

Étude d'une approche d'intervention dans le cas de difficultés d'écoute chez les enfants d'âge scolaire

Jacynthe Bigras

Thèse soumise à l'Université d'Ottawa
dans le cadre des exigences du programme
Doctorat en philosophie Sciences de la réadaptation

École des sciences de la réadaptation
Faculté des sciences de la santé
Université d'Ottawa

© Jacynthe Bigras, Ottawa, Canada, 2024

Résumé général

Les enfants ayant un développement neurotypique doivent déployer un effort considérable pour écouter en présence de bruit. Cet effort est encore plus marqué chez les enfants ayant des difficultés d'apprentissage. En effet, plusieurs de ces enfants présentent également des difficultés d'écoute particulièrement dans le bruit ou un trouble du traitement auditif. Cette thèse propose une approche d'intervention novatrice et des outils pour explorer de l'effet de cette intervention sur les capacités d'écoute et la participation à l'aide d'un devis expérimental à cas unique à niveaux de base multiple non simultané.

Dans la première phase, une revue de la portée a été effectuée pour identifier et synthétiser les études récentes sur les interventions destinées aux enfants d'âge scolaire présentant des difficultés de traitement auditif ou un trouble de traitement auditif. Des interventions visant les habiletés cognitives et langagières, ainsi que l'utilisation de prothèses auditives et d'aide de suppléance à l'audition ont été répertoriées. La majorité des approches d'intervention étaient des entraînements auditifs. La revue a souligné le manque d'outils disponibles pour mesurer la perception des enfants quant aux changements apportés par les interventions et a mis en évidence la nécessité de mener des recherches supplémentaires sur les interventions *Top-Down*.

Dans la deuxième phase, deux outils de mesure du rendement ont été conçus pour explorer les changements de manière répétée dans le cadre du devis à cas unique. Le Test de phrases filtrées (TPF) a été développé pour explorer la capacité à utiliser le contexte des phrases pour identifier un mot-clé dans des conditions d'écoute défavorables. Le TPF comprend des phrases dégradées par un filtre passe-bas centré à 750 Hz. Le Questionnaire des Situations d'Écoute Difficiles (QSED) a été élaboré pour identifier les situations d'écoute les plus difficiles et les plus importantes pour les

enfants et a été soumis à une évaluation de la validité de contenu par un comité d'experts, ainsi que d'une évaluation de la validité apparente auprès d'enfants.

Dans la troisième et dernière phase, des enfants ayant des difficultés d'écoute en présence de bruit ou de parole compétitive ont suivi un programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication, nommé RéBriCo (Réparation des Bris de Communication), développé par l'auteure de cette thèse. L'effet de ce programme sur les capacités d'écoute et la participation de ces enfants a été exploré. Cinq participants âgés de 8 à 11 ans ont suivi des séances hebdomadaires de 60 minutes. Divers outils de mesure du rendement ont été utilisés, soit un test de perception de la parole dégradée, un test de perception de la parole dans le bruit, une épreuve évaluant la compréhension de paragraphes présentés à l'orale, et des épreuves évaluant la mémoire auditive et la mémoire de travail. Des mesures de potentiels évoqués auditifs de latence longue (P1-N1-P2-N2) ont été effectuées. L'effet du programme sur la participation dans les activités de la vie quotidienne a été évalué grâce à des questionnaires remplis par les enfants et les parents ainsi que des vidéos où les enfants apprenaient à jouer à des jeux de cartes tout en vivant de multiples bris de communication. Les résultats ont montré que ce programme peut améliorer certaines capacités d'écoute et la participation des enfants dans leur vie quotidienne. Les outils conçus, le QSED et le TPF, ont montré leur utilité pour mesurer les changements au cours des interventions. Les résultats ouvrent la voie à des recherches futures pour optimiser les interventions en audiologie et améliorer la qualité de vie des enfants ayant des difficultés d'écoute notamment dans le bruit.

Table des matières

Résumé général	ii
Table des matière	iv
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	x
Liste des abréviations et des acronymes.....	xii
Remerciements.....	xiv
 CHAPITRE 1 : Introduction	1
1.1 Problématique clinique	1
1.2 Pertinence et retombées	10
1.3 Objectif principal et questions de recherche.....	9
1.4 Organisation de la thèse	11
1.5 Références	16
 CHAPITRE 2 : Analyse documentaire et cadre théorique	25
2.1 Article 1 - Interventions for School-Aged Children with Auditory Processing Disorder: A Scoping Review	26
Abstract	26
1. Introduction	26
2. Materials and Methods	29
3. Results	32
4. Discussion	47
5. Conclusion	50
Conflicts of interest.....	51
Acknowledgements.....	51
Appendix A (Table A1)	53
Appendix B (Table A2)	58
References	65
2.2 Approche d'intervention <i>Top-Down</i>	69
2.3 Approche d'intervention métacognitive et métalinguistique selon le modèle de la CIF.....	72
2.4 Références	77
 CHAPITRE 3 –Outils de mesure développés pour le devis à cas unique.....	80
3.1 Introduction	80
3.2 Développement du TPF	81
3.2.1 Justification du développement du TPF	81
3.2.2 Méthodologie	83
3.2.3 Résultats et discussion	85
3.3 Développement du QSED : Article 2 - Élaboration et validation d'un questionnaire évaluant l'efficacité des interventions chez des enfants francophones d'âge scolaire ayant des difficultés de traitement auditif	89
Résumé.....	90
1. Introduction.....	91
2. Phase 1 – Élaboration du QSED et mesure de validité de contenu.....	97

3. Phase 2 – Essais sur le terrain (validité apparente).....	105
4. Discussion.....	111
5. Conclusion	114
Remerciements	115
Conflits d'intérêts	115
6. Références.....	116
Annexe 1.....	128
Annexe 2.....	129
Annexe 3.....	130
3.4 Références.....	131

CHAPITRE 4 : I Effet du programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication (RéBriCo) sur le fonctionnement des enfants qui ont des difficultés d'écoute.....133

4.1 Description du programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication (RéBriCo).....	133
4.2 Effet du programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication (RéBriCo).....	145
4.2.1 Description des participants et expérience linguistique	147
4.2.2 Article 3 : Improving Communication Breakdown Repair in Children with Listening Difficulties: A Single-Subject Study	152
Abstract	153
1. Introduction	154
2. Methods	160
3. Results	174
4. Discussion.....	189
5. Conclusion	196
Acknowledgements.....	194
Conflicts of interest.....	194
6. References	195
Appendix 1.....	207
Appendix 2.....	208
Appendix 3.....	209
Appendix 4.....	210
Appendix 5.....	211
4.2.3 Mesures complémentaires.....	212
4.2.3.1 Habiletés sociales et problèmes de comportement.....	212
4.2.3.2 Potentiels évoqués auditifs de latence longue (PEALL).....	216
4.2.3.3 Mesures d'utilisation des stratégies de réparation de bris de communication à l'aide de scénarios filmés.....	224
4.3 Références.....	238

CHAPITRE 5 : Discussion générale et conclusion.....244

5.1 Effet du programme RéBriCo sur les capacités d'écoute.....	245
5.1.2 Perception de la parole dont les composantes acoustiques sont dégradées.....	245
5.1.3 Perception de la parole dans le bruit.....	245

5.1.4 Habiletés langagières et cognitives.....	246
5.2 Effet du programme RéBriCo sur PEALL	247
5.3 Effet du programme sur la participation des enfants dans les activités de la vie quotidienne..	248
5.3.1 Perception des enfants selon le LIFE-R.....	248
5.3.2 Perception des parents selon le ECLiPS.....	248
5.3.3 Perception de la performance et de la satisfaction des enfants et de leur parent.....	249
5.3.4 Habiletés sociales et comportements problématiques.....	250
5.3.5 Utilisation des stratégies de réparation de bris de communication.....	250
5.4 Expérience linguistique et effets du programme d'intervention RéBriCo.....	251
5.5 Repenser l'évaluation de l'impact des interventions en milieu clinique.....	253
5.6 Approches <i>Top-Down</i> et <i>Bottom-Up</i> : Vers des interventions centrées sur le fonctionnement et la participation.....	256
5.7 Utilité clinique.....	259
5.8 Limites de l'étude.....	260
5.9 Orientations futures.....	262
5.10 Conclusion générale.....	264
5.11 Références.....	265
CHAPITRE 6 – Déclaration de co-rédaction.....	270
ANNEXES	
Annexe 1 - Table S1: Characteristics of intervention studies for children who have an APD or AP difficulties.....	272
Annexe 2 – Certificat d'approbation éthique.....	291
Annexe 3 - Formulaire de consentement pour la phase 2.....	293
Annexe 4 - Formulaire de consentement pour la phase 3.....	296

Note aux lectrices et aux lecteurs : Veuillez noter que cette thèse n'inclut pas de bibliographie intégrale; chaque chapitre, y compris les manuscrits scientifiques inclus, contient sa propre liste de références, spécifiquement liée aux sources utilisées dans ledit chapitre.

Liste des tableaux

Chapitre 2 : Article 1

1	Search strategy for Medline (Ovid), completed on 10 August 2023.....	30
2	Description of studies.	34
A1	Outcome measures in intervention studies for children with an auditory processing disorder or auditory processing difficulties.	53
A2	Intervention characteristics for children with an auditory processing disorder or auditory processing difficulties.	58

Chapitre 3

3.1	Exemples de phrases hautement prévisibles et faiblement prévisibles.....	82
3.2	Coefficients de corrélation intraclasse et intervalles de confiance obtenus pour le score total, les phrases HP et les phrases FP du TPF avec un filtre passe-bas de 750 Hz.....	86
3.3	Moyenne des scores et comparaisons pour le TPF lors des trois temps de mesure avec un filtre passe-bas de 750 Hz.	88

Chapitre 3 : Article 2

1	Caractéristiques du panel d'experts.....	101
2	Indice de validité de contenu de chaque énoncé (IVC-É) pour la clarté et la représentativité évaluées par les 12 experts.	103
3	Domaines évalués par le questionnaire des situations d'écoute difficiles.....	104
4	Domaines et items évalués par le questionnaire QQ-10 (Moores et al., 2012) et les questions adaptées et traduites en français.....	108
5	Résultats obtenus auprès des enfants et des parents au questionnaire QQ-10 (traduit et adapté de Moores et al., 2012).	109
6	Commentaires des enfants et des parents concernant la version originale du QSED.....	110

Chapitre 4

4.1	Activités visant la réparation des bris de communication permettant d'intégrer une approche métacognitive et métalinguistiques lors des séances d'intervention hebdomadaire.....	142
-----	--	-----

4.2	Plan de l'intervention.	143
4.3	Plan initial de l'étude.	147
4.4	Expérience linguistique des participants selon les résultats au Language Background Questionnaire (LBQ) (Sabourin et al., 2016) et le Language Mixing Questionnaire (LMQ) (Byers-Heinlein, 2013).	149
4.5	Résultats du <i>Social Skills and Improvement Systems</i> (Gresham & Elliott, 2008) rempli par les parents avant et après l'intervention.	213
4.6	Valeurs de la latence des ondes P1-N1-P2-N2 lors des deux mesures électrophysiologiques pré-intervention (Pré 1, Pré 2) et de la mesure post-intervention (Post 1).....	220
4.7	Valeurs de l'amplitude des ondes P1-N1-P2-N2 lors des deux mesures électrophysiologiques pré-intervention (Pré 1, Pré 2) et de la mesure post-intervention (Post 1).	223
4.8	Catégories et codes utilisés pour l'analyse des segments insérés dans la grille d'analyse des transcriptions des activités scénarisées et filmées.	229

Chapitre 4 : Article 3

1	Participant details.....	162
2	Participants' linguistic experiences.	163
3	Strategies practiced for repairing communication breakdowns.....	169
4	Activities targeting metalinguistic and metacognitive skills.....	170
5	Key and challenging situations identified by Participant 1 in the QSED.....	174
6	Summary of Participant 1's analysis of both the TPF and QSED data.....	175
7	Key and challenging situations identified by Participant 2 in the QSED.....	177
8	Summary of Participant 2's analysis of both the TPF and QSED data.....	177
9	Key and challenging situations identified by Participant 3 in the QSED.....	179
10	Summary of Participant 3's analysis of both the TPF and QSED data.....	179
11	Key and challenging situations identified by Participant 4 in the QSED.....	181
12	Summary of Participant 4's analysis of both the TPF and QSED data.....	182

13	Key and challenging situations identified by Participant 5 in the QSED.....	183
14	Summary of Participant 5's analysis of both the TPF and QSED data.....	184
15	Children's results on the pre- and post-intervention outcome measures.....	186
16	Parent's pre- and post-intervention results for the ECLiPS.....	188

Liste des figures

Chapitre 1

- 1.1 Schéma de la démarche méthodologique répartie à travers les chapitres 2, 3 et 4 en vue de répondre aux questions de recherche.15

Chapitre 2 : Article 1

- 1 Systematic process to select relevant evidence related to interventions in children with auditory processing disorder or difficulties is illustrated the PRISMA flow diagram.....33

Chapitre 2

- 2.1 Classification internationale du fonctionnement du handicap et de la santé (CIF) (Organisation mondiale de la santé, 2001).73

Chapitre 4

- 4.1 Schéma de la méthode scientifique illustrant les étapes pour résoudre un bris de communication dans le contexte de la présente étude (Gravel, 2018).....136
- 4.2. Stratégies de réparation de bris de communication pratiquées pour réparer les bris de communication (inspiré de Fortin et al., 2024; Plante & Paquet, 2013; Tye-Murray, 2015).....144
- 4.3 Illustrations de la couverture des boîtiers pour chaque jeu de cartes.225
- 4.4 Nombre de stratégies utilisées par les quatre participants pour réparer les bris de communication pendant les activités filmées avant et après l'intervention231
- 4.5 Pourcentage de bris de communication réparés par les quatre participants pendant les activités filmées avant et après l'intervention233
- 4.6 Pourcentage d'utilisation des différents types de stratégies de réparation avant et après l'intervention.....235

Chapitre 4 : Article 3

- 1 Visual overview of the three phases of the non-concurrent single-case experimental design (SCED).....170
- 2 Average performance and satisfaction ratings of Participant 1 and the parent for the five situations identified in the QSED.....207
- 3 Total, HP Sentences, and LP sentences scores of the TPF for Participant 1207

4	Average performance and satisfaction ratings of Participant 2 and the parent for the five situations identified in the QSED.	208
5	Total, HP Sentences, and LP sentences scores of the TPF for Participant 2.	208
6	Average performance and satisfaction ratings of Participant 3 and the parent for the five situations identified in the QSED.	209
7	Total, HP Sentences, and LP sentences scores of the TPF for Participant 3.	209
8	Average performance and satisfaction ratings of Participant 4 and the parent for the five situations identified in the QSED.	210
9	Total, HP Sentences, and LP sentences scores of the TPF for Participant 4.	210
10	Average performance and satisfaction ratings of Participant 5 and the parent for the five situations identified in the QSED.	211
11	Total, HP Sentences, and LP sentences scores of the TPF for Participant 5.	211

Liste des abréviations et acronymes

A-B

a = année ; ABR = Auditory brainstem response; ACPT = Auditory Continuous Performance Test; ADHD = Attention deficit/hyperactivity disorder; AEP = Auditory evoked potential; AFG = Auditory figure ground; AFT = Auditory Fusion Test; AoI = age of immersion; AP = Auditory processing; APD = Auditory processing disorder; ASD = Autism spectrum disorder; AT = Auditory training; AWMA = Automated Working Memory Assessment; BASC-2 = Behavior Assessment System for Children-second edition; BIC = Binaural interaction component; BU = Bottom-Up;

C-E

c-ABR = Complex auditory brainstem response; CASL = Comprehensive Assessment of Spoken Language; CCC-2 = Children's Communication Checklist—Second Edition; CCI = Coefficient de corrélation intraclasse; CDTT = Canadian Digit Triplet Test; CELF = Évaluation clinique des notions langagières fondamentales, Version pour francophones du Canada; CELF-4 = Clinical Evaluation of Language Fundamentals®—Fourth Edition; CHAPS = Children's Auditory Performance Scale; CIF = Classification internationale du fonctionnement du handicap et de la santé; CMAA = Concurrent minimum audible angle; CANS = central auditory nervous system; CPO = compréhension de paragraphe à l'orale; CRW = Compressed and reverberated words; CS = Competing sentences; CVN = Consonant-vowel in noise; CWT= Competing Words Test; DCV = Dichotic consonant vowel; (D)DDT = (Double) Dichotic Digits Test; DPT = Duration Pattern Test; EAS = environmental and auditory sensitivity; ECA = Échelle des comportements auditifs; ECLIPS = Evaluation of Children's Listening and Processing Skills; EDC = Écoute dichotique de chiffres; EVIP = échelle de vocabulaire en images Peabody;

F-L

FAPC = Fisher's Auditory Problem Checklist; FM = Frequency modulation; FP = faiblement prévisible; FPT = Frequency Pattern Test; FW = Filtered words; GDT = Gap Detection Test; GIN = Gaps in noise; HINT = Hearing in Noise Test; HP = hautement prévisible ou highly predictable; ICC = Intraclasse correlation coefficient; IQ = Intelligence quotient; IVA-CPT = Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test; IVC = indices de validité de contenu; IVC-É = indices de validité de contenu – énoncé; L2 = second language; LBQ = Language Background Questionnaire; LEB = Logiciel d'écoute dans le bruit; LIFE = Listening Inventory for Education; LIFE-R = Listening Inventory for Education—Revised; LIFE-UK = Listening Inventory for Education—United Kingdom Edition; LiSN & Learn = Listening in Spatialized Noise Training; LiSN-S = Listening in Spatialized Noise (sentences test); L/L/L = language/literacy/laterality; LMQ = Language Mixing Questionnaire; LP = low predictability; LPFS = Low-pass filtered speech;

M-Q

m = mois; MAPA = Multiple Auditory Processing Assessment; MCRO = Mesure canadienne du rendement occupationnel; MF = modulation de fréquence; MHAVIE = Mesure des habitudes de vie; MLD = Masking level difference; MLR = Middle latency response; MoA = manner of acquisition; mSAAT = Monaural Selective Auditory Attention Test; NH = Normal hearing; NR = Number Repetition; NR-F = Number Repetition – forward; NR- B = Number Repetition – backward; NVDA = Dichotic nonverbal directed attention; NVDT = Nonverbal Dichotic Test; OMS = Organisation mondiale de la Santé; PCWT = Persian Competing Words Test; PCST = Persian Competing Sentences Test; PEALL = potentiels évoqués auditifs de latence longue; PER

= Programa de Escuta no Ruído; PND = percentage of nonoverlapping data; P-PST = Persian Phonemic Synthesis Test; PPST = Pitch Pattern Sequence Test; PPT = Pitch Pattern Test; PRDDT = Persian Randomized Dichotic Digits Test; PPVT = Peabody Picture Vocabulary Test; PRISMA-ScR = Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis extension for scoping reviews; PSI = Pediatric speech intelligibility; PSS = pragmatic and social skills; PTA = Purtone average; QQ-10 = Questionnaire Assessing Questionnaires; QSED = Questionnaire des situations d'écoute difficile; QUIL = Quick Interactive Language Screener;

R-S

RAMST = Revised Auditory Memory and Sequencing Test; RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; RCT = Randomized controlled trial; RDDT = Randomized Dichotic Digits Test; REA = Right-ear advantage; RGDT = Random Gap Detection Test; RN = Répétition de nombre; RN-D = Répétition de nombre – direct; RN-I = Répétition de nombre – indirect; RN-T = Répétition de nombre – total; SAB = Scale of Auditory Behaviours; SAP = speech and auditory processing; SAT = School Achievement Test; SCAN-C/A = Test for Auditory Processing Disorders in Children—Revised/Adolescents and Adults; SCED = single-case experimental design; SIFTER = Screening Instrument For Targeting Educational Risk; SIN = Speech in noise; SLD = specific learning disorder; SNAC = système nerveux auditif central; SNR = Signal-to-noise ratio; SPD = Spatial processing disorder; SPIN-IE = Speech-in-Noise in Indian English Test; SRT = Speech reception threshold; SSI-ICM = Synthetic Sentence Identification with Ipsilateral Competitive Message; SSN = Speech in spatial noise; SSQ = Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale Questionnaire/ Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale for Children with Auditory Processing Disorder; SSW = Staggered Spondaic Word; STM = Spectro-temporal modulation;

T-Y

TA = traitement auditif; TCTC = Test canadien de triplets de chiffres; TD = Top-Down; TDAH = trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité; TEACH = Test of Everyday Attention for Children; TEAP = Teacher Evaluation of Auditory Performance; TMB = Test de mots dans le bruit; TPB = Test de phrases dans le bruit; TPF = Test de phrases filtrées; TTA = trouble de traitement auditif; USP = Understanding Spoken Paragraphs; UO = University of Ottawa; WIN = Words in Noise Test; y = year.

