Gaul Bouchard, M.-E., Fitzpatrick, E. M., & Olds, J. (2009). Psychometric Analysis of Assessment Tools Used with Francophone Children. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 33(3), 129-138.

Gedda, M. (2015). Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie, la Revue*, 15(157), 39-44. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.004>

Goujon, F. (2012). Audiométrie vocale : Étude de l'intelligibilité dans le bruit chez le normo-entendant et détermination de courbes vocales de références. *Médecine humaine et pathologie*.

HAS. (2013). Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. *Haute Autorité de Santé*.

Holder, J. T., Sheffield, S. W., & Gifford, R. H. (2016). Speech Understanding in Children With Normal Hearing : Sound Field Normative Data for BabyBio, BKB-SIN, and QuickSIN. *Otology & Neurotology*, 37, 50-55. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000907>

INSERM, & Puel, J.-L. (2017, août 10). *Troubles de l'audition / Surdités : Comment préserver et restaurer notre ouïe*. Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale. <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-dinformation/troubles-de-laudition-surdites>

Jansen, S., Luts, H., Wagener, K. C., Frachet, B., & Wouters, J. (2010). The French digit triplet test : A hearing screening tool for speech intelligibility in noise. *International Journal of Audiology*, 49(5), 378-387. <https://doi.org/10.3109/14992020903431272>

JO. (2012). Arrêté du 23 avril 2012 relatif à l'organisation du dépistage de la surdité permanente néonatale. *Journal Officiel de la République Française*, 48/148, 2.

JO. (2018). 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. *Journal Officiel de la République Française*, 7/95, 9.

Joly, C. A., Reynard, P., Mezzi, K., Bakhos, D., Bergeron, F., Bonnard, D., Borel, S., Coez, A., Dejean, F., Mosnier, I., Potier, M., Renard, C., Roy, T., Sterkers-Artières, F., Venail, F., Veillet, E., Vincent, C., & Thai-Van, H. (2020). *Recommandations de la Société Française d'Audiologie (SFA) et de la Société Française d'ORL et de Chirurgie Cervico-Faciale (SFORL) pour la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit chez l'adulte* (p. 60).

Jutras, B., Ducharme-Roy, R., Trudel, M., Lefebvre, S., & Normandin, N. (2012). Étude des valeurs normatives des tests d'écoute de parole en compétition auprès d'enfants d'âge scolaire francophones. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 36(2), 124-141.

Koiek, S., Nielsen, J. B., Kjærbaek, L., Gormsen, M. B., & Neher, T. (2020). A Danish Sentence Corpus for Assessing Speech Recognition in Noise in School-Age Children. *Trends in Hearing*, 24. <https://doi.org/10.1177/2331216520942392>

Kraus, F., Steigenberger, C., Völter, C., Hagen, R., & Shehata-Dieler, W. (2014). Speech Perception in Noise with the “Wuerzburg Speech Test for Children”. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 93(02), 100-106. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1355354>

Lagacé, J. (2009). *Problèmes de perception de la parole dans le bruit chez les enfants qui présentent un trouble du traitement auditif* [Thèse présentée à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Ph.D. en Sciences biomédicales option audiologie]. Université de Montréal.

Lagacé, J. (2010). Développement du test de mots dans le bruit : Mesure de l'équivalence des listes préliminaires sur l'effet d'âge. *Canadian Acoustics*, 38(2), 19-30.

Lagacé, J., Giguère, C., & Pichora-Fuller, K. (2021). The Digit Triplet Test : A Canadian Version. *Canadian Audiologist*, 8(5), 6.

Laroche, C., Vaillancourt, V., Melanson, C., Renault, M.-E., Theriault, C., & Giguere, C. (2006). Adaptation du HINT (Hearing in Noise Test) pour les enfants francophones canadiens et donnees preliminaires sur l'effet d'âge. *Revue d'orthophonie et d'audiologie*, 30(2), 95-109.