Remerciements

Il est 6 h 30. Ça fait déjà une heure que je suis debout. Au moment où j'écris ces quelques lignes pour souligner l'appui des personnes qui ont été des piliers pour la réussite de ma thèse et mon doctorat, j'entends mon garçon se préparer un bol de Lucky Charms, repas qui donne de l'autonomie à mes enfants et me permet d'acheter quelques minutes de plus pour écrire. À ce point de mes études, les protéines, les vitamines et les minéraux sont le dernier de mes soucis. J'entends le sac ouvrir et des céréales tomber à côté du bol, sur le comptoir et sur le plancher. Mon chien les mangera. La porte du réfrigérateur ouvre. Mon garçon grimpe à l'intérieur pour prendre le lait qui est sur l'étagère la plus élevée. J'arrête de respirer et j'écoute en espérant ne pas entendre un dégât. Je continue d'écrire. Je suis à mon bureau dans le sous-sol. À ma gauche, un mur rempli de collants de la Pat Patrouille. Un vestige de ma fille qui s'occupe pendant que j'écris. À ma droite, de la poussière sur les marches d'escalier, un rappel que j'en ai trop dans mon assiette. Devant moi, une photo des stratégies de communication et une photo de ma famille. Ma fille se réveille et rejoint mon garçon dans la cuisine. J'espère que les Lucky Charms me donneront encore quelques minutes pour écrire. J'entends des pas se diriger vers le sous-sol. On m'appelle pour gérer le litige du siècle : le nombre de guimauves dans chacun des bols des enfants est inégal.

On m'a souvent demandé comment j'ai fait pour faire un doctorat avec des enfants et pendant une pandémie. En réalité, j'ai voulu lâcher 30 000 fois. Je suis encore surprise d'avoir soumis ma thèse. Il va sans dire que, si j'ai « fini par finir », c'est en grande partie parce que plusieurs personnes ont cru en moi, et souvent cru en moi plus que moi-même. Je tiens donc à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette thèse.

Tout d'abord, un immense merci à ma directrice de thèse, Professeure Josée Lagacé, pour son encadrement exceptionnel, ses conseils avisés et son soutien indéfectible tout au long de ce parcours. Son expertise et sa bienveillance ont été inestimables. Mon enthousiasme pour le trouble du traitement auditif trouve en grande partie son origine dans mon stage clinique de 2008, sous ta supervision avec ton xylophone. Je suis profondément reconnaissante pour ton engagement envers la communauté étudiante, clinique et académique. Je souhaite pouvoir accomplir autant dans mon propre parcours professionnel.

Je remercie également les membres de mon comité de thèse, Professeur Benoît Jutras, Professeure Jacinthe Savard et Professeure Laura Sabourin pour leurs précieux retours, leur disponibilité, et leurs suggestions constructives qui ont grandement enrichi cette recherche. Vous êtes tous les trois des personnes inspirantes qui contribuent à l'avancement de la belle profession de l'audiologie, les connaissances sur les difficultés d'apprentissage, la réadaptation ou le langage. J'ai eu la chance inestimable de pouvoir discuter avec vous, et cela a été un privilège de bénéficier de vos conseils et de votre soutien.

Un merci particulier aux audiologistes, orthophonistes et enseignants qui m'ont apporté leur aide précieuse. À Amineh Koravand et Fauve Laplante-Duquette pour vos conseils en électrophysiologie. À toutes les professionnelles qui ont contribué au développement du questionnaire QSED, à Susan Plante et Sandra Fortin pour leurs conseils éclairés concernant les activités filmées, ainsi qu'à Caryn Bursch, Josée Lemaire, Catherine Belzile, et au Conseil scolaire de district catholique de l'Est ontarien, en particulier Isabelle Arcand et Charlotte Laflèche, pour

leur soutien inestimable lors du recrutement des participants. Un merci du fond du cœur à Imane Belkadi pour avoir contribué à l'analyse des activités scénarisées. Je remercie également les parents des enfants qui ont participé aux deux phases de l'étude, dont la collaboration a été essentielle. Aux enfants qui ont participé à mon projet et à ceux que j'ai eu la chance d'accompagner en clinique, je vous exprime ma plus profonde reconnaissance. Vous m'avez grandement inspirée en m'apprenant des leçons inestimables sur la résilience, l'adaptation et la force de surmonter les défis.

Je tiens à remercier Margaret Bélanger-Schaadt pour nos premières discussions enrichissantes sur la métacognition et la métalinguistique, Jonelle Pickard pour nos échanges stimulants sur les interventions et les outils de mesure, et Valerie Metcalf pour nos discussions sur les devis à cas unique. Vous êtes toutes les trois des personnes passionnées de votre métier et je suis très reconnaissante d'avoir pu vous côtoyer comme collègue.

À tous mes amis qui m'ont encouragée dans l'écriture de mon "livre" et qui prenaient régulièrement de mes nouvelles, merci de tout cœur. Un merci tout particulier à Héroïse, avec qui j'ai souvent échangé des idées et concocté des projets pour l'avenir de l'audiologie. Tes discussions ont été pour moi une source inestimable d'encouragement et ton engagement dans le domaine de l'audiologie m'inspire chaque jour à contribuer davantage à cette discipline. À Sharlène, dont l'attention minutieuse a enrichi mes textes, et dont l'écoute bienveillante m'a soutenue lors des moments difficiles. Merci d'avoir été présente pour célébrer mes réussites et pour m'offrir une oreille attentive quand j'en avais le plus besoin.

Mikaël, tu as été une source d'inspiration constante. Déjà, à l'âge de 3 ans, tu utilisais des stratégies de réparation de bris de communication avec une aisance qui m'a toujours émerveillée. Merci pour ta présence réconfortante tout au long de mon parcours doctoral. Je te remercie d'avoir pratiqué les tests et les activités avec moi. À Maëva, pour sa présence précieuse dans ma vie et chez qui je vois déjà les prémices d'un caractère qui se passionne par ce qui la fait vibrer. Tous les deux vous avez des forces en vous que j'espère avoir en moi un jour.

Je remercie Karim pour son aide avec les enregistrements et toute activité technologique. Merci pour ta compréhension, ta patience et ton soutien constant tout au long de mon parcours doctoral. Ta confiance en mes capacités m'a aidée à traverser les moments les plus difficiles. Merci d'avoir joué à Tetris avec nos horaires pour m'accorder le temps nécessaire à l'écriture de cette thèse et à la réalisation de mes activités de recherche. Merci pour ton spaghetti tunisien et les conversations en voiture pendant que les enfants dormaient en arrière. Comme tu m'as dit « c'est tout un roller coaster », le doctorat. Merci également à mes parents et mes beaux-parents, qui nous ont soutenus en préparant des repas et en s'occupant des enfants, me permettant ainsi de consacrer du temps à mes activités doctorales et de nous offrir des moments de répit.

CHAPITRE 1 : Introduction

1.1 Problématique clinique

De nombreux enfants font face à des difficultés d'écoute dans leur vie quotidienne (Purdy et al., 2018). Leur écoute est une habileté hautement sollicitée tant dans les contextes d'apprentissage en salle de classe et les activités parascolaires que dans les interactions sociales et familiales. De plus, les salles de classe sont souvent des environnements bruyants. Les résultats de l'étude de Howard et al. (2010) montrent que les enfants ayant un développement neurotypique doivent déployer un effort d'écoute considérable lorsqu'ils effectuent des tâches en présence de bruit, et ce, à des niveaux typiquement retrouvés en salle de classe (Howard et al., 2010). En effet, le bruit nécessite davantage de ressources cognitives pour effectuer ces tâches (Howard et al., 2010). Par ailleurs, les enfants ayant, entre autres, des problèmes sur le plan l'attention, de la lecture, de l'écriture, du langage ou des mathématiques sont souvent aux prises avec des difficultés d'écoute, et ce, particulièrement dans le bruit (Ferguson et al., 2011; Sharma et al., 2009). Leurs difficultés peuvent être reliées à une inaptitude sur le plan du traitement auditif, dans les processus *Bottom-Up* (BU), ou à des défis de plus haut niveau, dont des faiblesses langagières ou cognitives, associées aux processus *Top-Down* (TD), ou aux deux types de processus à la fois (Barry et al., 2015; Tomlin et al., 2015). D'ailleurs, afin que la perception auditive soit optimale, tant les processus BU que TD doivent être impliqués de manière synergique (Moore, 2012).

La présente étude porte sur les enfants ayant des difficultés d'écoute. La nature de ces difficultés peut être connue pour certains groupes d'enfants, comme ceux ayant un trouble de traitement auditif (TTA). Toutefois, pour d'autres, la nature des difficultés est moins claire puisqu'elles se présentent avec une ou plusieurs conditions concomitantes tels qu'un trouble d'apprentissage de la lecture (Christmann et al., 2015; Sharma et al., 2009) ou des troubles sur le plan des habiletés

cognitives, dont l'attention (Gyldenkerne et al., 2014; Moore et al., 2010; Tomlin et al., 2015).

De plus en plus d'études s'interrogent sur l'influence des habiletés cognitives et langagières ainsi que du traitement auditif sur les habiletés d'écoute (Barry et al., 2015; Tomlin et al., 2015). Un des éléments à la base de ce questionnement est qu'il est difficile d'isoler les difficultés d'écoute découlant d'un TTA (Wilson et al., 2011) de celles reliées aux habiletés cognitivo-langagières, soit l'attention, la mémoire, les fonctions exécutives et le langage (Dillon & Cameron, 2021).

Plusieurs chercheurs s'entendent sur le fait que l'écoute est un processus qui nécessite tant les processus BU que TD (Barry et al., 2015; Dillon & Cameron, 2021; Moore, 2015; Sharma et al., 2009; Tomlin et al., 2015).

En premier lieu, les difficultés d'écoute peuvent être de nature BU et donc reliées à une incapacité sur le plan du traitement auditif. Selon l'*American Speech-Language-Hearing Association (2005)*, le traitement auditif consiste en l'habileté du système nerveux auditif central à utiliser l'information venant des structures périphériques auditives afin de localiser les sons, écouter la parole dans un milieu bruyant et à reconnaître les aspects temporels de la parole (tels que l'ordre des sons, l'intonation et les courts silences). Le diagnostic du TTA repose généralement sur des performances inférieures à deux écarts-types de la moyenne, et ce, dans au moins une oreille et deux tests de la batterie de test d'évaluation du TTA (American Speech-Language-Hearing Association, 2005; Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012). Cette batterie de tests inclut des épreuves psychoacoustiques avec des stimuli verbaux et non verbaux (Iliadou et al., 2017). Certaines mesures audiologiques objectives sont également recommandées, telles que les potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral, les seuils du réflexe acoustique et les émissions otoacoustiques (Iliadou et al., 2017). Bien qu'il existe plusieurs publications, dont des lignes directrices professionnelles et des énoncés de position, sur

l'évaluation des habiletés de traitement de l'information auditive, aucune entente quant à la batterie idéale pour évaluer les incapacités auditives n'est encore conclue (Barry et al., 2015; Wilson, 2018).

Les enfants ayant des difficultés sur le plan du traitement auditif représentent un bassin très hétérogène en ce qui concerne les symptômes. Toutefois, plusieurs ont des défis scolaires et présentent des difficultés à percevoir la parole ou à se concentrer lorsqu'il y a du bruit, à suivre des directives complexes, à comprendre des consignes, à interpréter les messages correctement et à répondre aux questions dans un délai comparable aux enfants du même âge (Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012; Moore, 2012; Sharma et al., 2009; Tomlin et al., 2015). Ce qui est commun, toutefois, chez ces enfants est la difficulté d'écoute dans le bruit en l'absence d'une hypoacousie.

En deuxième lieu, les difficultés d'écoute peuvent également être reliées à des mécanismes TD, qui réfèrent à l'utilisation des habiletés langagières et cognitives, soit les habiletés cognitivo-langagières, pour faciliter le traitement de l'information provenant du système auditif (Bellis, 2003; Musiek & Chermak, 2014). Par ailleurs, le TTA est souvent associé à d'autres troubles tels que le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH), le trouble du langage et les difficultés ou les troubles d'apprentissage (de Wit et al., 2018; Iliadou et al., 2017).

Dans la présente thèse, lorsque l'auteure fait référence aux enfants présentant un TTA, elle désigne celles et ceux qui ont échoué les épreuves de la batterie de tests évaluant les habiletés de traitement auditif conformément aux lignes directrices mentionnées précédemment. Ces enfants ont également fait l'objet d'une réévaluation afin de vérifier que les résultats sous la norme ne résultaient pas d'un retard dans le développement des habiletés de traitement auditif. En revanche, les enfants ayant des « difficultés de traitement auditif » incluent ceux qui n'ont pas effectué une

batterie complète de tests évaluant les habiletés de traitement auditif ou qui ont passé la batterie de tests qu'une seule fois. De plus, dans le cadre de cette étude, lorsque l'auteure fait référence à des « difficultés d'écoute », notamment en présence de fonds sonores ou de bruits de voix compétitifs (comme notée par des épreuves d'intégration binaurale), elle désigne des enfants présentant des difficultés d'écoute fonctionnelles observées dans la vie quotidienne à l'aide de questionnaires et corroborées par des résultats sous la moyenne des enfants du même âge à des épreuves typiquement utilisées dans une batterie d'évaluation du TTA. Chez les enfants ayant des difficultés d'écoute, les résultats obtenus aux épreuves de la batterie de tests ne sont pas nécessairement sous la limite clinique, mais bien sous la moyenne de la population normale (au même âge) à un écart-type. Ces enfants présentent également des difficultés d'apprentissage, et la nature exacte de leurs difficultés auditives demeure inconnue.

Présentement, les diverses lignes directrices professionnelles recommandent une approche multimodale pour intervenir auprès des enfants présentant des défis liés au traitement auditif. L'entraînement auditif, l'apprentissage de stratégies de communication, l'amélioration de l'acoustique de l'environnement et l'utilisation d'aide de suppléance à l'audition sont recommandés (American Speech-Language-Hearing Association, 2005; British Society of Audiology, 2011; Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012).

Comme le montre la revue de la portée de Bigras et al. (2024) se trouvant dans le chapitre 2, les approches d'intervention les plus étudiées dans le cas de difficultés de traitement auditif, et plus précisément de TTA, chez les enfants d'âge scolaire visent particulièrement les processus BU (Bigras et al., 2024). Les approches BU incluent l'entraînement auditif ainsi que l'utilisation d'aide

de suppléance à l'audition connue sous le nom de système de modulation de fréquence (MF) (Bigras et al., 2024).

Tout d'abord, puisqu'il est bien connu que le niveau de bruit retrouvé dans les salles de classe est élevé (Howard et al., 2010), la recommandation principale des audiologistes est l'utilisation du système MF. Ce système rend la voix de l'enseignant ou de l'enseignante plus distincte du bruit ambiant en améliorant le rapport entre le niveau de la voix de l'enseignante ou de l'enseignant et celui du bruit. Chez les enfants ayant un TTA, les bienfaits amenés par cette approche sont multiples, mais varient selon les études. Notamment, l'utilisation de ce système a amené des améliorations dans les scores de certaines épreuves psychoacoustiques, dont les épreuves de faible redondance monaurale (Smart et al., 2018; Stavrinou et al., 2020) et d'organisation séquentielle (Smart et al., 2018). En revanche, aucune amélioration n'a été observée pour les épreuves de résolution temporelle, d'écoute dichotique, ou de traitement binaural et spatial (Smart et al., 2018; Stavrinou et al., 2020). Selon les réponses à des questionnaires, les parents n'ont noté aucune amélioration des capacités d'écoute dans la vie quotidienne avec l'utilisation du système FM à l'école, tandis que les enfants et les enseignants ont rapporté des améliorations en salle de classe (Smart et al., 2018; Stavrinou et al., 2020). Les études sur l'efficacité du système MF montrent que son utilisation est principalement limitée à la salle de classe (Reynolds et al., 2016; Smart et al., 2018; Stavrinou et al., 2020). Cependant, son effet dans une plus grande variété d'environnements importants pour les enfants reste peu connu. De plus, comme ce système est principalement recommandé pour une utilisation en salle de classe, les enfants se retrouvent sans cette aide dans d'autres situations d'écoute, telles que les activités parascolaires ou sociales.

En ce qui concerne l'efficacité des entraînements auditifs, ils ne démontrent pas systématiquement des améliorations au-delà des habiletés auditives ciblées lors de l'entraînement, limitant ainsi la

généralisation à d'autres habiletés auditives ainsi qu'aux activités de la vie quotidienne (Bigras et al., 2024). De plus, la plupart des programmes d'entraînements auditifs, sous forme de logiciels ou de séances avec un thérapeute, n'ont pas été développés en français (Bigras et al., 2024), ce qui limite les possibilités thérapeutiques auprès des enfants francophones ayant des difficultés de traitement auditif. Le manque de ressources adaptées en langue française pose un défi supplémentaire pour les audiologistes, les professionnels de la santé et les éducateurs qui travaillent auprès de cette population, réduisant ainsi l'efficacité potentielle des interventions et le soutien aux enfants francophones.

Peu d'études ont exploré l'efficacité de l'apprentissage de stratégies de communication ou de compensation (Bigras et al., 2024). Ces stratégies, utilisées par les enfants, visent à réparer les bris de communication, c'est-à-dire les échecs dans l'échange d'informations entre interlocuteurs (Chung et al., 2024; Tye-Murray, 2015), afin de faciliter la compréhension des messages ou des consignes (Bamiou et al., 2006).

Dans la présente thèse, l'effet du programme d'apprentissage de stratégies de réparation de bris de communication (RéBriCo), développé par l'auteure de la thèse, sur les difficultés d'écoute, qu'elles soient reliées à des incapacités auditives, langagières ou cognitives, sera étudié. L'apprentissage des stratégies de réparation des bris de communication suivra une approche métacognitive visant à guider l'enfant dans la compréhension et l'application concrète de ces stratégies de réparation. De manière générale, cette approche consiste à prendre conscience de ses processus intellectuels afin de résoudre des problèmes (Flavell, 1976). Il s'agit, pour la personne, de réfléchir sur ses comportements face à un défi et de mettre en pratique des stratégies qui lui permettront de résoudre un problème dans sa vie quotidienne (Giroux et al., 2010; Lussier & Flessas, 2010). Dans le cadre de cette thèse, l'approche métacognitive implique que l'enfant

réfléchisse activement à la manière dont il ou elle gère les bris de communication, en surveillant et en ajustant ses propres stratégies de réparation en fonction de la situation ou du bris de communication. Quant aux stratégies métalinguistiques, elles réfèrent à l'utilisation de la suppléance auditive verbale (en anglais : auditory-verbal closure). La suppléance auditive verbale désigne l'ensemble des stratégies utilisées pour compenser les difficultés d'écoute en s'appuyant sur des indices verbaux, linguistiques et contextuels afin de faciliter la compréhension de la parole (Chermak, 2014). Elle implique une utilisation volontaire du langage et des connaissances verbales pour pallier une perception auditive déficiente ou incomplète. Elle consiste, entre autres, en l'utilisation du contexte associé au message verbal dans lequel certaines informations manquent pour mieux décoder le message et à l'utilisation de l'inférence (Chermak, 2014). Le chapitre 4 de la présente thèse offre plus de détails sur le programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication (RéBriCo) utilisé dans l'expérimentation.

À ce jour, il existe peu de données probantes dans la littérature scientifique pour soutenir ce type de programme comme méthode d'intervention (Sharma et al., 2012). Il est donc essentiel de déterminer si ce programme peut réduire les difficultés d'écoute. Ainsi, une étude avec un devis expérimental à cas unique à niveaux de base multiples non simultanés (en anglais : nonconcurrent multiple-baseline single-case design) a été menée auprès de cinq enfants d'âge scolaire ayant des difficultés d'écoute. Ces enfants ont suivi le programme RéBriCo au cours duquel ils ont discuté de mises en situation, exécuté des activités langagières et suivi des directives, dans le but d'apprendre à résoudre des bris de communication.

Comme les participants de la présente étude étaient des enfants franco-ontariens, il importait de considérer l'âge d'acquisition du français dans un contexte de bilinguisme. Selon les plus récentes données, les francophones représentent 4,6% de la population de l'Ontario, dont près de 300 000

vivants dans l'Est de l'Ontario, région où s'est tenue la présente étude (Ministère des Affaires francophones, 2024). Le taux de bilinguisme chez les Franco-ontariens s'élève à 85% (Statistiques Canada, 2024). En effet, 30,5% des familles francophones sont endogames en Ontario contre 69,5% où un parent parle le français et l'autre, l'anglais (Ministère des Affaires francophones, 2024).

En 2022-2023, 43 % des enfants de troisième année et 44% des enfants en sixième année fréquentant les écoles primaires franco-ontariennes avaient le français comme langue première (Office de la qualité et de la responsabilité en éducation, 2023). Par ailleurs, l'anglais est omniprésent dans la communauté et le bilinguisme y est encouragé. En effet, un des avantages de fréquenter les écoles francophones de l'Est de l'Ontario est qu'elles forment les élèves avec le plus haut niveau de bilinguisme au Canada, et ce, en offrant un environnement d'apprentissage francophone et des cours d'anglais provenant du même programme que les écoles anglophones (Conseil des écoles publiques de l'Est de l'Ontario, 2024; Conseil scolaire de district catholique de l'Est ontarien, 2024).

Selon Paradis et coll. (2011), les enfants bilingues simultanés ont appris deux langues dès la naissance ou très tôt après la naissance et ces enfants sont exposés régulièrement aux deux langues, et ce, même si l'exposition n'est pas égale entre les deux langues. Les bilingues séquentiels se distinguent des bilingues simultanés par le fait qu'ils ont déjà progressé dans leur langue maternelle avant d'apprendre leur langue seconde (Paradis et al., 2011). La distinction entre ces deux types de bilingues est liée au phénomène de la période sensible après laquelle l'apprentissage d'une autre langue se fait moins efficacement (Sabourin & Stowe, 2008). Plusieurs chercheurs s'entendent pour dire que cette période sensible se termine vers trois ans (Paradis et al., 2011).

Bien qu'il soit suggéré que le bilinguisme apporte un avantage sur le plan de certaines habiletés

cognitives (Barac et al., 2016), il semblerait que les résultats des recherches sur les habiletés d'écoute de la parole dans le bruit soient mixtes (Reetzke et al., 2016). Tabri et coll. (2010) et Shi (2010) notent que plus les bilingues apprennent leur langue seconde (L2) tard dans la vie, plus ils rencontreront des difficultés de perception de la parole dans le bruit dans la L2. Par ailleurs, les bilingues simultanés, soit ceux qui apprennent deux langues dans les trois premières années de leur vie, obtiennent des performances comparables à leurs pairs monolingues du même âge dans des tâches de reconnaissance de la parole dans le bruit (Reetzke et al., 2016).

Cependant, il n'y a pas de consensus dans les ouvrages scientifiques quant aux raisons expliquant les performances plus faibles des bilingues séquentiels comparativement aux bilingues simultanés dans des tâches de perception de la parole dans le bruit dans leur langue seconde (Shi, 2010; Tabri et al., 2010). Une proposition revient à la nécessité de se fier au processus TD dans les situations d'écoute non favorables. Selon cette hypothèse, le locuteur non natif s'est moins familiarisé avec la langue seconde, ce qui compromet ses habiletés à utiliser le contexte linguistique, particulièrement si le message d'intérêt est complexe ou nouveau (Neave-DiToro et al., 2017). Ce qui expliquerait peut-être pourquoi les bilingues simultanés obtiennent des performances semblables aux natifs dans des tâches d'écoute dans le bruit (Reetzke et al., 2016).

Il est donc probable qu'un enfant ayant appris le français à un âge tardif, tel qu'après l'âge de six ans (Tabri et al., 2010) et dont l'exposition se limite à un contexte éducationnel plutôt que naturel, vive des difficultés d'écoute qui ne sont pas reliées à ses habiletés cognitives ou de traitement auditif. En effet, les interlocuteurs ayant appris leur langue seconde après l'âge de trois ans requièrent des rapports signal sur bruit plus favorable pour comprendre cette langue en contexte scolaire (Neave-DiToro et al., 2017).

Les enfants bilingues simultanés ayant appris le français avant l'âge de trois ans et les natifs

francophones exposés à toute autre langue que le français à la maison ont été considérés dans la présente étude.

1.2 Pertinence et retombées

Les résultats de la présente étude permettent de mieux comprendre l'efficacité des stratégies métacognitives et métalinguistiques sur les habiletés fonctionnelles des enfants d'âge scolaire qui ont des difficultés d'écoute. Étant donné que la présente étude a été effectuée auprès d'enfants franco-ontariens, elle contribuera aussi à l'amélioration des soins de santé pour les Communautés francophones en situation minoritaire (CFSM).

Les résultats contribueront à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'enfance en difficulté. D'ailleurs, les résultats pourraient également intéresser tous professionnels de la santé ou en éducation qui interviennent auprès des enfants qui ont des difficultés scolaires. Les activités qui ont été utilisées pourront être mises en place également par d'autres professionnels, tels que les enseignants-ressources et les orthophonistes.

Comme plusieurs audiologistes au Canada ne se sentent pas assez outillés pour offrir des recommandations et des interventions dans le cas de difficultés de traitement auditif (Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012), cette étude leur offrira une option basée sur des données probantes et centrée sur l'enfant. Également, cette étude a permis de développer du matériel d'intervention en français pour les audiologistes qui interviennent auprès de populations qui parlent cette langue et qui ont des difficultés d'écoute. Les résultats mettent l'accent sur la nécessité d'encourager l'enfant à développer une attitude proactive face aux bris de communication tout en encourageant les parents à s'impliquer dans le processus de réadaptation. De plus, les enfants ayant des difficultés d'écoute auraient tendance à ressentir plus d'émotions négatives et à vivre plus de difficultés sociales que les enfants qui n'ont

pas ce type de difficultés (Kreisman et al., 2012). Il est souhaité que l'apprentissage acquis aura un effet sur la participation de ces enfants dans des activités importantes pour eux.

Le plan initial du projet visait à recruter 24 enfants pour participer à un essai clinique aléatoire incluant des mesures de groupe avec condition contrôle. De plus, afin de rendre le projet réalisable et de faciliter le recrutement, l'auteure de la thèse aurait offert la possibilité d'effectuer les séances d'interventions dans les écoles. Cependant, au moment où la collecte de données devait commencer, la pandémie de la COVID-19 a entraîné la fermeture des écoles dans la région de l'Est de l'Ontario et le passage à l'enseignement virtuel. De plus, les mesures sanitaires en vigueur limitaient l'accès aux écoles aux élèves, enseignants et membres du personnel scolaire. Face à ces contraintes, l'auteure de la thèse a dû repenser la méthodologie. Afin de rendre le projet réalisable dans ce nouveau contexte, elle a opté pour un devis à cas unique. Comme il est souvent retrouvé dans les études adoptant un devis à cas unique, des mesures pré-post ont tout de même été effectuées pour explorer les effets de l'intervention sur divers aspects liés aux capacités d'écoute et à la participation. Ces mesures étaient initialement prévues pour l'essai clinique aléatoire. La portée des conclusions est limitée avec un devis à cas unique en termes de généralisation. Le nombre restreint de participants de cette étude limite la généralisation des résultats. Malgré ces défis, ce projet a permis de piloter le programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication, nommé RéBriCo (Réparation des Bris de Communication) développé par l'auteure de la thèse et d'explorer les effets de ce programme sur les capacités d'écoute et la participation.

1.3 Objectif principal et questions de recherche

L'objectif principal de cette étude était d'explorer l'effet du programme RéBriCo, un programme d'apprentissage de stratégies de réparation de bris de communication, sur les capacités d'écoute et

la participation des enfants ayant des difficultés d'écoute dans le bruit. En se basant sur le modèle de la *Classification internationale du fonctionnement et du handicap* (CIF) (Organisation mondiale de la santé, 2001), les questions de recherches étaient les suivantes :

- 1) Quel effet ce programme a-t-il sur les capacités reliées à l'écoute, notamment sur la perception de la parole dans le bruit, la perception de la parole dégradée, ainsi que sur les habiletés cognitivo-langagières des enfants ayant des difficultés de perception de la parole dans le bruit?
- 2) Quel effet ce programme a-t-il sur la participation de ces enfants dans les activités de la vie quotidienne?
- 3) Les effets de l'intervention sur les capacités et la participation des enfants franco-ontariens ayant des difficultés d'écoute dans le bruit sont-ils influencés par l'expérience linguistique (monolinguisme, bilinguisme simultané, bilinguisme séquentiel)?

1.4 Organisation de la thèse

Le prochain chapitre, soit le chapitre 2, inclut une revue de littérature sur les interventions étudiées ces dernières années auprès des enfants d'âge scolaire ayant un TTA ou des difficultés avec un ou plusieurs mécanismes auditifs spécifiques. Une revue de la portée a été écrite et publiée dans la revue *Healthcare* en juin 2024. Dans cette revue, une liste des interventions à l'étude a été élaborée et dans laquelle les interventions ont été classées selon l'approche utilisée. On y trouve également divers outils de mesures utilisés dans les études pour évaluer les changements. Ces outils de mesures sont divisés en trois groupes, soit les mesures comportementales, les mesures neurophysiologiques et les questionnaires. En conclusion, cette revue de la portée nous renseigne sur le type d'intervention le moins étudié et le type d'outil de mesure qui mérite d'être davantage utilisé pour mieux comprendre l'effet des interventions sur la vie quotidienne des enfants. Le chapitre 2 se termine par une description du cadre théorique qui guide la présente thèse ainsi qu'un

résumé de quelques études portant sur l'apprentissage de stratégies de communication ou de stratégies métacognitives auprès d'enfants faisant face à divers défis.

Le chapitre 3 présente le développement de deux outils ayant servi à mesurer le rendement des participants au cours de leur intervention avec le programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication, nommé RéBriCo. Le premier outil est le Test de phrases filtrées (TPF), une adaptation du Test de phrases dans le bruit (TPB) (Lagacé et al., 2010). Dans ce test, les phrases présentées aux enfants sont filtrées par un filtre passe-bas centré à 750 Hz, sans bruit de fond. Ensuite, en s'inspirant de la Mesure canadienne du rendement occupationnel (Law et al., 1990, 2019), le Questionnaire des situations d'écoute difficile (QSED) a été créé. Le développement de ce questionnaire, ainsi que sa validation de contenu et sa validée apparente sont présentés dans le deuxième article de la présente thèse.

Le chapitre 4 décrit le programme RéBriCo réalisé auprès de cinq enfants d'âge scolaire. Il présente les diverses activités effectuées pendant les huit séances d'intervention, ainsi que les stratégies spécifiques enseignées pour réparer les bris de communication. Enfin, le plan d'intervention utilisé dans le cadre de cette étude est détaillé séance par séance. Ce chapitre inclut également un article qui porte sur l'effet du programme RéBriCo chez ces cinq enfants. Le devis, la méthodologie et les résultats y sont présentés dans l'article 3 et la section des mesures complémentaires. Plus précisément, l'effet du programme d'intervention sur les capacités d'écoute a été explorée grâce aux cinq outils de mesure suivants : (1) un test de perception de la parole dégradée (Test de phrases filtrées - TPF), (2) un test de perception de la parole dans le bruit (Canadian Digit Triplet Test - CDTT, version pour francophones) (Giguère et al., 2020), (3) une épreuve évaluant la compréhension de paragraphes présentés à l'oral (Compréhension de paragraphes à l'oral (CPO) provenant de l'Évaluation clinique des notions langagières

fondamentales, Version pour francophones du Canada – CELF CDN-F) (Secord et al., 2009), (4) des épreuves évaluant la mémoire auditive et la mémoire de travail (RN, également du CELF-CDN-F) (Secord et al., 2009), ainsi que (5) des mesures de potentiels évoqués auditifs de latence longue (PEALL; P1-N1-P2-N2). L'effet sur la participation dans les activités de la vie quotidienne a été évalué grâce à trois questionnaires touchant les habiletés d'écoute, soit un rempli par l'enfant (Listening Inventory for Education, Revised – LIFE-R) (Anderson et al., 2011), un rempli par le parent (Evaluation of Children's Listening and Processing Skills – ECLiPS) et un rempli par les deux, soit le QSED. Finalement, l'effet de l'intervention a été exploré à l'aide d'un questionnaire sur les habiletés sociales et les comportements problématiques (Social Skills and Improvement Systems – SSIS) (Gresham & Elliott, 2008) ainsi qu'avec des vidéos où les enfants apprenaient à jouer à des jeux de cartes tout en vivant de multiples bris de communication. Ces outils sont décrits plus en détail dans le chapitre 4.

La figure 1.1 résume la démarche méthodologique associée aux chapitres 2, 3 et 4.

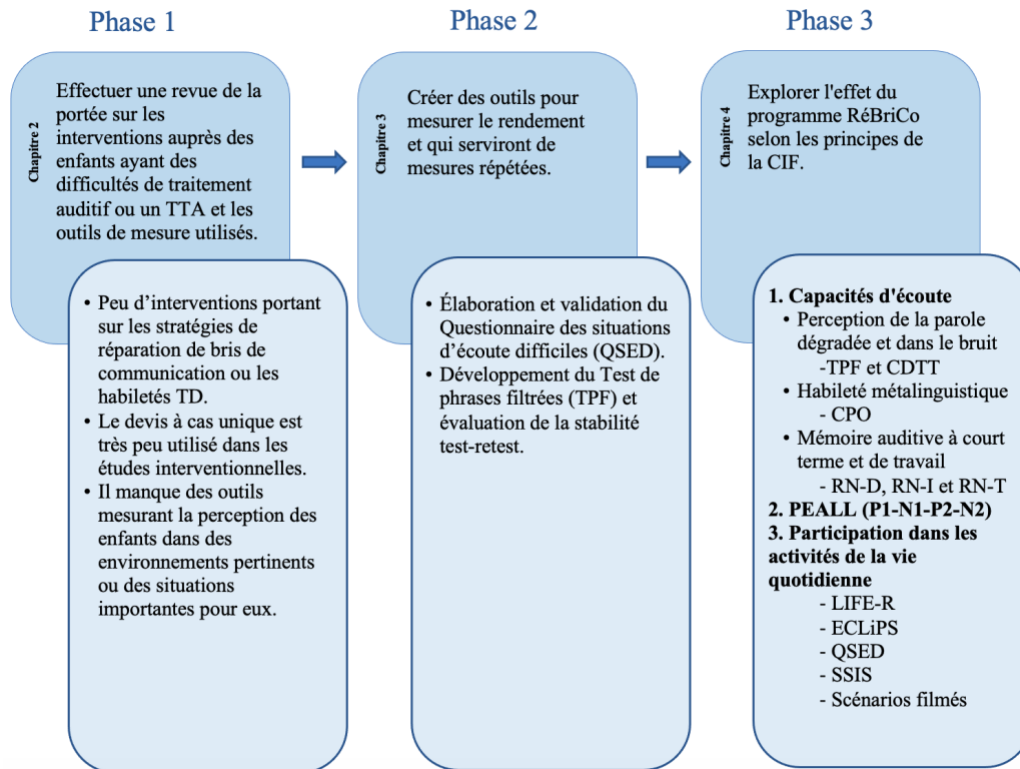


Figure 1.1 : Schéma de la démarche méthodologique répartie à travers les chapitres 2, 3 et 4 en vue de répondre aux questions de recherche.

Le chapitre 5 présente une discussion générale dans laquelle les résultats sont synthétisés. Ces résultats sont interprétés de manière détaillée et mis en contexte par rapport à la littérature existante. La contribution des résultats dans le contexte clinique est également présentée ainsi que les limites et les orientations futures de la recherche. Le chapitre 5 se termine avec la conclusion générale de la thèse.

1.5 Références

American Speech-Language-Hearing Association. (2005). *Central auditory processing disorder*.

American Speech-Language-Hearing Association. [https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20\(2005\)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization](https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20(2005)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization)

Anderson, K., L., Smaldino, J., J., & Spangler, C. (2011). *Listening Inventory for Education—Revised*. <https://teachertoolstakeout.com/0099-observation-checklists>

Bamiou, D.-E., Campbell, N., & Sirimanna, T. (2006). Management of auditory processing disorders. *Audiological Medicine*, 4(1), 46-56.
<https://doi.org/10.1080/16513860600630498>

Barac, R., Moreno, S., & Bialystok, E. (2016). Behavioral and electrophysiological differences in executive control between monolingual and bilingual children. *Child Development*, 87(4), 1277-1290. <https://doi.org/10.1111/cdev.12538>

Barry, J. G., Tomlin, D., Moore, D. R., & Dillon, H. (2015). Use of questionnaire-based measures in the assessment of listening difficulties in school-aged children. *Ear and Hearing*, 36(6), e300-e313. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000180>

Bellis, T. J. (2003). *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting : From science to practice* (2nd ed.). Thomson/Delmar Learning.

Bigras, J., Lagacé, J., El Mawazini, A., & Lessard-Dostie, H. (2024). Interventions for school-aged children with auditory processing disorder : A scoping review. *Healthcare*, 12(12), 1161. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121161>

- British Society of Audiology. (2011). *Practice Guidance, An overview of current management of auditory processing disorder (APD)*. British Society of Audiology.
<https://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2023/10/Current-APD-Management-2.pdf>
- Byers-Heinlein, K. (2013). Parental language mixing : Its measurement and the relation of mixed input to young bilingual children's vocabulary size. *Bilingualism: Language and Cognition*, 16, 32-48. <https://doi.org/doi: 10.1017/S1366728912000120>
- Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology. (2012). *Canadian guidelines on auditory processing disorder in children and adults : Assessment and intervention*. 83. Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology.
- Chermak, G. D. (2014). Central resources training : Cognitive, metacognitive, and metalinguistic skills and strategies. In F. E. Musiek & G. D. Chermak, *Handbook of central auditory processing disorder : Comprehensive intervention*. (2nd éd., Vol. 2, p. 243-309). Plural Publishing Inc.
- Christmann, C. A., Lachmann, T., & Steinbrink, C. (2015). Evidence for a general auditory processing deficit in developmental dyslexia from a discrimination paradigm using speech versus nonspeech sounds matched in complexity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(1), 107-121. https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-L-14-0174
- Chung, H., Baik, K., Cheon, J., Kim, Y. T., & Yim, D. (2024). Children's communication repair strategies : Online versus face-to-face interaction. *Journal of Communication Disorders*, 108, 106406. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2024.106406>

Conseil des écoles publiques de l'Est de l'Ontario. (2024). *Certificat de Bilinguisme du Conseil des écoles publiques de l'Est de l'Ontario*. CEPEO.

<https://cepeo.on.ca/programmes/palier-secondaire/certificat-de-bilinguisme/>

Conseil scolaire de district catholique de l'Est ontarien. (2024). *Bilinguisme de haut niveau*.

https://csdceo.ca/fr/bilinguisme-de-haut-niveau_126

de Wit, E., van Dijk, P., Hanekamp, S., Visser-Bochane, M. I., Steenbergen, B., van der Schans, C. P., & Luinge, M. R. (2018). Same or different : The overlap between children with auditory processing disorders and children with other developmental disorders: A systematic review. *Ear and Hearing*, 39(1), 1-19.

<https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000479>

Dillon, H., & Cameron, S. (2021). Separating the causes of listening difficulties in children. *Ear and Hearing*, 42(5), 1097-1108. <https://doi.org/10.1097/AUD.00000000000001069>

Ferguson, M. A., Hall, R. L., Riley, A., & Moore, D. R. (2011). Communication, listening, cognitive and speech perception skills in children with auditory processing disorder (APD) or specific language impairment (SLI). *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 54(1), 211-227. Communication Source.

Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick, *The nature of intelligence*. (p. 231-235). Lawrence Erlbaum Associates.