Lauritsen, M.-B. G., Kreiner, S., Söderström, M., Dørup, J., & Lous, J. (2015). A speech reception in noise test for preschool children (the Galker-test) : Validity, reliability and acceptance. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 79, 1694-1701. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.07.028>

Leibold, L. J., Yarnell Bonino, A., & Buss, E. (2016). Masked Speech Perception Thresholds in Infants, Children, and Adults. *Ear & Hearing*, 37(3), 345-353. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000270>

Lewis, D., Schmid, K., O'Leary, S., Spalding, J., Heinrichs-Graham, E., & High, R. (2016). Effects of Noise on Speech Recognition and Listening Effort in Children With Normal Hearing and Children With Mild Bilateral or Unilateral Hearing Loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(5), 1218-1232. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-H-15-0207

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions : Explanation and Elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), 1-28. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>

Mealings, K. T., Demuth, K., Buchholz, J., & Dillon, H. (2015). The Development of the Mealings, Demuth, Dillon, and Buchholz Classroom Speech Perception Test. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58, 1350-1362. https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-H-14-0332

Mendel, L. L. (2008). Current considerations in pediatric speech audiometry. *International Journal of Audiology*, 47(9), 546-553. <https://doi.org/10.1080/14992020802252261>

Moore, D. R., Whiston, H., Lough, M., Marsden, A., Dillon, H., Munro, K. J., & Stone, M. A. (2019). FreeHear : A New Sound-Field Speech-in-Babble Hearing Assessment Tool. *Trends in Hearing*, 23. <https://doi.org/10.1177/2331216519872378>

Ng, S. L., Meston, C. N., Scollie, S. D., & Seewald, R. C. (2011). Adaptation of the BKB-SIN Test for Use as a Pediatric Aided Outcome Measure. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(06), 375-386. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.6.6>

OMS. (2016, mars 3). *Déficience auditive chez l'enfant*. Organisation Mondiale de la Santé. <https://www.who.int/topics/deafness/childhood-hearing-loss/fr/>

Prang, I., Parodi, M., Coudert, C., Legoff, S., Exter, M., Buschermöhle, M., Denoyelle, F., & Loundon, N. (2021). The simplified French Matrix. A tool for evaluation of speech intelligibility in noise. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2020.12.003>

Ruscetta, M. N., Arjmand, E. M., & Pratt, S. R. (2005). Speech recognition abilities in noise for children with severe-to-profound unilateral hearing impairment. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69(6), 771-779. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2005.01.010>

SFA, & SFORL. (2020). Quels tests ? Pour quoi faire ? *Audiologie Demain*, 10. <https://audiologie-demain.com/la-vocale-dans-le-bruit-redessine-le-parcours-de-soin/quels-tests-pour-quoi-faire>

Shargorodsky, J., Curhan, S. G., Curhan, G. C., & Eavey, R. (2010). Change in Prevalence of Hearing Loss in US Adolescents. *JAMA*, 304(7), 772-778. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1124>

Sheikh Rashid, M., Dreschler, W. A., & de Laat, J. A. P. M. (2017). Evaluation of an internet-based speech-in-noise screening test for school-age children. *International Journal of Audiology*, 56(12), 967-975. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1378932>

Sheikh Rashid, M., Leensen, M. C. J., & Dreschler, W. A. (2016). Application of the online hearing screening test « Earcheck » : Speech intelligibility in noise in teenagers and young adults. *Noise Health*, 18(85), 312-318. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.195807>

Smits, C., Kapteyn, T. S., & Houtgast, T. (2004). Development and validation of an automatic speech-in-noise screening test by telephone. *International Journal of Audiology*, *43*(1), 15-28. <https://doi.org/10.1080/14992020400050004>

Spahr, A. J., Dorman, M. F., Litvak, L. M., Cook, S. J., Loiseau, L. M., DeJong, M. D., Hedley-Williams, A., Sunderhaus, L. S., Hayes, C. A., & Gifford, R. H. (2014). Development and Validation of the Pediatric AzBio Sentence Lists. *Ear & Hearing*, *35*(4), 418-422. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000031>

Steffens, T. (2003). Oldenburger Kinderreimtest (OLKI) im sprachsimulierenden Störgeräusch (Regensburger Variante). *HNO*, *51*(12), 1012-1018. <https://doi.org/10.1007/s00106-003-0848-4>

Summerfield, Q., Palmer, A. R., Foster, J. R., Marshall, D. H., & Twomey, T. (1994). Clinical evaluation and test-retest reliability of the IHR-McCormick Automated Toy Discrimination Test. *British Journal of Audiology*, *28*(3), 165-179. <https://doi.org/10.3109/03005369409086564>

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

Vaillancourt, V., Laroche, C., Giguère, C., & Soli, S. D. (2008). Establishment of Age-Specific Normative Data for the Canadian French Version of the Hearing in Noise Test for Children: *Ear and Hearing*, *29*(3), 453-466. <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000310792.55221.0c>