Fortin, S., Plante, S., McMahon-Morin, P., Rezzonico, S., Rioux, E. J., Paquet, M., Leroux, T., & Jutras, E. B. (2024). Exploring the effects of a repair strategies training program among children with auditory processing disorder : A pilot study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 111995. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2024.111995>

- Giguère, C., Lagacé, J., Ellaham, N. N., Pichora-Fuller, M. K., Goy, H., Bégin, C., Alary, É., & Bowman, R. (2020). Development of the Canadian Digit Triplet Test in English and French. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(3), EL252-EL258.
<https://doi.org/10.1121/10.0000825>
- Giroux, S., Parent, V., & Guay, M.-C. (2010). La remédiation cognitive et la remédiation métacognitive pour les personnes ayant un TDAH : Deux stratégies d'intervention novatrices et pourquoi pas complémentaires ? *Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive*, 20(3), 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2010.09.004>
- Gravel, E. (2018, janvier 29). Olga explains the scientific method : Free printable. *Elise Gravel*.
<https://elisegravel.com/en/blog/olga-explains-the-scientific-method/>
- Gresham, F. M., & Elliott, SN. (2008). *Social Skills Improvement System—Rating Scales*. Pearson Assessments.
- Gyldenkerne, P., Dillon, H., Sharma, M., & Purdy, S. C. (2014). Attend to this : The relationship between auditory processing disorders and attention deficits. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(07), 676-687. <https://doi.org/10.3766/jaaa.25.7.6>
- Howard, C. S., Munro, K. J., & Plack, C. J. (2010). Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *International Journal of Audiology*, 49(12), 928-932.
<https://doi.org/10.3109/14992027.2010.520036>
- Iliadou, V. (Vivian), Ptok, M., Grech, H., Pedersen, E. R., Brechmann, A., Deggouj, N., Kiese-Himmel, C., Śliwińska-Kowalska, M., Nickisch, A., Demanez, L., Veuillet, E., Thai-Van, H., Sirimanna, T., Callimachou, M., Santarelli, R., Kuske, S., Barajas, J., Hedjever, M., Konukseven, O., ... Bamio, D.-E. (2017). A european perspective on auditory

- processing disorder-Current knowledge and future research focus. *Frontiers in Neurology*, 8, 622. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00622>
- Kreisman, N. V., John, A. B., Kreisman, B. M., Hall III, J. W., & Crandell, C. C. (2012). Psychosocial status of children with auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(3), 222-233. CINAHL. <https://doi.org/10.3766/jaaa.23.3.8>
- Lagacé, J., Jutras, B., Giguère, C., & Gagné, J.-P. (2010). Development of the Test de Phrases dans le Bruit (TPB). *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 34(4), 261-270.
- Law, M. C., Baptiste, S., Carswell, A., McColl, M. A., Polatajko, H. J., & Pollock, N. (2019). *Canadian occupational performance measure* (5th edition-revised.). COPM.
- Law, M. C., Baptiste, S., McColl, M., Opzoomer, A., Polatajko, H., & Pollock, N. (1990). The Canadian Occupational Performance Measure : An outcome measure for occupational therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 57(2), 82-87. <https://doi.org/10.1177/000841749005700207>
- Lussier, F., & Flessas, J. (2010). Rééduquer les fonctions attentionnelles et exécutives. In Entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelle (Éd.), *Trouble Déficit De L'attention Avec Ou Sans Hyperactivité : De la théorie à la pratique*. (p. 54-64). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71115-2.50007-9>
- Ministère des Affaires francophones. (2024). *Rapport sur les affaires francophones 2024*. <http://www.ontario.ca/fr/page/rapport-sur-les-affaires-francophones-2024>

- Moore, D. R. (2012). Listening difficulties in children : Bottom-up and top-down contributions. *Journal of Communication Disorders*, 45(6), 411-418. CINAHL.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2012.06.006>
- Moore, D. R. (2015). Sources of pathology underlying listening disorders in children. *International Journal of Psychophysiology*, 95(2), 125-134. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.07.006>
- Moore, D. R., Ferguson, M. A., Edmondson-Jones, A. M., Ratib, S., & Riley, A. (2010). Nature of auditory processing disorder in children. *Pediatrics*, 126(2), e382-e390.
<https://doi.org/10.1542/peds.2009-2826>
- Moore, K. L., Jones, G. L., & Radley, S. C. (2012). Development of an instrument to measure face validity, feasibility and utility of patient questionnaire use during health care : The QQ-10. *International Journal for Quality in Health Care*, 24(5), 517-524.
<https://doi.org/10.1093/intqhc/mzs051>
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (2014). *Handbook of central auditory processing disorder. Volume 1, Auditory neuroscience and diagnosis* (Second edition.). PLURAL PUBLISHING.
- Neave-DiToro, D., Rubinstein, A., & Neuman, A. C. (2017). Speech recognition in nonnative versus native English-speaking college students in a virtual classroom. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(05), 404-414. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15125>
- Office de la qualité et de la responsabilité en éducation. (2023). *Office de la qualité et de la responsabilité en éducation*. OQRE. <https://www.eqao.com/page-daccueil/?lang=fr>
- Organisation mondiale de la santé. (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé : CIF*. Organisation mondiale de la santé.

- Paradis, J., Genesee, F., & Crago, M. B. (2011). *Dual Language Development and Disorders : A Handbook on Bilingualism and Second Language Learning. 2nd Edition. Baltimore : Paul H Brookes Publishing Co. (2nd éd.). Paul H Brookes Publishing Co.*
- Plante, S., & Paquet, M. (2013). *Programme Chasse et pêche | Un apprentissage ludique et efficace des stratégies de communication.*
<https://programmechasseetpeche.wordpress.com/>
- Purdy, S. C., Sharma, M., & Morgan, A. (2018). Measuring perceptions of classroom listening in typically developing children and children with auditory difficulties using the LIFE-UK questionnaire. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29(7), 656-667. CINAHL. <https://doi.org/10.3766/jaaa.17053>
- Reetzke, R., Lam, B. P.-W., Xie, Z., Sheng, L., & Chandrasekaran, B. (2016). Effect of simultaneous bilingualism on speech intelligibility across different masker types, modalities, and signal-to-noise ratios in school-age children. *PLOS ONE*, 11(12), e0168048. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168048>
- Reynolds, S., Kuhaneck, H. M., & Pfeiffer, B. (2016). Systematic review of the effectiveness of frequency modulation devices in improving academic outcomes in children with auditory processing difficulties. *American Journal of Occupational Therapy*, 70(1), 1-12. CINAHL. <https://doi.org/10.5014/ajot.2016.016832>
- Sabourin, L., Leclerc, J.-C., Lapierre, M., Burkholder, M., & Brien, C. (2016). *The language background questionnaires in L2 research : Teasing apart the variables.* In L. Hracs (ed.), *Proceedings of the 2016 Annual Conference of the Canadian Linguistics Association*, Calgary, AB.

- Sabourin, L., & Stowe, L. A. (2008). Neurobiology of Language Learning. In B. Spolsky & F. M. Hult (Éds.), *The Handbook of Educational Linguistics* (1^{re} éd., p. 25-37). Wiley.
<https://doi.org/10.1002/9780470694138.ch3>
- Secord, W. A., Wiig, E. H., Boulianne, L., Semel, E., & Labelle, M. (2009). *Évaluation clinique des notions langagières fondamentales®—Version pour francophones du Canada*. Pearson.
- Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2009). Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 52(3), 706-722. Education Source.
- Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2012). A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*, 51(7), 506-518. CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.670272>
- Shi, L.-F. (2010). Perception of Acoustically Degraded Sentences in Bilingual Listeners Who Differ in Age of English Acquisition. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(4), 821-835. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0081\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0081))
- Smart, J. L., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2018). Impact of personal frequency modulation systems on behavioral and cortical auditory evoked potential measures of auditory processing and classroom listening in school-aged children with auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29(7), 568-586.
<https://doi.org/10.3766/jaaa.16074>
- Statistiques Canada. (2024, février 7). *Statistiques sur les langues officielles au Canada*.
<https://www.canada.ca/fr/patrimoine-canadien/services/langues-officielles-bilinguisme/publications/statistique.html>

- Stavrinou, G., Iliadou, V. V., Pavlou, M., & Bamiou, D.-E. (2020). Remote microphone hearing aid use improves classroom listening, without adverse effects on spatial listening and attention skills, in children with auditory processing disorder : A randomised controlled trial. *Frontiers in Neuroscience*, 14(101478481), 904.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00904>
- Tabri, D., Chacra, K. M. S. A., & Pring, T. (2010). Speech perception in noise by monolingual, bilingual and trilingual listeners. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 101005020050084. <https://doi.org/10.3109/13682822.2010.519372>
- Tomlin, D., Dillon, H., Sharma, M., & Rance, G. (2015). The impact of auditory processing and cognitive abilities in children. *Ear and Hearing*, 36(5), 527-542. CINAHL.
<https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000172>
- Tye-Murray, N. (2015). *Foundations of aural rehabilitation : Children, adults, and their family members* (4th edition.). Cengage Learning.
- Wilson, W. J. (2018). Evolving the concept of APD. *International Journal of Audiology*, 57(4), 240-248. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1409438>
- Wilson, W. J., Jackson, A., Pender, A., Rose, C., Wilson, J., Heine, C., & Khan, A. (2011). The CHAPS, SIFTER, and TAPS--R as predictors of (C)AP skills and (C)APD. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 54(1), 278-291. Communication Source.

CHAPITRE 2 : Analyse documentaire et cadre théorique

2.1 Article 1 : Interventions for School-Aged Children with Auditory Processing Disorder: A Scoping Review

Dans l'article *Interventions for School-Aged Children with Auditory Processing Disorder: A Scoping Review* (Bigras et al., 2024) diverses études portant sur des interventions pour les enfants d'âge scolaire ayant un TTA ou des difficultés de TA sont présentées. Cette revue de la portée a été réalisée en tant qu'analyse documentaire de la présente thèse. La discussion de cette revue met en lumière le manque d'études sur les approches TD ainsi que la manque d'outil pour mesurer les changements importants selon les enfants, dans leur vie quotidienne. La revue de la portée est incluse dans ce chapitre dans son format publié conformément à la politique de droits d'auteurs et de réutilisation du journal *Healthcare* de MDPI. Le tableau S1 décrivant les caractéristiques des études interventionnelles se retrouve à l'Annexe 1 de la thèse (p. 272).

Review

Interventions for School-Aged Children with Auditory Processing Disorder: A Scoping Review

Jacynthe Bigras *, Josée Lagacé, Ahmed El Mawazini and Héloïse Lessard-Dostie

School of Rehabilitation Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Ottawa, Ottawa, ON K1N 6N5, Canada; josee.lagace@uottawa.ca (J.L.); aelma034@uottawa.ca (A.E.M.); hlessar2@uottawa.ca (H.L.-D.)

* Correspondence: jbigra4@uottawa.ca

Abstract: (1) Background: Auditory processing (AP) disorder is associated with learning difficulties and poses challenges to school-aged children in their daily activities. This scoping review identifies interventions and provides audiologists with protocol insights and outcome measures. (2) Methods: A systematic search of both peer-reviewed and grey literature (January 2006 to August 2023) covered ten databases. Studies included had the following characteristics: (i) published in French or English; (ii) participants were school-aged, and had a normal audiogram, AP difficulties or disorder, and no cognitive, developmental, congenital or neurological disorder (with the exception of learning, attention, and language disabilities); (iii) were intervention studies or systematic reviews. (3) Results: Forty-two studies were included, and they predominantly featured auditory training (AT), addressing spatial processing, dichotic listening, temporal processing and listening to speech in noise. Some interventions included cognitive or language training, assistive devices or hearing aids. Outcome measures listed included electrophysiological, AP, cognitive and language measures and questionnaires addressed to parents, teachers or the participants. (4) Conclusions: Most interventions focused on bottom-up approaches, particularly AT. A limited number of top-down approaches were observed. The compiled tools underscore the need for research on metric responsiveness and point to the inadequate consideration given to understanding how children perceive change.

Keywords: auditory processing disorder; speech in noise; intervention; school-age; outcome; scoping review



Citation: Bigras, J.; Lagacé, J.; El Mawazini, A.; Lessard-Dostie, H. Interventions for School-Aged Children with Auditory Processing Disorder: A Scoping Review. *Healthcare* **2024**, *12*, 1161. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121161>

Academic Editor: Daniele Giansanti

Received: 12 April 2024

Revised: 24 May 2024

Accepted: 31 May 2024

Published: 7 June 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Learning and communication require listening skills, especially in the classroom and when interacting with peers, teachers, community members and family [1,2]. School-aged children spend a significant amount of time in educational environments, where classroom acoustic conditions can be challenging. Indeed, the characteristics of background noise, such as the spectrum of the noise and the fluctuations in the noise and the reverberations, may interfere with the voice of the teacher and those of the other students [1], necessitating increased listening effort [3,4]. Howard et al. (2010) found that school-aged children with normal hearing (NH) and without language, learning, or cognitive disorders required considerable listening effort when performing tasks in typical classroom signal-to-noise ratios (SNRs). They suggest that fewer cognitive resources were available for additional tasks as a result [3]. While classrooms are demanding listening environments for neurotypical children, they can pose even greater challenges for children with learning difficulties, as these children often struggle to listen to speech, particularly in background noise [5–7].

The nature of listening difficulties in school-aged children can be multifactorial, and may be caused by overlapping deficits in hearing, cognition, language or auditory processing (AP) [8]. Furthermore, the symptoms of these deficits may intersect, making the identification of the underlying deficits complex [8–10]. Auditory processing disorder (APD) can be the underlying cause of the listening difficulties, particularly in cases where

the children have NH thresholds and do not present with any known language or cognitive deficits. Nevertheless, for many children with NH thresholds, the nature of their listening difficulties is less clear, as they present with AP challenges and one or more concomitant conditions such as dyslexia [6,11] or difficulty with cognitive skills, including attention or memory [12,13]. Children who have APD and AP difficulties comprise a heterogeneous population [2]. However, many of these children commonly experience difficulties, such as academic challenges and struggling to perceive speech or difficulties in concentration when there is noise, when following complex directions, understanding instructions, interpreting messages correctly and answering questions within a time frame, as compared to children of the same age [6,12,14,15]. Furthermore, listening difficulty in background noise is common in these children, despite having NH thresholds. Purdy et al. (2018) found that children diagnosed with an APD and those who reported listening difficulties, even in the absence of APD, experienced more hurdles in classroom listening situations compared to a control group of children without such difficulties or APD [2].

Although there are several publications, including professional guidelines and position statements, on the assessment of APD, no agreement on the definition or the ideal test battery has yet been reached [8,9,16,17]. AP refers to the central auditory nervous system's ability to "preserve, refine, analyze, modify, organize, and interpret" [18] information received from peripheral auditory structures [18]. This ability requires various essential AP mechanisms, including localizing/lateralizing sounds; listening to degraded speech or speech in a noisy environment (e.g., in a restaurant or on an airplane); recognizing the temporal aspects of speech (e.g., sound order, intonation and short silences); and auditory discrimination and auditory patterns [18,19]. APD originates in the auditory system and is characterized by deficits in AP mechanisms [15,18,19]. APD often occurs alongside other disorders, such as attention deficit and hyperactivity disorder (ADHD), language impairment and learning disabilities. This makes diagnosing APD more complex and highlights the need for a multidisciplinary approach, a thorough case history, and further research with scientific rigor to better distinguish APD from other neurodevelopmental disorders or to understand their similarities and differences better [10,20]. The diagnosis of APD is often based on performance below the mean (in at least one ear at two standard deviations or more) on a minimum of two of the AP tests of the relevant battery [15,18]. The AP test battery typically comprises psychoacoustics tests with verbal and non-verbal stimuli, but objective audiological measures are recommended, such as auditory brainstem response (ABR), acoustic reflex thresholds and otoacoustic emissions [10]. In the case of children, AP difficulties are often developmental [17]. Therefore, a re-evaluation is recommended two years following the first assessment to confirm the presence of an APD [15]. Some children may show improvement in their test results over time, indicating that there could have been a delay in the maturation of their AP abilities. The current review will focus on two groups of children: those with an APD based on the previously mentioned guidelines, and those who have AP difficulties identified through abnormal results in one or more AP tests. The latter group includes children who have not completed a full APD test battery or who have completed a standard APD test battery once.

The existing clinical practice guidelines in audiology provide recommendations for intervening with children who have APD or AP difficulties [15,18,21,22]. Canadian guidelines aim at improving participation in daily life-activities and use the International Classification of Functioning, Disability and Health model created by the World Health Organization to guide the interventions [15,23]. These guidelines suggest that management of APD should focus on personal factors, such as direct auditory training (AT) and communication skills training, and on environmental factors, such as the acoustics of the environment and the use of assistive devices [15]. The recommendations of the British and the American practice guidelines focus on improving the environmental listening conditions, direct AT and compensatory strategies [18,21].

Several published review articles have aimed to identify and synthesize intervention strategies for various populations facing challenges in one or more AP abilities. However,

the interventions listed do not provide a comprehensive perspective, making it challenging for clinicians to identify suitable interventions for their clients, as well as the appropriate outcome measures. Below, summaries of some of the review articles are provided.

Bamiou et al. (2006) reviewed management strategies available for children with APD. Although they concluded that more research is needed to understand the impact of interventions, their review highlighted some interventions that have the potential of improving, in particular, auditory evoked potentials (AEPs), AP test scores, phonological awareness and academic performance [24]. The specific intervention strategies listed by Bamiou et al. (2006) focus on environmental modifications, assistive listening devices, teacher- or speaker-based adaptation, formal and informal AT and compensatory strategies [24]. The formal AT programs discussed include computer-based training. Informal AT is also described and includes auditory closure activities; temporal patterning and prosody training, such as recognition and use of prosodic aspects of speech (rhythm, stress and intonation); auditory discrimination training, such as phonological awareness; dichotic listening training; and speech-in-noise (SIN) training. The review includes a list of compensatory strategies that can be used to remediate listening difficulties, such as active listening, auditory memory enhancement and metacognitive and metalinguistic strategies.

In 2011, Fey and colleagues conducted a systematic review focusing on peer-reviewed studies that explored the impact of auditory or language interventions on school-age children diagnosed with an APD and/or a spoken language disorder [25]. Six intervention studies on children with an APD were included. Interventions listed included traditional computer-based auditory and language training, dichotic listening training, and listening in competing noise. The authors noted that most studies lack blinding of the testers to the participants' group, and that the participants were not randomly assigned to the experimental groups. In summary, based on the systematic review, the authors did not find convincing evidence supporting the notion that auditory interventions enhance auditory, language, or academic outcomes in school-age children with an APD or a language disorder [25]. In response to the systematic review by Fey et al. (2011), Bellis and colleagues (2012) argued that Fey et al.'s review employed a broad definition of APD and that the interventions listed were not AT approaches recommended by current APD guidelines, noting that some focused on spoken and written language [25,26]. They contended that the search criteria were too selective, such as the age range of the population searched, resulting in the exclusion of relevant research. Bellis and colleagues (2012) referenced several studies excluded from Fey et al.'s (2011) review [25,26]. These studies highlighted improvements, including, but not limited to, neurophysiological outcome measures that support AT for children with an APD. Some of the studies cited by Bellis et al. (2012) were, however, published after the search dates of Fey et al.'s (2011) review [25,26]. Bellis et al. concluded their response by stating their agreement with Fey et al. (2011) regarding the necessity for additional research in this particular field [25,26]. Fey et al. (2012) responded and argued that their methodology was well-based and that their conclusions were still valid [27].

In their review article, Weihing et al. (2015) described AT procedures with children and adults who have an APD. They reiterated the importance of including different approaches in the management of APD, including environmental modifications, assistive devices, compensatory strategies and direct AT [28]. Additionally, their review includes the detailed paradigms of the training listed, as well as the characteristics and parameters of the training. They discuss the use of computer-based training programs, such as auditory and auditory-language software. These training strategies focus on dichotic listening, spatial processing, listening to SIN, phonological awareness, auditory discrimination and temporal processing. In the review, they describe practical details as to training schedules, training difficulty and transfer of learning skills. Overall, some of the children with an APD who completed temporal processing or auditory discrimination training showed improvements in phonemic synthesis, temporal processing and language and reading outcomes, but improvement was also seen in cognition abilities (attention) and electrophysiological auditory components. Following dichotic training, children had a significant increase in

left-ear performance in a dichotic digits test. Children who completed a spatial processing training were better at using spatial cues in noise. Improvement in attention and memory and as to hearing handicap measures were also observed [28].

More recently, Gohari et al. (2022) described, in their review, diverse strategies for improving speech perception in noise. Their review primarily examined various populations, but they noted studied interventions with school-aged children with APDs. These interventions included localization training, listening in spatialized noise training and SIN training, with a variety of speech material in specific SNRs [29]. Overall, improvements were observed across various aspects, including binaural processing abilities, noise tolerance, electrophysiological components, and behavioural measures of AP, such as speech perception in noise and temporal processing [29].

The clinical guidelines and the review studies presented above all conclude that research is needed to develop evidence-based rehabilitation strategies for APD [15,21,22,24,25,28]. The need to develop outcome measures for documenting the effectiveness of rehabilitation programs is also mentioned [15]. In recent years, several interventional studies focusing specifically on school-aged children with an APD or AP difficulties have been published, creating a need to synthesize the information and to make it more accessible to clinicians and researchers. The first objective of the current scoping review was to systematically map, compile and synthesize the studies exploring interventions for school-aged children with NH thresholds and an APD or AP difficulties. This includes, among other aspects, describing the types of protocols and parameters of the interventions investigated. A second objective was to list the outcome measures used to document the effectiveness of the interventions. This scoping review will facilitate the summary and dissemination of the research findings [30] and will contribute to the knowledge of clinicians regarding available interventions and outcome measures for a population commonly encountered in clinical settings.

2. Materials and Methods

2.1. Protocol and Registration

Each stage of development for this scoping review (registration osf.io/4gn6a) followed the protocol suggested by the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis extension for scoping reviews (PRISMA-ScR) [31].

2.2. Eligibility Criteria

To be included in the scoping review, studies had to focus on interventions for improving AP in children primarily aged between 6 and 12 years old. Studies also had to report outcome measures. Eligibility of the participants in the studies was based on a diagnosis of an APD or abnormal results at AP tests (e.g., dichotic listening, SIN perception, degraded speech and temporal processing). Peer-reviewed journal papers were included if they were published in 2006 or later, written in French or in English (languages spoken by the authors), and were either intervention studies, systematic reviews, meta-analyses, or scoping reviews. To provide a comprehensive overview of the topic, the grey literature was also searched using the same eligibility criteria. For the grey literature, included studies had to be complete, and be freely accessible or accessible through the University of Ottawa (UO) library. The grey literature included master's or doctoral theses. The chosen period was deemed appropriate to ensure a manageable volume of literature while providing the most recent intervention protocols.

Studies were excluded if they focused on participants with hearing loss, traumatic brain injury, or neurological, cognitive, developmental, or congenital disorders. Because learning disabilities, such as reading disorders, ADHD and/or speech-language impairment are often concomitant with AP challenges [6,7], studies were included if participants had those particular diagnoses. Studies completed on animals, studies not available in full-text, patient reports, and descriptions of medical treatments such as surgeries were excluded.

2.3. Information Sources

To identify potentially relevant studies, the following ten databases were searched from January 2006 to August 2023: Medline (Ovid), APA PsycInfo (Ovid), ERIC (Ovid), CINHAL (Ebsco), Education Source (Ebsco), Communication Source (Ebsco), Scopus and Scopus Conference Proceedings, Web of Science and Web of Science proceedings papers. As per guidance provided by a librarian at the UO, these databases were identified as the sources most likely to yield studies relevant to the review’s objective. Sources of grey literature were identified through Grey Matters (2019) [32] and using the website of the library of UO. ProQuest Dissertations and Thesis Global, speechBITE, National Institute for Health and Care Excellence (NICE), University of York Centre for Reviews and Dissemination, PROSPERO, ISRCTN, CenterWatch Clinical Trials Listing Service, ClinicalTrials.gov, Trip PRO and Google Scholar (first 100 hits [32]) were searched. Following the full-text screening, the first author (JB) conducted a thorough scan of the references in the included studies to identify any additional relevant research.

2.4. Search Strategy

The search strategy and terminology were chosen with the support of the librarian at the UO. Following the PRISMA-ScR protocol, the search strategy for at least one database is presented below [31]. Table 1 outlines the search strategy for Medline (Ovid). Citations retrieved from each database search were imported into Covidence [33], where duplicates were subsequently removed.

Table 1. Search strategy for Medline (Ovid), completed on 10 August 2023.

#	Search Terms and Key Words
1	exp auditory perceptual disorders/
2	(auditory adj4 perceptual adj4 (problem* or difficult* or disorder* or disease*)).ti,ab.
3	(speech adj4 noise adj4 (problem* or difficult*)).ti,ab.
4	(listening adj4 noise adj4 (problem* or difficult*)).ti,ab.
5	(Spatial adj4 processing adj4 (problem* or difficult* or disorder* or disease*)).ti,ab.
6	(auditory adj4 processing adj4 (problem* or difficult* or disorder*)).ti,ab.
7	(hearing adj4 noise adj4 (problem* or difficult*)).ti,ab.
8	1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7
9	exp Child/
10	(child* or kid or kids or girl or girls or boy or boys or youth* or youngster* or kindergarten* or school* or minors or p?ediatric*).ti,ab.
11	limit 8 to “child (6 to 12 years)”
12	9 or 10 or 11
13	8 and 12
14	limit 13 to (yr = “2006 -Current” and English)
15	limit 13 to (yr = “2006 -Current” and French)
16	14 OR 15
17	16 NOT (autis*).ti,ab.

2.5. Selection of Sources of Evidence

Title and abstract screening were conducted independently by the first and second authors (JB and JL), using the Covidence platform [33]. Each article was meticulously reviewed for inclusion, with assessments made in accordance with the predefined inclusion and exclusion criteria. JB and JL conducted a practice round with 75 articles and practiced resolving disagreements, ensuring a consistent screening process. After the practice round, JB and JL screened the remaining articles based on the title and abstract. Any disagreements in study selection were resolved through consensus and discussion between the two authors. Full-text screening was completed by JB.

2.6. Data Charting

A data-charting table was developed in Excel and tested by JB and JL, based on the inclusion criteria and relevant data items necessary to address the aims of the scoping review. These authors tested the table with two different studies. The data-charting table was filled out independently by the two authors, and descriptive data was compared and checked for agreement. Any disagreements were resolved through consensus and discussion, and the data-charting table was updated. After testing the data-charting table, the finalized version was incorporated into Covidence [33] to allow for the systematic charting of the included studies' the data. JB independently completed the data charting, and to ensure accuracy, AEM and HLD verified the data from these studies. Discrepancies were discussed and resolved when necessary.

2.7. Data Items

The charting table systematically captured pertinent information about the therapies, including the characteristics and the schedule of the interventions, the outcome measures, and the effectiveness of the interventions, including effect size. Data items for charting included study characteristics (i.e., year of publication, country where the study was conducted and study design); aim of the study; attributes of both the experimental and, if applicable, control groups (i.e., number of groups, number of participants, mean age, diagnosis and inclusion and exclusion criteria); intervention details (i.e., description, focus and provider of the intervention); parameters or schedule of the intervention (e.g., timetable, total duration of training, duration of each training session, number of training sessions and intervals between them); outcome measures (including time of measurement); main results (including whether changes were noted in the control group where applicable); and effect size when applicable. Furthermore, since the primary goal of most rehabilitation programs is to enhance participation in daily activities and ensure that the skills acquired in a controlled setting can be transferred to real-life situations [34] or to other untrained skills [28], the included studies were also examined for information on generalization where relevant. When evaluating the effectiveness of an intervention, incorporating generalization measures can contribute to the external validity of the intervention studied [35]. Outcome measures related to generalization of the results were also charted whenever they were explored.

2.8. Critical Appraisal

No critical appraisal of the included sources of evidence was conducted, as the primary objective of the scoping review was to provide an overview of the existing evidence [31]. Evaluating the strengths and weaknesses of each study was considered beyond the scope of the review.

2.9. Synthesis of Results

Characteristics of the studies and the participants are presented in a table found in the Supplementary Materials. When reviews were identified, data were charted for the studies that met the inclusion criteria.

Compiling information on the measures used to evaluate the effectiveness of interventions was a key objective of this scoping review. Outcome measures are presented in Table A1 of Appendix A and are categorized into three groups: behavioural measures, neurophysiological measures and questionnaires. In this review, behavioural measures refer to tests that assess auditory, language, cognitive or academic abilities by observing participants' performance and responses in various tasks. Neurophysiological measures assess the neural responses at different levels of the auditory nervous system. Finally, questionnaires are tools used to gather information about an individual's experiences or opinions in a specific area or topic.

Details of the interventions, as well as the training schedules, are presented in Table A2 of Appendix B. To effectively address the objectives of the scoping review, the studies were categorized according to the method of intervention employed.

Single-ability auditory training. The first method described in this review is AT, which focuses on a single auditory ability and includes structured listening activities tailored to enhance that specific auditory mechanism [15,28,36]. The fundamental aim of AT is to improve the neural processing of acoustic signals.

Multiple-ability auditory training. The second method is AT targeting multiple abilities. Just like single-ability AT, this approach includes structured listening activities tailored to enhance specific auditory mechanisms [15,28,36] and to improve the neural processing of acoustic signals.

Assistive devices (FM system). The use of the frequency modulation (FM) system, an assistive device, was another intervention method reported in the literature. According to the World Health Organization, assistive devices are products or piece of equipment that help maintain or improve a person's functioning [23]. In the current review, the FM system was used in the classroom with the aim of enhancing the teacher's voice and improving the student's listening in the classroom.

Hearing aids. These personal amplification devices, in which the receiver and microphone are both worn by the person who has difficulty hearing, can improve access to speech and environmental sounds and may improve SNRs for the person wearing the devices.

Top-down interventions. These interventions focus on enhancing higher-order cognitive abilities (e.g., memory, attention, or problem-solving abilities), as well as language skills (e.g., vocabulary or metalinguistic abilities). Top-down interventions emphasize context and analysis of lower-order information, such as speech sounds. The aim is to improve listening abilities through compensatory and accommodative approaches [37].

Multimodal interventions. These interventions incorporate a range of strategies aimed at enhancing AP abilities, listening skills and language skills and/or optimizing the listening environment. Multimodal interventions may involve a combination of bottom-up and top-down approaches addressing both fundamental auditory processes and higher-level cognitive functions. Additionally, multimodal interventions may include adaptations of the environment or the use of assistive devices with the goal of improving the listening experience.

3. Results

3.1. Selection of Sources of Evidence

Figure 1 illustrates the step-by-step process employed to determine the eligibility of articles for the scoping review. After eliminating duplicate entries, a total of 3083 studies were identified, originating in both the databases and the grey literature. Subsequently, these studies underwent screening based on the title and abstract, resulting in the exclusion of 2913 studies. A total of 170 full-text articles were assessed for eligibility, resulting in the exclusion of 128 articles. The exclusion of these articles was based on the following criteria: duplicate, not a study, inappropriate studied population (e.g., adults or absence of AP measures for participant identification), non-peer-reviewed status (if not a thesis), incorrect study design, chapter from a book, review or expert opinion, full text not available, study not written in French or English, absence of reported therapy addressing AP difficulties, or insufficient information on participants or intervention. The references of the 42 remaining articles were examined to identify any citations that were not initially retrieved from the databases and grey literature. No additional references were found in this process. Forty-two studies were included in the review.

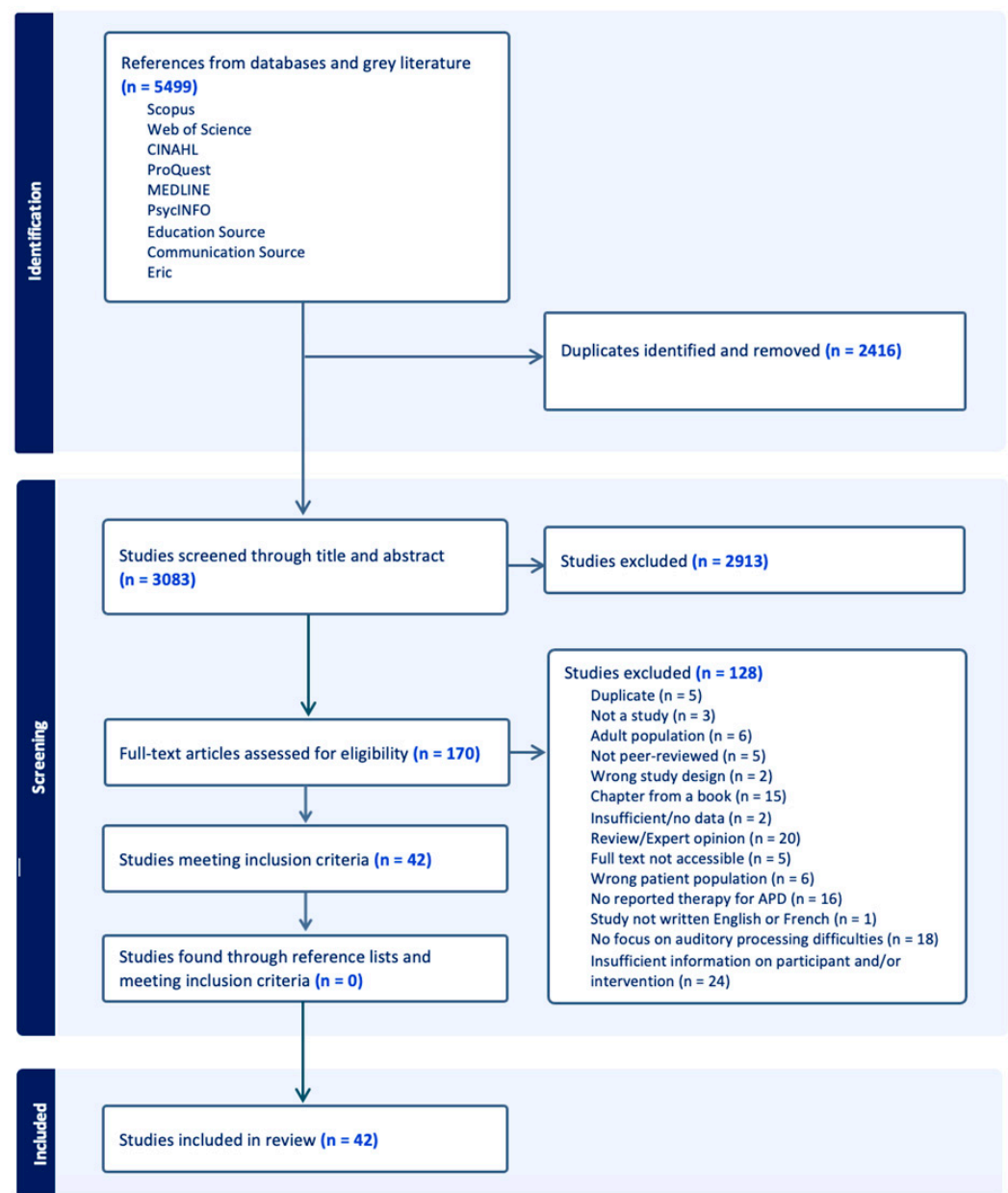


Figure 1. Systematic process to select relevant evidence related to interventions in children with auditory processing disorder or difficulties is illustrated in the PRISMA flow diagram.

3.2. Characteristics of Included Studies

Of the 42 studies included, 38 were peer-reviewed intervention studies, two were peer-reviewed review articles and two were theses (one for the degree of Doctor of Philosophy and one for the degree of Doctor of Audiology). Two of the intervention studies were published after the completion of their respective theses and each study is associated with and cited alongside its corresponding thesis [38–41]. Articles were published from 2008 to 2022. The country and design of each study are reported in Table 2.

Table 2. Description of studies.

	Reference
Country of study	
Australia	[42–48]
Canada	[49–51]
Egypt	[52–54]
India	[55–58]
Iran	[59–66]
Israel	[67]
Brazil	[68–72]
Malaysia	[73]
New Zealand	[74,75]
United Kingdom	[40,41]
United States of America	[76–81]
Singapore	[38,39]
Design	
1. Pre-post studies	[46–54,57,59,62,67,70–75,77,78,80,81]
1.1 Repeated baseline self-control measures	[47,48,71,74,75]
1.2 Control group (no intervention)	[50,51,57,67,73,77]
1.3 Control group (with intervention)	[52,53,70,72,77]
1.4 Control group (neurotypical children)	[70]
1.5 Long-term assessment (three months to one year)	[46–48,50,51,73,81]
2. Randomized controlled trials (RCTs)	[38–42,44,45,55,56,58,60,64–66,68]
2.1 Control group (no intervention)	[40,41,55,56,58,60,64,66]
2.2 Control group (with intervention)	[38,39,42,44,45,65,68]
2.3 Control group (neurotypical children)	[42]
2.4 Long-term assessment (two weeks to three months)	[38,39,56,60,65]
3. Non-randomized experimental study (Two control groups: with comparative intervention and neurotypical children)	[69]
4. Non-randomized case-controlled trial (Control group: no intervention)	[63]
5. Case report	[76]
6. Single-subject design	[61]

3.3. Population Characteristics

Collectively, the age ranges of the participants spanned from 6 to 16 years old, but altogether, participants were aged between 7 and 12 years old for the majority of the studies ($n = 27$). Some included 6-year-olds [45,46,48,52,53], 13-year-olds [42,44,57,69,81], 14-year-olds [54,68,70], 15-year-olds [79] and 16-year-olds [43]. In most studies, children had NH acuity, with thresholds of 20 dB HL or better at 250 to 8000 Hz or from 500 to 4000 Hz. Children in eight of the intervention studies and both review studies had NH, but the criteria (decibels and frequencies measured) for NH were not described [42–44,54,63,67,71,72,76,79]. One study included 25 dB HL as the normal cut-off [78] and one study used a pure tone average (PTA) of less than 20 dB HL for 250 to 8000 Hz frequencies [40,41].

3.4. Identification of Auditory Processing Disorder or Difficulties

Participants identified as having an APD met the criteria by scoring two standard deviations below the mean on two AP tests or three standard deviations below the mean on a single test. It should be noted that the test batteries used varied among studies, and that the clinical guidelines followed were not always specified. In the studies that included participants with APD, eighteen studies focused on direct AT [38,39,43,49–51,57,58,64,66,68–71,77,78], three studies examined the use of a personal FM system or hearing aids [40,41,75,80] and three studies utilized multimodal interven-

tions [42,44,76]. Reynold et al. (2016) conducted a review of studies focussing on children with APD; however, the review did not specify the criteria used to diagnose APD in the included studies [79]. Six of the studies focusing on AT and one focusing on the FM system required the presence of an APD, and also abnormal results at specific AP abilities targeted by the intervention: temporal patterning (Pitch Pattern Test [PPT]) and temporal resolution (Random Gap Detection Test [RGDT]) [49], SIN recognition or dichotic listening [50,51], SIN test (Speech-In-Noise in Indian English Test [SPIN-IE]) [57,58], dichotic listening (Staggered Spondaic Words [SSW] Test) or the Test for APD in Children (SCAN) [77] and auditory figure-ground (AFG, subtest of the SCAN) or spatial processing abilities (specific subtests of Listening in Spatialized Noise–Sentence Test [LiSN-S]) [40,41].

The eligibility criteria for the remaining studies were based on the failure of one or more AP tests and not on an APD diagnosis. First, for the AT studies, some of the eligibility measures conducted were linked to the mechanism(s) addressed by the interventions. Inclusion criteria for AT studies involved obtaining abnormal results in tests assessing specific AP abilities, as follows:

- Dichotic listening (Dichotic Digits Test [DDT]) and temporal patterning (PPT) [52];
- Dichotic listening (DDT), temporal patterning (Pitch Pattern Sequence Test [PPST]), and auditory fusion (Auditory Fusion Test [AFT]) [53];
- Temporal resolution (RGDT), dichotic listening (Paediatric Speech Intelligibility—PSI test), and/or (Nonverbal Dichotic Test [NVDT]) [72];
- Dichotic listening only: DDT [74,81]; Persian Randomized Dichotic Digits Test (PRDDT), Persian Competing Words Test (PCWT), Persian Competing Sentences Test (PCST) [59]; and Competing Words Test (CWT), Randomized Dichotic Digits Test (RDDT) [62];
- DDT with abnormal right ear advantage (REA), temporal patterning (PPST) and selective attention (Monaural Selective Auditory Attention Test [mSAAT]) [65];
- Temporal patterning (Frequency Pattern Test [FPT]) [47];
- Temporal patterning (Persian PST [P-PST]) and dichotic listening (Persian-SSW [P-SSW]) [61];
- Spatial processing (LiSN-S) [45,46,48];
- Auditory figure ground (AFG test) [54];
- Dichotic listening, temporal patterning and selective memory (Multiple Auditory Processing Assessment [MAPA]), dichotic listening (Spectro-Temporal Modulation (STM) detection tasks) and SIN perception (Consonant–Vowel in Noise [CVN]) and Words in Noise Test [WIN]) [60];
- SIN perception (Monaural Speech Identification Test) [55];
- Temporal patterning (Duration Pattern Test [DPT]) [56].

Next, regarding a study focusing on a personal FM system [73], the eligibility criteria were based on a failure in one or two AP abilities: Dichotic listening (Double Dichotic Digits Test [DDDT]) or temporal patterning (PPST) [73]. Finally, for the study involving multi-modal interventions [67], participants had to obtain results at one standard deviation below the mean on at least one of the following AP tests: Dichotic listening (Competing Sentences [CS]), SIN perception [monosyllables in noise], Temporal resolution [gap detection] and Binaural interaction (masking level difference [MLD]) [67].

Given that AP difficulties often coexist with other conditions, several studies listed the presence of concomitant disorders or challenges, including learning disabilities [52] or learning difficulties [70]; specific language impairment [69]; atypical phonological acquisition [72]; medicated ADHD, speech and language disorders and Chiari malformation [81]; difficulty with reading, apraxia, ocular and motor function difficulties, speech disorders, attention difficulties, or autism spectrum disorder (ASD) [49]; auditory memory, phonological, or language difficulties [38,39]; language impairment, reading disorders, autism, or ADHD [43]; Asperger syndrome, learning or language disabilities, or ADHD [75]; ADHD [77,80]; ASD, ADHD, or learning disabilities [79]; and language or reading disorders [42,44]. Children with ASD, Asperger syndrome or Chiari malformation were a minority in the specific studies that did not exclude these conditions.