Wilson, R. H., Farmer, N. M., Gandhi, A., Shelburne, E., & Weaver, J. (2010). Normative Data for the Words-in-Noise Test for 6- to 12-Year-Old Children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *53*(5), 1111-1121. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0270\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0270))

Yuen, K. C. P., Luan, L., Li, H., Wei, C.-G., Cao, K.-L., Yuan, M., & Lee, T. (2009). Development of the computerized Mandarin Pediatric Lexical Tone and Disyllabic-word Picture Identification Test in Noise (MAPPID-N). *Cochlear Implants International*, *10*(S1), 138-147. <https://doi.org/10.1002/cii.407>

Zheng, Y., Soli, S. D., Wang, K., Meng, J., Meng, Z., Xu, K., & Tao, Y. (2009). Development of the Mandarin pediatric speech intelligibility (MPSI) test. *International Journal of Audiology*, *48*(10), 718-728. <https://doi.org/10.1080/14992020902902658>

Annexes

Table des annexes

Annexe 1 : Liste de contrôle des éléments à inclure dans le rapport d'une revue systématique ou d'une méta-analyse.

Annexe 2 : Formulaire de recueil et d'extraction de données.

Annexe 3 : Guide d'utilisation du Digit Triplet Test (DTT) (Denys et al., 2018).

Annexe 4 : Guide d'utilisation du Hearing In Noise Test for Children (HINT-C) (Vaillancourt et al., 2008).

Annexe 1 : Liste de contrôle des éléments à inclure dans le rapport d'une revue systématique ou d'une méta-analyse.

Section/sujet		Critères de contrôle	Page N° #
TITRE			
Titre	1	Identifier le rapport comme une revue systématique, une méta-analyse, ou les deux.	0
RÉSUMÉ			
Résumé structuré	2	Fournir un résumé structuré incluant, si applicable : contexte ; objectifs ; sources des données ; critères d'éligibilité des études, populations, et interventions ; évaluation des études et méthodes de synthèse ; résultats ; limites ; conclusions et impacts des principaux résultats ; numéro d'enregistrement de la revue systématique.	35
INTRODUCTION			
Contexte	3	Justifier la pertinence de la revue par rapport à l'état actuel des connaissances.	1-4
Objectifs	4	Déclarer explicitement les questions traitées en se référant aux participants, interventions, comparaisons, résultats, et à la conception de l'étude (PICOS).	4
MÉTHODE			
Protocole et enregistrement	5	Indiquer si un protocole de revue de la littérature existe, s'il peut être consulté et où (par exemple, l'adresse web), et, le cas échéant, fournir des informations d'identification, y compris le numéro d'enregistrement.	5
Critères d'éligibilité	6	Spécifier les caractéristiques de l'étude (par exemple, PICOS, durée de suivi) et les caractéristiques du rapport (par exemple, années considérées, langues, statuts de publication) utilisées comme critères d'éligibilité, et justifier ce choix.	5

Section/sujet		Critères de contrôle	Page N° #
Sources d'information	7	Décrire toutes les sources d'information (par exemple : bases de données avec la période couverte, échange avec les auteurs pour identifier des études complémentaires) de recherche et la date de la dernière recherche.	5
Recherche	8	Présenter la stratégie complète de recherche automatisée d'au moins une base de données, y compris les limites décidées, de sorte qu'elle puisse être reproduite.	6
Sélection des études	9	Indiquer le processus de sélection des études (c.-à-d. : triage, éligibilité, inclusion dans la revue systématique, et, le cas échéant, inclusion dans la méta-analyse).	6
Extraction des données	10	Décrire la méthode d'extraction de données contenues dans les rapports (par exemple : formulaires pré-établis, librement, en double lecture) et tous les processus d'obtention et de vérification des données auprès des investigateurs.	6
Données	11	Lister et définir toutes les variables pour lesquelles des données ont été recherchées (par exemple : PICOS, sources de financement) et les suppositions et simplifications réalisées.	6
Risque de biais inhérent à chacune des études	12	Décrire les méthodes utilisées pour évaluer le risque de biais de chaque étude (en spécifiant si celui-ci se situe au niveau de l'étude ou du résultat), et comment cette information est utilisée dans la synthèse des données.	7
Quantification des résultats	13	Indiquer les principales métriques de quantification des résultats (par exemple : ratio de risque, différence entre les moyennes).	7
Synthèse des résultats	14	Décrire les méthodes de traitement des données et de combinaison des résultats des études, si effectué, y compris les tests d'hétérogénéité pour chaque méta-analyse.	8-9
Risque de biais transversal aux études	15	Spécifier toute quantification du risque de biais pouvant altérer le niveau de preuve global (par exemple : biais de publication, rapport sélectif au sein des études).	8-9
Analyses complémentaires	16	Décrire les méthodes des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression), si effectuées, en indiquant celles qui étaient prévues a priori.	8-9
RÉSULTATS			
Sélection des études	17	Indiquer le nombre d'études triées, examinées en vue de l'éligibilité, et incluses dans la revue, avec les raisons d'exclusion à chaque étape, de préférence sous forme d'un diagramme de flux.	10
Caractéristiques des études sélectionnées	18	Pour chaque étude, présenter les caractéristiques pour lesquelles des données ont été extraites (par exemple : taille de l'étude, PICOS, période de suivi) et fournir les références.	11-13