The above-mentioned conditions listed were not inclusion criteria. Twenty-two studies either reported or assessed normal or average intelligence levels, including measures such as the intelligence quotient (IQ), nonverbal intelligence, or psycho-intellectual abilities (AT: [38,39,46,47,52,53,55,56,60,64–66,69,70,81]; assistive devices and hearing aids: [40,41,75,80]; and multimodal interventions: [42,44,67]).

In Moossavi et al.'s (2015) study, which focused on improving working memory and SIN abilities, children who failed at the three subtests of the MAPA (DDT, PPST and mSAAT) and who had normal IQs were included, but children with neurological difficulties were not [63].

3.5. Assessment Tools for Measuring Outcomes of Interventions

The outcome measures utilized in the included studies to evaluate the effectiveness of the interventions are presented in Table A1 of Appendix A. The outcome measures are categorized into three main groups: behavioural outcome measures, neurophysiological outcome measures and questionnaires. Each type of outcome measure provides distinctive insights into various aspects of the participants' responses to the intervention. In some studies, changes across training sessions were also monitored.

Behavioural outcome measures. Behavioural measures are divided into AP measures and cognitive, language-based and academic measures. AP measures are subdivided based on the ability assessed, while cognitive, language-based and learning measures are categorized by the type of skill evaluated, including language, academic, reading, attention and memory skills.

The majority of behavioural outcome measures that were identified were related to AP skills. In regard to AT targeting single and multiple abilities, each intervention studied had outcome measures related to the ability or abilities trained. Two AP test batteries and 28 AP tests were identified as outcome measures for AT interventions. Three studies used monaural low redundancy tests as outcome measures [69–71]. Some tests were available in different languages, such as English, French, Persian and Arabic. Temporal processing, specifically frequency ordering, emerged as the most frequently employed outcome measure, with eight different types of interventions utilizing this metric. Following closely after the frequency patterning tests, the DDT was the second-most-utilized measure, employed by seven types of interventions to assess their impacts. Frequency pattern tests measured significant improvements for different interventions, namely, musical training, SIN interventions, temporal patterning intervention, AT targeting multiple abilities, personal FM system, and multimodal interventions, but not for dichotic listening training. A significant improvement in DDT scores following dichotic listening interventions and AT targeting multiple abilities was observed, but no significant differences were measured following multimodal interventions and the use of a personal FM system.

A total of 21 outcome measures related to cognitive, language-based and learning abilities were identified. Language tests were used in the widest variety of intervention studies and the Clinical Evaluation of Language Fundamentals®—Fourth Edition (CELF-4) was the only outcome measurement tool assessing language that was used more than once.

Neurophysiological outcome measures. Eleven AEP protocols were identified to measure outcomes following interventions. Neurophysiological changes were assessed following ATs focusing on single or multiple AP abilities, the use of an FM system, or multimodal interventions. In general, after an intervention, an improvement in neural signal transmission is indicated by an increase in wave amplitude and a decrease in wave latency [42,82]. However, reduced amplitudes and earlier latencies observed in speech-evoked cortical responses could indicate a shift toward a more mature morphology following an intervention [58,83]. There is some evidence that AEP is an objective measure that can document the neurophysiological changes in the auditory system [42,49,82].

A study investigating the impact of singing lessons utilized auditory brainstem responses (ABR) associated with nonverbal stimuli (clicks) and complex sounds (sylla-

bles) [49]. Another used complex ABR (c-ABR), with a syllable being presented both with and without noise to evaluate the impact of AT focused on SIN, dichotic listening and temporal processing [69]. Waves I, III and V were identified and compared before and after training for click ABR, and waves V, A, C, D, E, F and O were examined for c-ABR. Significant changes were noted in both studies using c-ABR. Middle latency response (MLR), measuring components Na, Pa and the binaural interaction component (BIC), and long-latency AEP, such as P1-N1-P2-N2-P3 components, were also used as an outcome measure for lateralization training or AT targeting multiple abilities. Cortical AEPs, namely P1-N1-P2-N2, stood out as the most frequently used electrophysiological measure and demonstrated significant improvement following the majority of the interventions studied. Cortical AEPs were measured with clicks and syllables and with or without noise.

Questionnaires. Questionnaires are divided by respondent: teacher, parent, or child. Fifteen questionnaires were used as outcome measures, with parents and teachers being the most frequent respondents. Questionnaires answered by parents primarily focused on communication, auditory, and listening behaviours across various environments. Parents' perceptions of changes in their child's daily activities or listening abilities were assessed following various types of training, namely, SIN training, binaural processing training, AT targeting multiple abilities [70,72] and FM system use and fitting of binaural hearing aids. Significant changes were noted for binaural processing training and multiple-abilities training. One of the questionnaires, *Mesure des habitudes de vie* (MHAVIE; Translation: Assessment of life-habits) [50], assesses children's lifestyle habits beyond listening and communication abilities by identifying specific activities of daily living that may pose challenges for them. Additionally, it helps determine whether the child requires help in performing these activities. The MHAVIE was utilized once for SIN training.

Teachers' perceptions of changes in the children's listening abilities in daily activities were also assessed to determine if various interventions, namely, binaural processing AT, SIN training, FM system use, and fitting of binaural hearing aids, had impacts on children's auditory or listening skills. In one study [40,41], it was mentioned that the return rate of the questionnaires filled out by teachers was low, limiting the researchers' ability to interpret or analyze the results effectively. Teachers noted significant changes following the use of the FM system, and the questionnaire used was the teacher version of the Listening Inventory for Education (LIFE) [75].

Two questionnaires assessed the children's perceptions of change in listening abilities and daily activities, namely, the LIFE—Revised (LIFE-R), and the Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale questionnaire (SSQ). Improvements (nonsignificant for two studies [45,48] and significant for one [46]) were noted for binaural processing training. Significant improvements were observed by children after the use of a personal FM system [40,41,75].

Performance over the training sessions. Two studies evaluated the impact of binaural processing AT, while two others evaluated the effectiveness of SIN AT in terms of change across the training sessions. Improvement in performance during the training was significant [45,46,51] and non-significant [50], according to the authors.

Statistical significance of the results. The statistical significance of the results at the different outcome measures listed in the studies is reported in Table A1. Results following the interventions were significant (S), non-significant (NS), or not different (ND) (indicating no discernable impact of the training on these measures) for the experimental group. One outcome measure (CNA) could not be analyzed because of the low return rate of questionnaires. For the sake of conciseness, the rating S or NS was assigned when the majority of subtests within a test battery measured S or NS changes, even if some subtests were ND. Conversely, the rating NS was assigned in the opposite situation. For neurophysiological tests, if changes were noted (regardless of whether the change was for latency or amplitude, with certain stimuli only, or in one or both ears), S or NS was assigned according to the results. Readers are directed to consult both the table of study characteristics and the individual studies for comprehensive details on the degree of change.

3.6. Intervention Characteristics

Interventions listed in this scoping review can be grouped into six categories: (1) single-ability auditory training, (2) multiple-ability auditory training, (3) assistive devices (FM system), (4) hearing aids, (5) top-down interventions and (6) multimodal interventions. Table A2 of Appendix B describes each training or intervention and schedule in greater detail.

3.6.1. Single-Ability Auditory Training

Seven studies examined the impact of dichotic listening training [59,62,65,74,77,78,81]; two focused on localization and lateralization abilities [64,66]; and three investigated the impact of spatial processing intervention [45,46,48]. One examined the effect of singing lessons on pitch and rhythm development [49], one evaluated musical pitch training [47], one focused on temporal patterning training [56], one focused on phonemic training [61], and nine evaluated the impact of SIN training [38,39,50,51,54,55,57,58,60,71].

Dichotic listening training. The interventions aiming at improving dichotic listening used two approaches. The first one involved presenting different stimuli to both ears at various interaural time intervals [59,65,74,77,78]. As the training progresses and the child successfully completes tasks, the stimuli are gradually presented with decreased time intervals until they are eventually presented simultaneously. In some training programs, the stimuli start in the better ear [59], while in other programs, there is a variation in which the ear that receives the stimuli first (leading ear) may change [74]. Participants are asked to repeat what they hear in both ears (binaural integration tasks) or in one ear only (binaural separation tasks). Stimuli and presentation media vary from one program to another. Children completing interaural timing difference training have dichotic deficits, which are demonstrated by deficits in at least one ear at the DDT [59,74] or SSW and/or SCAN [77,78], or abnormal REA scores in the DDT [65].

In Barker and Bellis (2018), children who initially had dichotic deficits, as evidenced by abnormal DDT scores, demonstrated significant binaural improvements in the DDT, and most notably in the left ear, after undergoing dichotic interaural timing difference training [74]. A similar scenario was observed in Mahdavi et al. (2021) with children who had dichotic listening deficits, as noted by one abnormal result in at least one Persian-adapted dichotic test (PRDDT, PCWT and PCST) [59]. Following dichotic interaural timing difference training, the scores for these dichotic tests were significantly better bilaterally post-intervention, especially for the non-dominant ear [59].

In Shoemaker's (2010) thesis, children who had dichotic deficits, according to abnormal results for the SSW and/or the SCAN, demonstrated significantly better scores in the SSW and a dichotic AT screening tool for both ears when compared to a control group following dichotic interaural timing difference training [77]. They also demonstrated significant improvements in scores for competing words and filtered word tests, outperforming the control group.

In Stephenson's thesis (2008), children identified with an APD through a test battery that included the SSW and the SCAN underwent dichotic interaural timing difference training. Children showed significant improvement only in the left competitive condition on the SSW [78]. Additionally, scores on a dichotic AT screening tool significantly improved, post-training [78]. Results on the SCAN post-training were not significantly different from the pre-training assessment.

The impact of dichotic offset training, another version of dichotic interaural timing difference training, was studied by Delphi et al. (2018) in children who had abnormal REA scores, DDT scores, PPST scores and mSAAT scores. The results suggest that this training was effective in improving left-ear performance in the DDT and in decreasing REA [65]. Dichotic offset training was compared with another method aimed at enhancing dichotic listening through varying interaural intensities, namely, dichotic interaural intensity difference training. The results suggested that dichotic offset training required more

sessions than dichotic interaural intensity difference training to achieve an equivalent level of improvement [65].

Some studies found that the specific skills trained through dichotic interaural timing difference training can generalize, indicating improvement in daily life functioning and improvement in skills that were not directly targeted by the training. Indeed, in Barker and Bellis's (2018) study, anecdotal comments by parents suggest that children had more confidence in the classroom and followed complex directives better at home [74]. Improved recognition of filtered words, as measured by the SCAN, was also noted post-intervention in one study [77], but not in another [78].

The second approach aiming to improve dichotic listening involved interaural intensity differences [62,65,81]. The intervention involves presenting different stimuli simultaneously to both ears, with varied interaural intensities, to encourage the use of the weaker ear. As the child achieves success in completing tasks, the intensity of the stimuli in the better ear increases progressively. Participants are asked to repeat what they hear, either in both ears, or in one ear only. Stimuli and presentation media vary from one program to another. In the studies utilizing the dichotic interaural intensity approach, children completing the intervention had abnormal REA scores on the DDT [65], significant interaural asymmetry at the DDT (left ear 10 to 20% poorer than right ear, according to the age of the participants) [81], or 25% binaural asymmetry in the Competing Words Test (CWT) and the RDDT (dichotic tests) [62].

In Delphi et al. (2018), the impact of dichotic interaural intensity training in children who had abnormal REA, DDT, PPST and mSAAT scores was investigated. This training method was effective in enhancing scores in the left ear on the DDT and in reducing REA [65]. In comparison to dichotic offset training, this method required fewer training sessions to attain a comparable level of improvement [65].

Moncrieff and Wertz (2008) also studied the impact of dichotic interaural intensity training in children who had unilateral dichotic deficits with significant REA at the DDT. Following the intervention, children had improved dichotic listening skills in both ears and scores on the DDT and CW were significantly better in the left ear, resulting in symmetrical performance between ears post-training [81]. Improvements were also maintained one year post-training [81]. Moncrieff and Wertz (2008) found benefits associated with an intervention on language skills, phonological awareness and filtered word recognition [81].

Furthermore, Nazeri et al. (2020) examined the effects of dichotic interaural intensity difference training on a group of children diagnosed with amblyaudia. This condition was characterized by abnormal and asymmetric results in dichotic tests, namely, in the case of this study, the CWT and RDDT. Participants had 25% interhemispheric asymmetry in these measured parameters. Following the AT, significant improvements were observed in the SSW, as evidenced by a reduction in errors post-training compared to pre-training performance measures [62].

Localization and lateralization training. Two studies examined the impact of localization and lateralization training on spatial processing, localization and lateralization abilities [64,66]. The studies involved the same group of participants and the same intervention. The training focused on detecting and identifying sounds presented under headphones with various interaural time differences, which created the perception that the sounds were coming from distinct locations. To be included in the studies, results for the DDT (dichotic listening), PPS (temporal patterning) and mSAAT (auditory attention) had to be two standard deviations below the mean [64,66]. Following the intervention, the experimental group demonstrated significant improvements in auditory memory scores bilaterally [64,66], and in spatial word recognition in noisy conditions, when compared to the control group [64]. Noticeable neurophysiological changes were observed in the experimental group, compared to the control group. These changes were evidenced by a significant reduction in latency and an increase in amplitude, as measured by the BIC [66]. In summary, the benefits of the training were noted for binaural processing, SIN abilities and auditory memory.

Spatial or binaural processing training. Three studies examined the efficacy of the Listening in Spatialized Noise Training (LiSN & Learn) [45,46,48]. This AT program is designed to enhance binaural processing through SIN activities, with target stimuli presented from the front, and the noise from various directions. This program aims to improve elements of binaural processing, such as interaural timing and intensity differences. These elements are crucial for spatial processing, allowing individuals to attend to stimuli originating from one direction while ignoring sounds or noises from other locations [46]. Participants had spatial processing disorder (SPD), diagnosed with the LiSN-S [45,46,48]. SPD is a subtype of APD and is “characterized as a reduced ability to utilize cues important for accurate localization and listening in noise” (p. 376, [46]).

In Cameron and Dillon (2011), children who had SPD completed the Listen & Learn training program. Following the intervention, a significant improvement in the LiSN-S in the conditions where speech is spatially separated from the distractors was noted [46]. Improvement was maintained three months post-intervention. Improvements were non-significant in attention abilities but significant in memory [46]. In addition, the children who underwent the training demonstrated significant improvement in their ability to understand speech, both in quiet and in noise, as reflected by their responses to the SSQ [46].

In another study, a group of children with SPD completed the Listen & Learn training program, while another group of children with SPD completed the Earobics Home Version AT software (Step 1) [84]. The experimental group who completed the Listen & Learn training program had significant improvements in the LiSN-S in the conditions in which speech is spatially separated from the distractors, compared to the control group, who completed another AT [45]. No improvement was noted for either group in conditions in which speech and distractors came from the same direction [45]. Children and teachers filled out the LIFE-R questionnaire. For both groups, improvements in listening skills were noted by the children and the teachers. However, more improvements were noted in the experimental group [45]. The parents of the children in the experimental group perceived significant improvements in AP behaviours post-training according to the Fisher’s Auditory Problem Checklist (FAPC) [45].

In Graydon et al.’s (2018) research, children with SPD who completed the Listen & Learn training program had significant improvements in the LiSN-S in the conditions in which speech is spatially separated from the distractors, compared to a control group who did not complete an AT [48]. Parents, children and teachers’ perceptions of changes in daily listening activities were measured with the FAPC, the LIFE-R, and the Teacher Evaluation of Auditory Performance (TEAP). All noticed improvements in daily listening skills, but these were only significant according to data from the parents [48].

Overall, the benefits of the LiSN & Learn training were noted for spatial processing abilities and for higher-order abilities, such as attention and memory. Parents, children and teachers also perceived improvement in daily life-activities [45,46,48].

Musical training. The impact of singing lessons on the subcortical auditory response to the clicks and speech sounds of children who have an APD and, more precisely, difficulties with temporal processing, was investigated by Koravand et al. (2019) [49]. While no significant improvement was observed with click ABR post-training, the magnitude of various subcortical responses measured with speech stimuli showed improvement in the majority of the participants after training, suggesting the benefits of singing lessons for the central AP [49].

Tomlin and Vandali (2019) investigated the effectiveness of musical pitch training to improve temporal patterning abilities in children with temporal patterning deficits. Participants completed a modified version of the aTune musical-pitch training program, an AT during which children engage in activities involving the discrimination and identification of pitch, timbre and instruments [47,85]. Significant improvements in temporal patterning were noted post-training and were maintained 60 weeks after the training. No significant changes were noted in reading fluency, attention, or memory abilities, or for children’s perception of listening difficulties according to their LIFE-R scores [47].

Temporal patterning training. In their research, Maggu and Yathiraj (2010) aimed to improve temporal patterning abilities with temporal patterning training. The participants were children with low scores on the DPT [56]. The training activities involved discriminating and identifying tones based on variations in both frequency and duration [56]. Compared to a control group, the children who completed the training demonstrated significant improvements in the DPT, suggesting an amelioration of temporal patterning abilities [56]. The results in the other AP measures (auditory integration and separation, and gap detection) did not change post-training, but improvements were noted in auditory memory skills, suggesting that benefits generalized to other skills [56]. Improvements were maintained one month following training [56].

Phonemic training. Negin et al. (2018) studied the effects of phonemic training on a child experiencing difficulties in phonemic awareness and decoding, as assessed by the P-PST and SSW. In this single-subject design study, a child learned various phonemes presented on their own, and eventually with other phonemes and in words. Different strategies were presented to the child to learn the phonemes. Positive effects of the training were observed in binaural integration abilities [61]. However, there was no improvement in phonemic awareness abilities [61]. Nevertheless, a significant reduction in the number of phoneme errors was noted [61]. Additionally, there were reported improvements in academic performance, particularly in spelling skills, following the training [61]. These improvements were sustained two months after the intervention [61].

Speech in noise training. Nine identified studies investigated the impact of SIN training on noise tolerance and speech-recognition-in-noise abilities of children with AP difficulties or an APD, specifically those struggling with listening in noisy environments.

In their exploratory study, Jutras et al. (2019) examined the impact of a SIN training software (<http://monleb.com/>) called *Logiciel d'écoute dans le bruit* (LEB) [86] on children's SIN performance, electrophysiological measures and daily listening activities, according to questionnaires filled out by teachers. This listening-in-noise training program is computer-based and can be completed in a clinical setting, at home, or at school. The activities include word or sentence identification as well as understanding directions and short stories, and are completed in the presence of a babble noise [51]. Children with an APD and difficulty with SIN or dichotic listening completed the LEB at school. Children completing the training exhibited significant improvement in noise tolerance across sessions, but no significant improvement was observed with the Hearing in Noise Test (HINT), a measure of SIN perception. However, more improvement in the HINT for the training group, compared to the control group, was observed. Additionally, 40% of children had a noticeable increase (0.5 μ V) in P1 and N2 amplitudes post-training, compared to 17% for the control group. Following training, P1 and N2 latencies decreased by at least 10 ms for 40 to 50% of the children, compared to 17% in the control group. These results suggest potential neurophysiological changes for the experimental group, but the changes were not significant. Teachers did not notice significant changes following the training according to their answers in two questionnaires, namely the Scale of Auditory Behaviours (SAB) and the Screening Instrument for Targeting Educational Risk (SIFTER). Nonetheless, individual data indicated that the experimental group showed greater improvement than the control group in their abilities to discriminate, identify and understand rapid or muffled speech, as observed through the questionnaires [51].

Brasil and Schochat (2018) studied the effectiveness of the Programa de Escuta no Ruído (PER), a translated and adapted version of the LEB for Brazilian Portuguese speakers, with children who have APD [87]. Children completed two pre-training assessments for control measures. After the intervention, significant improvements were noted in all AP measures, namely SIN, PSI, SSW and FPT. Improvements were noted in academic skills post-intervention, as noted by the School Achievement Test (SAT), but were not significant [71].

Loo et al. (2012, 2016) also studied a computer-based AT program focusing on enhancing SIN abilities in children with an APD [38,39]. This at-home training program included

speech activities in the presence of competing sounds. Compared to the control group, the experimental group showed significant improvements in speech reception thresholds (SRTs) in the LiSN-S. Additionally, the experimental group's mean SRTs slightly improved three months following the intervention. After the training, there were significant improvements in parents' perception of their children's pragmatic abilities, as indicated by their responses in the Pragmatic Profile questionnaire. Additionally, teachers reported significant improvement post-training for the experimental group in classroom listening abilities, as reflected in their responses to the Children's Auditory Performance Scale (CHAPS) [38,39].

A pilot study by Jutras et al. (2015) examined the impact of a SIN AT that was completed in a clinical setting and consisted of auditory activities, such as syllable or word discrimination, word identification, memorization and understanding directions. Activities were completed with various noises delivered through speakers, utilizing an audiometer and a CD player [50]. Children participating in this pilot study had an APD and difficulty with SIN or dichotic listening. Following the training, the results suggested that children became more tolerant to noise levels as the therapy progressed because the percentage of correct responses improved, and the noise levels increased. After the intervention, no change was noted for the scores on the HINT, compared to the control group. Measures of cortical AEP suggested a shorter P1 latency, and an increased N2 amplitude post-training for the experimental group, compared to the control group. These results suggest that neurophysiological changes were noted following the SIN AT and that the training improved neural transmission of auditory stimuli. Six months following the intervention, P1 latency remained stable and N2 amplitude increased. After the intervention, there was no observed change in auditory and social abilities, as reported by both the parents and teachers in the French adaptation of the SAB and the MHAVIE. Additionally, teachers did not report any change with the SIFTER [50].

Hassaan and Ibraheem (2016) investigated a semi-formal AT with children presenting auditory figure-ground deficits [54]. During the training, the children listened to a story presented by the examiner at the same time as a competing noise and answered questions afterward. Post-training measures showed significant improvement in SIN measures, competing speech tests and temporal patterning abilities. Speech-evoked neurophysiological measures suggested improved neural transmission of auditory stimuli. A significant increase in the peak-to-peak amplitude was observed, as well as a decrease in the thresholds in noise for the P1-N1 complex [54].

In Afshari et al. (2022), the effectiveness of a SIN AT utilizing auditory spectro-temporal modulation (STM) identification games was examined [60]. The participants were children who had abnormal performance in three MAPA subtests: DDT, PPS and mSAAT. Additionally, these children displayed abnormal STM detection thresholds and difficulty in Persian versions of SIN tests, namely, CVN and WIN. Following training, STM detection thresholds improved significantly compared to the control group, which did not follow any therapy, and changes remained stable one month post-intervention [60]. These results suggest improvement in the detection of spectro-temporal modulation abilities. The results of SIN testing (CVN and WIN) showed significant improvement for the experimental group, compared to the control group, and only CVN scores remained stable one month post-training [60].

Two studies from Kumar et al. (2021) examined the effectiveness of an interactive computer-based noise desensitization training [57,58]. During this training, children listened to lists of words at various SNRs and in competing noises. Six images were displayed, and children were asked to identify words in noise by selecting a corresponding image. In both studies, children had an APD and abnormal scores on the SPIN-IE [57,58]. In the first study [57], the results indicated a significant improvement in the SPIN-IE, Gap Detection Test (GDT) and DPT measures for the experimental group, compared to the control group. In addition, no change was observed in the Revised Auditory Memory and Sequencing Test (RAMST) and the Dichotic Consonant Vowel (DCV) measures. The impact of the training on digit span (auditory memory) was also examined and revealed significant

improvements for the experimental group, except for forward digit span. In summary, the SIN training significantly improved temporal auditory skills and SIN skills [57]. In their second study [58], the results showed significant improvements in SPIN-IE, GDT and DPT measures for the experimental group compared to the control group. However, no change was observed for RAMST (auditory memory and sequencing) and DCV measures. Post-intervention neurophysiological changes were reported for the experimental group, but not for the control group, when measured with speech stimuli (syllable /da/). Compared to pre-intervention measures, there were significant decreases in P1 and N2 amplitudes in the quiet condition, and in all four peak (P1-N1-P2-N2) amplitudes in the noise condition. The authors suggest that these changes in amplitude follow a pattern of maturation of the cortical responses to speech stimuli. Subjective feedback was provided by both parents and teachers. While parents did not observe improvement in their children's listening skills after training, both participants and teachers reported positive changes. Participants noted reduced stress, and teachers observed increased responsiveness to instructions. Hence, improvements gained during training also transferred to daily activities [58].

In Maggu and Yathiraj (2011), children who had difficulty identifying monosyllabic words in noise listened to recorded texts presented with various types of noises and at various SNRs [55]. The authors did not specify whether the training was performed under headphones or with speakers. Questions were posed to the children after the text presentations. Following the training, the experimental group had significantly increased their scores in SIN tasks, including monaural monosyllabic words in noise, sentence identification in noise, and sound field speech identification. No change was noted for the control group, which did not undergo any training [55].

3.6.2. Multiple-Ability Auditory Training

Six intervention studies examining the effects of AT programs designed to target various AP abilities were identified in this scoping review. Two studies investigated the outcomes of AT programs with the goal of improving temporal processing and phonemic awareness abilities [52,53]. The participants in the first study were children experiencing difficulties in dichotic listening and temporal sequencing, as shown by abnormal results on the DDT and PPT [52]. The children were divided into two experimental groups, each undergoing different intervention modalities. One group completed a computerized training of auditory temporal processing and phonemic awareness, while the other had phonemic awareness and auditory-directives training with a therapist. Post-intervention, both groups demonstrated significant improvements in PPT and DDT scores and phonemic awareness abilities, as well as a decreased P1 latency [52]. The improvements in the scores on the DDT suggest that the benefits of both interventions were extended to binaural integration abilities [52]. In the second study, participants were children with an APD and were divided into two experimental groups, each following a different intervention modality. One group underwent computerized training in auditory temporal processing and phonemic awareness, while the other group received auditory temporal processing and phonemic awareness training with a therapist [53]. Statistically significant improvements post-intervention were noted for both groups for AP measures, including the DDT, PPST and AFG (except 250 Hz); phonemic awareness abilities; a decreased P1 latency; and improved AP perception as evidenced by an APD questionnaire [53]. Benefits from the interventions were extended to binaural integration and auditory fusion abilities. No significant differences in the outcome measures were observed between the two groups post-intervention [53].

Two other studies involved AT programs aiming at improving dichotic listening, temporal processing, auditory figure-ground and SIN abilities [68,69]. In Donadon et al. (2019), children who had an APD underwent computerized AT activities. These activities focused on enhancing binaural integration, temporal resolution, and ordering, as well as figure-ground processing [68]. The control group underwent visual training. The AT program administered to the experimental group yielded statistically significant improve-

ments in various AP abilities [68]. Specifically, the DDT, FPT, Gaps-in-Noise (GIN) Test and Synthetic Sentence Identification with Ipsilateral Competitive Message (SSI-ICM) measures demonstrated significant improvements in the experimental group, suggesting that the AT program produced changes in AP abilities [68]. Filippini et al. (2012) investigated an AT program that included competitive speech perception and SIN tasks, dichotic listening exercises and temporal processing involving frequency and duration aspects [69]. The AT was completed with an audiologist, using an audiometer [69]. Children who completed the intervention were divided into two groups: APD with specific language impairment (SLIa group) and APD without specific language impairment (APD group). The control groups included one with neurotypical children and one with an APD and a specific language impairment (SLIb group). The SLIb group underwent speech therapy. AP abilities of children in both of the experimental groups improved significantly after the training. Post-intervention scores in the SIN test, SSW, DDT and PPST were significantly better for both groups, compared to the control groups. The c-ABR measures were completed, with a syllable presented both in quiet and in noise, before and after the intervention. Compared to pre-intervention measures, both experimental groups had decreased latencies when ABRs were measured with syllables in noise; specifically, the APD group had earlier V and D latencies and the SLIa group had earlier V, C, D and E latencies [69]. There were no significant changes in latencies observed for the measures when the syllable was presented without noise. The only exception was the latency E in the SLIa group, for which the latency was earlier post-intervention. The authors concluded that the program was shown to be beneficial for children with an APD, as it improved AP skills and neural transmission of auditory stimuli.

Training programs involving dichotic listening, temporal processing, auditory figure-ground/SIN training and localization were studied by Schochat et al. (2010) and De Melo et al. (2018). In Schochat et al. (2010), the experimental group, consisting of children with an APD, was compared to a control group of children without an APD and who completed an informal training with parents at home. Post-intervention, children in the experimental group had increased scores on AP measures, including PSI, SIN tests, the DDT, SSW and NVDT [70]. They did not show neurophysiological changes in terms of MLR latencies measured with clicks, but there was a significant increase in Na-Pa amplitude, suggesting that the AT had an impact on auditory neural processing [70].

In De Melo et al. (2018), children with an APD underwent a computerized training program. Children were divided into two groups: APD with typical phonological acquisition, and APD with atypical phonological acquisition. Neurophysiological changes were noted following training for both groups [72]. Children who had a typical phonological acquisition had a significant decrease in N2 and P3 latencies in the left ear, and children with atypical phonological acquisition had a significant decrease in P2 latency in the right ear following therapy [72]. P3 latency decreased for both groups following training, but only significantly for the left ear in children with typical phonological acquisition [72]. Some children had no P3 pre-training, but a measurable one post-training [72]. The parents' responses on the SAB questionnaire indicated improvements in functional auditory behaviours after the intervention [72].

3.6.3. Assistive Devices

In this scoping review, three intervention studies [40,41,73,75] and one review study [79] examining the use of assistive devices to improve speech perception in the classroom in children with an APD were identified. In all studies, subjects used a personal FM system. The fitting of the system consisted of a microphone worn by the teacher and receivers worn by the children.

In Umat et al. (2011), children with AP difficulties used an FM system for 12 weeks and were tested pre-fitting, 12 weeks post-fitting and 1 year after not using the FM system. Half of the children utilized monaural fitting and the other half utilized binaural fitting. Compared to the control group, which consisted of children with AP difficulties who

did not use an FM system, the benefits of wearing an FM system were noted for both experimental groups for working memory (Rey Auditory Verbal Learning Test, RAVLT) after 12 weeks and in the long-term (1 year after post-fitting measures). No significant difference was noted between the two experimental groups at twelve weeks post-fitting, but improvements in working memory abilities increased for the monaural fitting group 1 year following the use of the FM system. In the RAVLT, long-term benefits were noted in two subtests: best learning and retention of information. The authors concluded that the use of an FM system can improve short-term auditory memory abilities of children with a suspected APD [73].

Smart et al. (2018) investigated the impact of using an FM system in the classroom on children with an APD. Participants wore binaural open-fit receivers. During each assessment, children completed the measures with and without the FM system. Assessments were completed twice before the fitting for baseline-control measures, and once five months after the fitting. When children were wearing the FM system during testing, immediate benefits were observed with speech in spatial noise (SSN) easy words and the FPT, but not with MLD, GIN, DDT, compressed and reverberated words (CRW), SSN hard words or the Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA-CPT). After wearing the FM system for five months, no significant changes were noted on the following tests: MLD, GIN, DDT, CRW, SSN hard words (also known as infrequently heard words) and sustained attention score (IVA-CPT). Additionally, there were no significant changes with respect to cortical AEP in P1-N1-P2-N2 amplitudes and latencies. However, significant improvements were noted in temporal processing (FPT) and SSN easy words. When measuring AEP with a syllable in noise and without the use of the FM system, P1 and N2 latencies were longer, and N2 amplitude decreased compared to the measurements taken with the syllable in the absence of noise. When the children wore the FM system, P1 and N2 latencies and N2 amplitude were less affected by the noise. According to their responses on the LIFE-UK, significant improvements were observed in the children's and teachers' ratings of classroom listening abilities following the use of the FM system. Parents also reported overall improvement in students' listening after five months of wearing the FM system [75].

Stavrinos (2019) completed two intervention studies. In both, the use of binaural open-fit remote microphone hearing aids was explored with children who had AP difficulties and SIN and/or spatial processing difficulties. In the first study, both children and their teachers used the system at school, five days per week, over a span of three months. Compared to the control group, consisting of children with an APD who did not use the FM system, no significant change was noted for SIN abilities (AFG), attention abilities (Test of Everyday Attention in Children, TEACH) and memory abilities (Automated Working Memory Assessment, AWMA) for the experimental group after three months. Parents filled out questionnaires, namely, the Children's Communication Checklist—Second Edition (CCC-2), and the Children's Auditory Performance Scale (CHAPS). Their responses suggest that they did not notice significant changes in listening or language abilities following intervention, but they did notice some improvements in attention at home. Children subjectively reported some improvement in their daily listening situations at school, according to their answers on the LIFE-R [40,41].

In Stavrinos's (2019) second study, children also had AP difficulties and SIN and/or spatial processing difficulties and used binaural open-fit remote microphone hearing aids. Outcome measures were assessed before the fitting, three months post-fitting and six months post-fitting for both the experimental group, which used the FM system, and the control group, consisting of children with APD who did not use an FM system. Compared to the control group, the experimental group did not show improvement in SIN or spatial listening conditions, as evidenced by the LiSN-S, or in attention abilities (TEACH) or parent's perception of listening and language abilities, as per their answers on the CHAPS and CCC-2. As indicated by the LIFE-R, children in the experimental group noted significant improvements in classroom listening situations at three and six months post-fitting [40,41].

Finally, in Reynolds et al.'s (2016) review, moderate evidence supports the use of a personal FM system for children with AP difficulties. Based on seven studies, the review indicates that the FM system may improve academic outcomes, especially those related to speech perception and recognition in the classroom and classroom listening behaviours. Only two studies in Reynolds et al. (2016) met the inclusion criteria of the present scoping review. They were conducted by Umat et al. (2011) and Sharma et al. (2012), and are discussed in the review [79].

3.6.4. Hearing Aids

Kuk et al. (2008) examined the impact of the wearing of binaural mild gain open-fit hearing aids by children who have an APD and NH thresholds [80]. Half of the children were wearing the hearing aids consistently at school. SIN tasks included NU-6 word lists in speech-shaped noise presented with loudspeakers and various SNRs. Measures were completed with three different microphone settings: omnidirectional, omnidirectional with noise-reduction algorithm and directional with noise-reduction algorithm. Amplification and omnidirectional microphones did not improve SIN abilities, but performance in SIN tests was significantly better when directional microphones were used and the noise reduction algorithm was activated. Performance in SIN tasks did not improve over the following months. Over time, a slight improvement was noted in attention abilities in noise, as noted when the Auditory Continuous Performance Test (ACPT) was performed with noise presented behind the participants. This slight improvement was observed when the measures were completed with directional microphones and the noise reduction algorithm activated. Teachers and parents completed the CHAPS. Teachers noted improvements in quiet and noisy situations, and parents noted improvements in memory and attention abilities. The authors concluded that the use of hearing aids with the noise-reduction algorithm and directional microphones improved SIN abilities [80].

3.6.5. Top-Down Intervention

Moossavi et al. (2015) studied the effectiveness of a working memory training program in improving SIN abilities and auditory working memory abilities [63]. The participants included children with difficulties in dichotic listening (DDT), temporal patterning (PPST) and auditory attention (mSAAT). Following the training, the experimental group, compared to the control group, which did not complete an intervention, had significant improvements in auditory stream segregation abilities (concurrent minimum audible angle, CMAA) and significant improvements in working memory abilities (a Persian non-word repetition test and digit span subtests of the Wechsler Intelligence Scale for Children) [63].

3.6.6. Multimodal Approaches

Four intervention studies [42,44,67,76] and one review study [43] examining multimodal approaches were identified. In Bellis and Anzalone's (2008) case study, a child with an APD followed a multimodal program aimed at improving AP abilities, top-down abilities and the listening environment [76]. Modifications in the classroom, such as preferential seating, and strategies for the teacher, including the use of visual cues and the pre-teaching of new vocabulary, as well as a personal FM system in the classroom, were recommended. Parents and teachers used clear speech when interacting with the child. The computerized auditory and language training program Earobics [88] was completed. Listening and problem-solving skills were trained. Following the program, improvements were noted in auditory closure abilities (low-pass filtered speech, LPFS), as well as dichotic listening abilities, including binaural separation (CST) and integration (DDT) [76].

Two studies examined the impact of a multimodal approach aiming at improving discrimination, temporal processing, phonemic awareness, language abilities and the listening environment. In the first study, children with an APD were included and were divided into four experimental groups: discrimination training, discrimination training and FM system, language training, and language training and FM system [44]. A control

group, consisting of children with an APD who did not follow any intervention, was included. Post-intervention, no differences were noted in the measurements of the HINT and Comprehensive Assessment of Spoken Language (CASL) for any group [44]. Significant improvements were observed for both discrimination and language training, and the use of the FM system provided an additional advantage. Benefits were identified for language, AP (FPT), and phonological skills domains. In both discrimination groups, a significant improvement in core language in the CELF-4 was noted. Similarly, in both language groups, significant improvements were observed in sentence recall (CELF-4) and nonword spelling (Quick Interactive Language Screener, QUIL). Parents and participants subjectively reported students' increased interest in reading and greater responsiveness and success in class [44].

Sharma et al. (2014) investigated the impacts of these interventions on cortical AEP. The same five groups from the previous study completed neurophysiological measurements with a syllable heard both in quiet and in noise. These measures were completed twice before the intervention for baseline control measures. P1 and N250 latencies were stable, but N250 amplitude significantly decreased at the second assessment in both quiet and noisy conditions. Sharma et al. (2014) reported a significant change in N250 amplitude across the three measures for children who completed the interventions, and the amount of change was associated with the different forms of training. Discrimination training might have a greater impact on the amplitude of cortical AEP, compared to top-down language training, according to the authors [42]. N250 amplitude was significantly smaller post-intervention for the discrimination group when measured in quiet and in noise [42].

In Putter-Katz et al. (2008), two groups of children completed an intervention focusing on both top-down and bottom-up approaches [67]. Bottom-up approaches included AT for SIN and attention, while top-down ones included coping strategies, accommodations at home, and speech reading. Additionally, an FM system was used (the authors did not specify where it was used). Children were divided based on their listening difficulties: one group had SIN difficulties and the other group had SIN and dichotic listening difficulties. The control group experienced difficulty with SIN, but not with dichotic tasks. Following the intervention, children from both groups showed significant improvement in SIN tasks. The SIN-and-dichotic-listening-difficulty group significantly improved in dichotic competing tasks, whereas the SIN-difficulty-only group showed some improvement. No change was noted for the control group [67].

Out of the seven studies included in Wilson et al.'s (2013) systematic review on neurophysiological outcomes of AT or language training, only one met the inclusion criteria of the current scoping review [43]. This study featured a multimodal intervention focusing on dichotic listening, temporal processing, SIN, binaural processing and language abilities. The latency of P300 evoked by tone-bursts improved post-intervention and may be sensitive to behavioural changes in AP. Improvements were noted in AP tests, namely SSI-ICM, SIN, SSW and NVDA [43].

4. Discussion

This scoping review aimed to systematically map, compile and synthesize recent published research on interventions for school-aged children with NH thresholds and APD or AP difficulties. In total, 42 studies were listed, including 38 peer-reviewed intervention studies, two review articles and two theses. In most, an experimental group was compared to a control group either completing a placebo intervention or receiving no intervention at all. Only eleven studies conducted long-term follow-up assessments.

In 24 studies, the presence of an APD was an inclusion criterion. However, the protocols and the psychometric tests used to determine the presence of an APD varied across the studies, which may be consistent with the lack of consensus on the appropriate test battery, as discussed in the Introduction. (See Table S1 for details on the metrics used to diagnose APD.) When having an APD was not an inclusion criterion, difficulties in one or more AP skills were present for all participants. The most commonly reported diagnoses

concomitant to AP disorder or difficulties were speech or language problems, ADHD and learning disabilities. Some studies did not clearly indicate whether the children had one or more concomitant diagnoses, while others did not specify their exclusion criteria in regard to concomitant conditions. The procedure for diagnosing APD, as well as the presence or absence of concomitant disorders, will influence the inclusion and exclusion criteria, thus shaping the outcomes following the intervention studied. Employing a standard battery of tests and differentiating APD from other concomitant problems would provide a deeper understanding of how interventions directly impact AP, and guide the tailoring of appropriate intervention strategies [10]. However, listening difficulties in children with APD are often multifaceted, and may coexist with other diagnoses, underscoring the importance of considering these complexities when aiming to improve the individual's participation in daily life [8,10]. Certain tools, such as various electrophysiological measures, appear promising in identifying APD when combined with psychometric tests [89]. Nevertheless, further studies are needed to determine the electrophysiological characteristics of children with APD [89] or broader listening difficulties [90]. Additionally, it remains to be determined whether deficits in electrophysiological measures correlate with the level of listening difficulties reported by children in daily life. Gaining a better understanding of the nature of listening difficulties in children with APD would increase the internal validity of intervention studies and ensure the generalizability of the findings to the target population.