Section/sujet		Critères de contrôle	Page N° #
Risque de biais relatif aux études	19	Présenter les éléments sur le risque de biais de chaque étude et, si possible, toute évaluation des conséquences sur les résultats (voir item 12).	11-13
Résultats de chaque étude	20	Pour tous les résultats considérés (positifs ou négatifs), présenter, pour chaque étude : (a) une brève synthèse des données pour chaque groupe d'intervention ; (b) les ampleurs d'effets estimés et leurs intervalles de confiance, idéalement avec un graphique en forêt (forest plot).	11-13
Synthèse des résultats	21	Présenter les principaux résultats de chaque méta-analyse réalisée, incluant les intervalles de confiance et les tests d'hétérogénéité.	11-13
Risque de biais transversal aux études	22	Présenter les résultats de l'évaluation du risque de biais transversal aux études (voir item 15).	11-13
Analyse complémentaire	23	Le cas échéant, donner les résultats des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression [voir item 16]).	14-15
DISCUSSION			
Synthèse des niveaux de preuve	24	Résumer les principaux résultats, ainsi que leur niveau de preuve pour chacun des principaux critères de résultat ; examiner leur pertinence selon les publics concernés (par exemple : établissements ou professionnels de santé, usagers et décideurs).	16-19
Limites	25	Discuter des limites au niveau des études et de leurs résultats (par exemple : risque de biais), ainsi qu'au niveau de la revue (par exemple : récupération incomplète de travaux identifiés, biais de notification).	19-20
Conclusions	26	Fournir une interprétation générale des résultats dans le contexte des autres connaissances établies, et les impacts pour de futures études.	21-22
FINANCEMENT			
Financement	27	Indiquer les sources de financement de la revue systématique et toute autre forme d'aide (par exemple : fourniture de données) ; rôle des financeurs pour la revue systématique.	22

Annexe 2 : Formulaire de recueil et d'extraction de données.

Grille de synthèse : Les tests pédiatriques d'audiométrie vocale dans le bruit standardisés :
revue systématique de la littérature.

Titre :

Auteur(s) :	
.....	
Date :	Type de document :
Publication :	
Volume / Numéro :	Langue :

Population étudiée :

Âge : Taille de la cohorte :

Test étudié :

Nom : Langue utilisée :

Méthodologie de l'étude :

Condition de passation :

Administration :

Procédure :

Matériel vocal : Bruit perturbant :

Notation :

Durée : Valeur déterminée :

Reproductibilité :

Re-test effectué : Oui / Non

Cohorte : La même / Différente

Intervalle de temps :

Principaux résultats / Utilisation :

.....
.....

Annexe 3 : Guide d'utilisation du test DTT (Denys et al., 2018) .

Contexte

Le Digit Triplet Test (**DTT**) a été développé par Smits et al. en 2004 pour des adultes Néerlandais. C'est un test adaptatif de perception de la parole dans le bruit au casque. Il utilise des combinaisons de trois chiffres, les triplets, comme matériel vocal. Ce test mesure le Seuil de Réception de la Parole (SRP). En 2018, Denys et al. étudient le DTT chez des enfants en langue **Flamande**. Lagacé et al. en 2021 développent le test pédiatrique en français et établissent des données normatives préliminaires. La population étudiée par Denys et al. est âgée de **9 à 12 ans**. Le DTT est un test à **visée de dépistage** auditif.

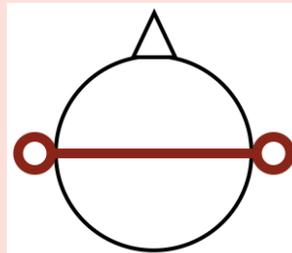
Matériel audio

Le matériel vocal se compose de dix listes de triplets de chiffres prononcés par une voix de femme en Flamand. Ces chiffres monosyllabiques sont peu contextuels et très familiers.

Le masqueur est un bruit continu en forme de parole.

Condition d'écoute

Le test est réalisé en monaural au **casque**.



Procédure

La durée du test est d'environ six minutes. Le déroulement du test est automatique et les combinaisons sont rendues aléatoires. La phase d'entraînement se compose de la présentation de cinq triplets. Une oreille après l'autre, 27 combinaisons de trois chiffres sont présentées de manière adaptative. Le bruit est maintenu à 65dB SPL durant toute la durée du test. Le test débute avec un Rapport Signal sur Bruit (RSB) de 0dB puis est ajusté par pas de 2 dB. Il est augmenté si la réponse est incorrecte ou diminué si la réponse est correcte. La combinaison de trois chiffres doit être répétée entièrement sans erreur pour être correcte. Les réponses sont saisies par le sujet lui-même sur l'interface utilisée (téléphone, tablette, ordinateur). Le SRP est calculé comme la moyenne du RSB des 21 derniers triplets présentés et d'un 28ème triplet non présenté (imaginaire).

Résultats

Les SRP de référence sont prédits pour les différents âges, tels que :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| - 9 ans → SRP = -9,7 dB RSB | - 13 ans → -10,3 dB RSB |
| - 10 ans → SRP = -9,8 dB RSB | - 14 ans → -10,5 dB RSB |
| - 11 ans → SRP = -10 dB RSB | - 15 ans → -10,6 dB RSB |
| - 12 ans → SRP = -10,1 dB RSB | - 16 ans → -10,8 dB RSB |

Annexe 4 : Guide d'utilisation du test HINT-C (Vaillancourt et al., 2008).

Contexte

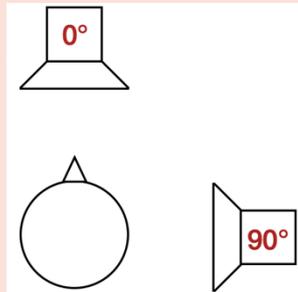
Le Hearing In Noise Test for Children (**HINT-C**) a été développé par Vaillancourt et al. en 2008 en **français canadien** pour évaluer la capacité des enfants à reconnaître la parole dans le bruit. Il s'adresse à une population pédiatrique âgée de **6 à 12 ans**. C'est un test adaptatif de perception de la parole dans le bruit en champ libre. Il utilise des phrases courtes comme matériel vocal. Ce test mesure le Seuil de Réception de la Parole (SRP) pour plusieurs conditions d'écoute. Le HINT-C est un test à **visée prothétique** notamment dans la mesure du gain prothétique et de l'apport de la binauralité.

Matériel audio

Le matériel vocal est composé de 17 listes de 10 phrases courtes (cinq à sept syllabes) phonétiquement équilibrées. Il est énoncé par une voix de femme en français canadien. Le bruit correspond au spectre de parole du matériel vocal utilisé.

Condition d'écoute

Le test est réalisé en champ libre dans plusieurs conditions de passation : silence, diotique, dichotique et dichotique inversé. Les deux haut-parleurs sont situés à 1m du sujet et espacés de 90° de telle sorte :

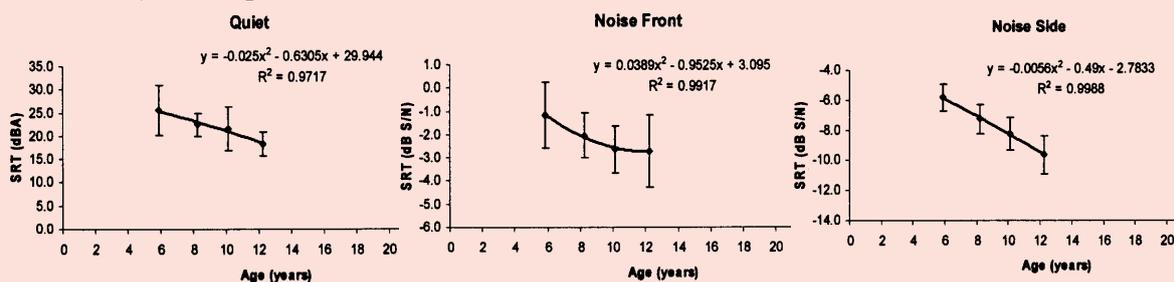


Procédure

Le déroulement du test est automatique et l'ordre de présentation des listes et des phrases à l'intérieur d'une liste est généré de manière aléatoire par le logiciel HINT. Une liste d'entraînement de dix phrases est d'abord présentée dans le calme. La première phrase d'une liste est présentée à 20 dB A dans la condition calme, à 0 dB RSB dans la condition bruit de face, et à 5 dB RSB dans les conditions bruit à droite et bruit à gauche. Le niveau de parole est réduit si la répétition de la phrase entière est correcte, il est augmenté si la phrase est incorrecte. Des pas de 4 dB sont utilisés pour les quatre premières phrases puis des pas de 2 dB par la suite. Le niveau de bruit reste fixe à 65 dB A. Le SRP est estimé comme le niveau moyen de Rapport Signal sur Bruit (RSB) des phrases cinq à onze (imaginaire).

Résultats

Les SRP pour les phrases en fonction de l'âge pour chaque condition du HINT (quiet = calme ; noise front = bruit de face ; noise side = bruit de côté ; SRT = Speech Recognition Threshold) sont représentés :



Résumé

LES TESTS PÉDIATRIQUES D'AUDIOMÉTRIE VOCALE DANS LE BRUIT STANDARDISÉS : REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE.

AUTEUR : Mathilde Mazet

MAÎTRE DE MÉMOIRE : Docteur Nicolas Vannson

LIEU ET DATE DE SOUTENANCE : Toulouse, le 24 septembre 2021.

Introduction : La déficience auditive est un obstacle au développement du langage, à l'éducation et à l'interaction sociale. Le dépistage néonatal des surdités congénitales a été mis en place en France en 2012. Si le résultat est normal, l'enfant est considéré comme normo-entendant et n'est plus suivi. Par la suite, la procédure la plus courante pour tester l'audition est l'audiométrie tonale et vocale. La reconnaissance d'items sonores dans le bruit permet notamment de faire apparaître des pertes d'auditions unilatérales. De plus, depuis 2019, la loi impose aux audioprothésistes d'effectuer des tests d'audiométrie dans le bruit chez l'adulte comme chez l'enfant. Pour cela il est nécessaire de disposer de tests pédiatriques adaptés et normés. L'objectif de cette étude est de dresser un état des lieux des tests pédiatriques d'audiométrie vocale dans le bruit disponibles dans le monde.

Matériel et Méthode : Cette revue de la littérature s'est effectuée dans les revues PubMed, Acoustical Society of America et ScienceDirect, à l'aide de mots-clés liés à la parole, l'intelligibilité ou la compréhension, l'audiométrie, l'audition, l'enfant et le bruit. Les articles sont brassés, puis les données sont extraites à l'aide d'une grille de lecture. Chaque test est détaillé dans un tableau selon les critères suivants : l'âge, le type de matériel vocal et de bruit, les conditions d'écoute, la méthode de RSB utilisée et d'administration possibles, la notation, la durée de la passation, les traductions existantes, la référence princeps, ainsi que le niveau de preuve. Ensuite, ces tests sont scorés selon leur utilisation clinique ou audioprothétique.

Résultat : La recherche a fourni au total 4248 articles. Il est apparu 26 tests différents et 17 langues disponibles. Parmi eux le FRA-SIMAT est traduit en français de France, tandis que le HINT-C, le SSI-ICM et le TMB sont traduits en français canadien. Pour du dépistage, l'AAST, l'ATT, le DTT, le Earcheck, et le Kinderhoortest sont des tests rapides, accessibles et applicables dès l'âge de cinq ans. Pour un usage prothétique le BKB-SIN, le FreeHear et le HINT-C sont les tests les plus complets. Cependant ils n'ont pas d'équivalent francophone.

Conclusion : Les performances dans le bruit évoluent tout au long du développement de l'enfant. Les voies auditives sont matures à six ans, et à partir de 13 ans les résultats sont similaires à ceux des adultes. Il semble pertinent de réaliser des normes pédiatriques en français et tenant compte de l'effet d'âge. En se basant sur les intérêts et les limites, notre analyse met en évidence deux tests exploitables : le **DTT** réalisé au casque présente le plus d'intérêt pour le **dépistage** auditif, et le **HINT-C** réalisé en champ libre est plus approprié pour de l'utilisation à visée **prothétique**. Pour finir, il semblerait que le VRB soit un test pertinent chez l'adulte, son développement chez une population pédiatrique pourrait montrer un grand intérêt.

Mots clés : revue systématique, audiométrie, vocale, bruit, pédiatrie.