The majority of the identified interventions aimed to rehabilitate specific or multiple AP abilities through a bottom-up approach, namely AT. The most widely researched AT was SIN training, and findings suggest that it can be conducted with various stimuli, noises and activities. AT was primarily delivered through a computerized format, but it could also involve a therapist. Findings indicate that AT interventions are significant, practical and generally effective. However, they only partially address the listening challenges experienced by children and their families. While these interventions show an impact on the targeted skills, it remains unclear whether the improvements measured can be transferred to other skills, such as different AP abilities or cognitive and language skills.

For FM systems, significant improvements were observed in AP and memory abilities. The teachers' and the children's perception of listening abilities also improved. No improvement was observed with AEP when measured without the device, however, indicating that the FM system did not prove beneficial at improving the neural processing of auditory information.

Hearing aids were also investigated. Significant improvements in SIN abilities were observed when directional microphones and noise-reduction algorithm were activated. However, these improvements did not change over time. Some improvement was noted in auditory attention in noise over the course of the study. Parents and teachers also reported improvements in the children's listening abilities across various listening situations.

As previously discussed, efficient listening is a skill that requires the orchestration of both bottom-up and top-down processes. Most interventions that are studied primarily involve bottom-up approaches or utilize devices that enhance access to essential or pertinent sounds. Although these studies also examined the impacts of such interventions on higher-order processes such as language, memory, attention, reading and academic skills, the results are generally inconclusive.

A limited number of top-down interventions were identified. Specifically, six studies, five of which investigated multimodal interventions, explored the impact of targeting higher-order processes, including language, memory and problem-solving abilities, to mitigate the challenges associated with an AP disorder or difficulties. As shown in the multimodal interventions that included top-down components, some improvements were observed in spatial processing, temporal patterning, dichotic listening, degraded speech and SIN tests, language abilities, and reading abilities. Given that AP difficulties typically have an impact on speech perception, especially in challenging situations like degraded speech or the presence of noise, most studies aim to optimize the auditory processes

underlying these difficulties. However, it could prove useful to examine in more detail the effectiveness of top-down interventions that target problem-solving as a way to proactively address communication breakdowns, language skills such as auditory closure, active listening, and attention and memory strategies. Specifically, exploring whether top-down training can enhance daily listening skills would be beneficial in understanding the practical implications of such interventions.

A secondary objective of the scoping review was to list the outcome measures used to document the effectiveness of the identified interventions. Outcome measures evaluating the effectiveness of interventions targeting AP or cognitive, language-based and learning abilities typically involved tests or test batteries specifically designed to assess the presence of conditions like an APD or a language impairment. The documented studies suggest that AP tests are the most widely used behavioural outcome measures, and there is a trend towards incorporating cognitive and language evaluations. Electrophysiological measures served as outcome variables in 13 studies. Most studies employed unique protocols, thereby posing a challenge for researchers or clinicians in selecting the most suitable protocol for effectively monitoring the intervention effectiveness. Questionnaires are another tool identified to assess the effectiveness of interventions, but they are mostly developed to screen children who might have an APD.

While one tool may excel at discriminating between individuals or classify them into categories, it may not be sensitive enough to detect meaningful changes over time [91]. In rehabilitation, measurement tools are used for two distinct purposes, namely, discrimination and detecting change, and these require different psychometric properties [91]. The current review revealed that AP behavioural measures assessing temporal ordering abilities, specifically the PPT, FPT and PPST, were the most frequently employed outcome measures. In a study by Mattsson et al. (2018), which aimed to develop normative data for AP tests with Norwegian children aged between 7 and 12 years old, temporal ordering tests, namely FPT and DPT, showed high intersubject variability, especially in the youngest participants [92]. Because of the high variance, the low scores obtained and the poor compliance on these tests, the authors did not recommend the inclusion of the FPT and DPT tests in the APD battery. Test–retest reliability was also measured with the 10-year-old participants, and was excellent for the DPT (ICC for LE = 0.83; ICC for RE = 0.82), but fair-to-good for the FPT (ICC for LE = 0.42; ICC for RE = 0.70). As a minimum of 0.70 is recommended for reliability [93], the test–retest measures for the FPT in Mattsson et al. (2018) suggest that it may not be constant or that it might lack reproducibility under unchanged test conditions. Although these results could be influenced by methodological factors (e.g., response mode and language spoken), the observed variability suggest that both the DPT and FPT may not be appropriate tools in the test battery and that the FPT might not be effective for detecting small but meaningful change.

To the knowledge of the authors, systematic reviews focusing on the psychometric properties of the wide range of available tools are lacking. This gap in the literature poses a challenge for clinicians and researchers when it comes to selecting an appropriate tool as an outcome measure. Research on the responsiveness of the various metrics is needed in order to assess whether they are sensitive enough to detect changes that are clinically significant [94,95], if they will detect the right amount of change [94], and whether they have good test–retest reliability. In addition, meaningful improvements for a participant may not be reflected in the statistical significance [95]. Assessing performance across the therapy sessions could also be of importance, as demonstrated by Jutras et al. (2015, 2019), Cameron and Dillon (2011) and Cameron et al., (2012) [45,46,50,51].

Overall, few studies included measures of the children’s perceptions of changes in their daily life-activities or listening situations. This information might facilitate determining whether the observed changes can be generalized to untrained listening situations. The studies primarily focused on exploring the parents’ perceptions rather than those of the children. The findings predominantly indicated that the interventions did not lead to significant changes in the children’s communication, i.e., their listening and auditory

skills, according to parental perspectives. Furthermore, teachers were not consistently diligent in filling out and returning the questionnaires. When they did, most did not find any significant changes in the classroom environment. According to Sturgess et al.'s review (2002), children's views can differ from those of their parents [96]. Using children's self-reports as a tool is valid and helpful for understanding their perspectives [96].

The impacts of interventions on specific and meaningful rehabilitation goals set by the participants or their parents was not explored in any of the studies. Investigating these goals as an outcome measure could provide a clearer insight into whether the interventions had impacts on the children's participation in life-activities that are important to them, thereby enhancing the intervention's relevance to their needs [97]. Goal setting may also foster greater participant involvement in the rehabilitation process [97].

As discussed, only a few studies explored long-term effects of the interventions. More longitudinal studies would offer a comprehensive perspective of the long-term effects post-intervention, including whether the results are maintained and enhanced, or decline over time. Additionally, longitudinal studies would provide better insights into the maturation process of AP mechanisms in children with APD as well as their impacts in daily functioning. Furthermore, well-designed RCTs with larger cohorts are needed to better understand the potential significant impacts of interventions on children with APD. To ensure rigor, further research should include information regarding the validity and reliability of the outcome measures (e.g., responsiveness and test–retest stability). Whenever possible, measures of implementation fidelity should be completed, in addition to blinding for participants, the therapists administering the therapy, and/or the assessors.

This scoping review has limitations. The inclusion criteria were restricted to studies that reported either concurrent disorders, or, conversely, studies that specifically excluded neurological, cognitive, developmental, or congenital disorders, with the exception of learning disabilities, language impairment and ADHD. Studies that did not explicitly address the presence or absence of concurrent disorders in their participants were excluded from this review. Therefore, some studies may have been excluded due to missing participant details, even if they did not have any concurrent disorder. Additionally, if a limited number of participants in the experimental group had a developmental disorder like Asperger's syndrome, the study was not excluded from the scoping review. Notably, no critical appraisal was conducted for the studies included in this scoping review. Consequently, there is a limitation in providing an assessment of the rigor of the methodologies employed in these studies, and readers should interpret the findings with this in mind. In some of the studies listed in the scoping review, a limitation was found in the observation that the intervention protocol and details on the activities undertaken during the intervention were not consistently and explicitly outlined.

5. Conclusions

This scoping review provides a comprehensive overview of intervention studies targeting AP disorder or difficulties in school-age children. A total of 42 studies, including two reviews, published between 2006 and 2022 and spanning nearly two decades, were examined. The majority of identified interventions focused on bottom-up approaches, particularly AT. A limited number of top-down interventions, primarily under multimodal approaches, were identified. A list of tools used to measure the outcomes of interventions was compiled, and the review underscores the need for research on the responsiveness of metrics assessing AP; cognitive, language-based and learning abilities; AEP and questionnaires. The scoping review also highlights the limited consideration of children's perception of changes in daily life-activities and important listening situations. Future studies should delve deeper into parametric aspects, such as responsiveness and test–retest reliability of the outcome measures employed to assess the intervention efficacy. Conducting systematic reviews of specific interventions, such as FM systems, SIN interventions and dichotic listening interventions could offer a more comprehensive understanding of the evidence-based support they provide.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/healthcare12121161/s1>, Table S1: Characteristics of intervention studies.

Author Contributions: Conceptualization, J.B. and J.L.; methodology, J.B. and J.L.; validation, A.E.M. and H.L.-D.; investigation, J.B. and J.L.; writing—original draft preparation, J.B.; writing—review and editing, J.B., J.L., A.E.M. and H.L.-D.; visualization, J.B.; supervision, J.L.; project administration, J.B.; funding acquisition, J.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This scoping review is part of the doctoral thesis of the main author, Jacynthe Bigras, who received funding from the Queen Elizabeth II Graduate Scholarship in Science and Technology and the Consortium national de formation en santé (Bourse de recherche à l'intention des étudiants du doctorat).

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: The data is available in each individual cited study. Otherwise, readers can access the Supplemental Materials (i.e., Table S1).

Acknowledgments: The authors extend their heartfelt thanks to Marie-Cécile Domecq, librarian at the University of Ottawa, for her invaluable expertise and for helping the main author meticulously craft a detailed search strategy for our scoping review. Her guidance has been indispensable in shaping the quality and depth of our research. The authors wish to express their gratitude to Benoît Jutras for generously providing invaluable comments and insights on the manuscript. The authors express their appreciation and thanks to Sharlene Pilote for her constructive feedback and meticulous proofreading of the manuscript.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

Abbreviations

ABR = Auditory brainstem response; ACPT = Auditory Continuous Performance Test; ADHD = Attention deficit/hyperactivity disorder; AEP = Auditory evoked potential; AFG = Auditory figure ground; AFT = Auditory Fusion Test; AP = Auditory processing; APD = Auditory processing disorder; ASD = Autism spectrum disorder; AT = Auditory training; AWMA = Automated Working Memory Assessment; BIC = Binaural interaction component; c-ABR = Complex auditory brainstem response; CASL = Comprehensive Assessment of Spoken Language; CCC-2 = Children's Communication Checklist—Second Edition; CELF-4 = *Clinical Evaluation of Language Fundamentals*®—Fourth Edition; CHAPS = Children's Auditory Performance Scale; CMAA = Concurrent minimum audible angle; CRW = Compressed and reverberated words; CS = Competing sentences; CVN = Consonant-vowel in noise; CWT = Competing Words Test; DCV = Dichotic consonant vowel; (D)DDT = (Double) Dichotic Digits Test; DPT = Duration Pattern Test; FAPC = Fisher's Auditory Problem Checklist; FM = Frequency modulation; FPT = Frequency Pattern Test; FW = Filtered words; GDT = Gap Detection Test; GIN = Gaps in noise; HINT = Hearing in Noise Test; IQ = Intelligence quotient; IVA-CPT = Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test; LEB = Logiciel d'écoute dans le bruit; LIFE = Listening Inventory for Education; LIFE-R = Listening Inventory for Education—Revised; LIFE-UK = Listening Inventory for Education—United Kingdom Edition; LiSN & Learn = Listening in Spatialized Noise Training; LiSN-S = Listening in Spatialized Noise (sentences test); LPFS = Low-pass filtered speech; MAPA = Multiple Auditory Processing Assessment; MHAVIE = Mesure des habitudes de vie; MLD = Masking level difference; MLR = Middle latency response; mSAAT = Monaural Selective Auditory Attention Test; NH = Normal hearing; NVDA = Dichotic nonverbal directed attention; NVDT = Nonverbal Dichotic Test; PCWT = Persian Competing Words Test; PCST = Persian Competing Sentences Test; PER = Programa de Escuta no Ruído; P-PST = Persian Phonemic Synthesis Test; PPST = Pitch Pattern Sequence Test; PPT = Pitch Pattern Test; PRDDT = Persian Randomized Dichotic Digits Test; PRISMA-ScR = Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis extension for scoping reviews; PSI = Pediatric speech intelligibility; PTA = Pure

tone average; QUIL = Quick Interactive Language Screener; RAMST = Revised Auditory Memory and Sequencing Test; RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; RCT = Randomized controlled trial; RDDT = Randomized Dichotic Digits Test; REA = Right-ear advantage; RGDT = Random Gap Detection Test; SAB = Scale of Auditory Behaviours; SAT = School Achievement Test; SCAN-C/A = Test for Auditory Processing Disorders in Children—Revised/Adolescents and Adults; SIFTER = Screening Instrument For Targeting Educational Risk; SIN = Speech in noise; SNR = Signal-to-noise ratio; SPD = Spatial processing disorder; SPIN-IE = Speech-in-Noise in Indian English Test; SRT = Speech reception threshold; SSI-ICM = Synthetic Sentence Identification with Ipsilateral Competitive Message; SSN = Speech in spatial noise; SSQ = Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale Questionnaire; SSW = Staggered Spondaic Word; STM = Spectro-temporal modulation; TEACH = Test of Everyday Attention for Children; TEAP = Teacher Evaluation of Auditory Performance; UO = University of Ottawa; WIN = Words in Noise Test.

Appendix A

Table A1. Outcome measures in intervention studies for children with an auditory processing disorder or auditory processing difficulties.

Auditory Training Single-Ability AP						Auditory Training Multiple Abilities AP						Assistive Device	Hearing Aids	TD	Multimodal
Outcome Measures	DL [59,62,65, 74,77,78,81]	Lat [64,66]	Bin P [45,46,48]	Music [47,49]	PhoT [61]	SIN [39,50,51, 54,55,57,58, 60,71]	Tem Pat [56]	TemP and PhoT [52,53]	BinInt, FG TemR [68]	SIN, DL, TemP [69]	FITT, DIID, Loc, SIN [70,72]	Personal FM System [41,73,75]	Binaural Mild Gain [80]	Working Memory [63]	TD and BU [42,44,67,76]
1. Performance over the training sessions															
S [45,46]						NS [50] S [51]									
2. BEHAVIORAL															
2.1 Auditory processing															
2.1.1 Spatial/binaural processing															
LiSN-S			S [45,46,48]			S [39]			ND [41]						
Spatial WRS in noise		S [64]													
														S [63]	
CMAA															
MLD												ND [75]			
2.1.2 Temporal processing															
DPT						S [54,57,58]		S [56]							
PPT, FPT, PPST		ND [81]		S [47]		S [71]		S [52,53]		S [68]		S [69]		S [75] S [44]	
GIN												NS [75]			
GDT						S [57,58]		ND [56]							
AFT								S [53]		S [68]					
2.1.3 Dichotic listening															
DCV						ND [57,58]		ND [56]							
SSW (Persian, English)		S [62,77,78]		S [61]		S [71]				S [69]		S [70]			
RDDT (Persian)		S [59]													
NVDT												S [70]			
DDT (Persian, English)		S [65,74,81]						S [52,53]		S [68]		S [69]		S [70] NS [75] NS [76]	
CST (Persian, English, Arabic)		S [59]				S [54]									
CWT (Persian, English)		S [59,81]													
DAT screening tool		S [77,78]													
2.1.4 Monaural low redundancy															
LPFS (MLRT)		S [81]													
SSI-ICM (MLRT)															
										S [68]					

Table A1. Cont.

Auditory Training Single-Ability AP						Auditory Training Multiple Abilities AP						Assistive Device	Hearing Aids	TD	Multimodal
Outcome Measures	DL [59,62,65, 74,77,78,81]	Lat [64,66]	Bin P [45,46,48]	Music [47,49]	PhoT [61]	SIN [39,50,51, 54,55,57,58, 60,71]	Tem Pat [56]	TemP and PhoT [52,53]	BinInt, FG TemR [68]	SIN, DL, TemP [69]	FITT, DIID, Loc, SIN [70,72]	Personal FM System [41,73,75]	Binaural Mild Gain [80]	Working Memory [63]	TD and BU [42,44,67,76]
SIN test						S [71]				S [69]	S [70]				
PSI (MLRT)						S [71]					S [70]				
mSAAT		S [64,66]													
CVN (Persian)						S [60]									
WIN (Persian, Indian English)						S [55,60]									S [67]
AFG												NS [41]			
CRW												S [75]			
2.1.5 SIN tests															
Speech in spatial noise												NS [75]			
HINT (French)						ND [50] NS [51]									
HF-ESIT						S [55]									
SIN (monosyllabic words, loudspeaker, Indian English)						S [55]									
SPIN (English, Arabic, Indian English)						S [54,57,58]	ND [56]								
NU-6 in noise (loudspeaker)													ND [80]		
HINT— reverberated/ compressed															ND [44]
2.1.6 Test battery															
SCAN-C/A	S [77] ND [78]														
TAPS-3			NS [46]												
2.1.7 Other															
STMDT						S [60]									
2.2. Language/learning/cognitive															
2.2.1 Language															
PAT								S [52,53]							
C-TOPP	S [81]														
CELF-4				ND [47]											S [44]
PST (Persian)					ND [61]										

Table A1. Cont.

Outcome Measures	Auditory Training Single-Ability AP						Auditory Training Multiple Abilities AP					Assistive Device	Hearing Aids	TD	Multimodal
	DL [59,62,65,74,77,78,81]	Lat [64,66]	Bin P [45,46,48]	Music [47,49]	PhoT [61]	SIN [39,50,51,54,55,57,58,60,71]	Tem Pat [56]	Temp and PhoT [52,53]	BinInt, FG TemR [68]	SIN, DL, Temp [69]	FITT, DIID, Loc, SIN [70,72]	Personal FM System [41,73,75]	Binaural Mild Gain [80]	Working Memory [63]	TD and BU [42,44,67,76]
PEA (Persian)					S [61]										
CASL															ND [44]
QUIL															S [44]
2.2.2 Academic															
SAT						NS [71]									
CIBS-R	S [81]														
2.2.3 Reading															
WARP				ND [47]											S [44]
2.2.4 Attention															
IVA-CPT				ND [47]								ND [75]			
TOVA-A			ND [46]												
TEACH												NS [41]			
ACPT in noise													NS [80]		
2.2.5 Memory															
R-AMST						ND [57,58]	ND [56]								
Auditory memory, vigilance, cognition (tests not specified)						S [54]									
Digit Span tests						S [57]									
AWMA												NS [41]			
RAVLT												S [73]			
Non-word repetition test (Persian)														S [63]	
WISC (Digit Span)														S [63]	
3. NEUROPHYSIOLOGIC															
3.1 Brainstem auditory evoked potentials															
Click ABR				ND [49]											
cABR—/da/in silence				S [49]											
cABR: /da/in silence and in ipsi white noise (+5 dB SNR)										S [69]					

Table A1. Cont.

Auditory Training Single-Ability AP						Auditory Training Multiple Abilities AP						Assistive Device	Hearing Aids	TD	Multimodal		
Outcome Measures	DL [59,62,65, 74,77,78,81]	Lat [64,66]	Bin P [45,46,48]	Music [47,49]	PhoT [61]	SIN [39,50,51, 54,55,57,58, 60,71]	Tem Pat [56]	Temp and PhoT [52,53]	BinInt, FG TemR [68]	SIN, DL, TemP [69]	FITT, DIID, Loc, SIN [70,72]	Personal FM System [41,73,75]	Binaural Mild Gain [80]	Working Memory [63]	TD and BU [42,44,67,76]		
3.2 Middle latency response																	
MLR (click)												S [70]					
MLR (click)-BIC		S [66]															
3.3 Long-latency response																	
P1 latency								S [52,53]									
P1-N1-P2-N2 (clicks)						NS [50,51]											
P1-N1-P2-N2 (/ga/ipsi white noise.)						S [54]											
P1-N1-P2-N2 (/da/in quiet and white noise, earphone)						S [58]										S [42]	
P1-N1-P2-N2 (/da/in quiet and white noise, loudspeaker)						ND [75]											
LLAEP: frequent /ba/and rare /di/, bin.												S [72]					
4. QUESTIONNAIRES																	
4.1 Parent																	
SAB												S [72]					
Fisher (FAPC)			S [45,48]														
ECA (French SAB)						ND [50]											
MHAVIE						ND [50]											
CHAPS												ND [41]		NS [80]			
CCC-2												ND [41]					
CELF-4 (pragmatic)						S [39]											
4.2 Child																	
LIFE-R/LIFE- UK			NS [45,48]		ND [47]		S [41,75]										
SSQ			S [46]														

Table A1. Cont.

Outcome Measures	Auditory Training Single-Ability AP						Auditory Training Multiple Abilities AP					Assistive Device	Hearing Aids	TD	Multimodal
	DL [59,62,65,74,77,78,81]	Lat [64,66]	Bin P [45,46,48]	Music [47,49]	PhoT [61]	SIN [39,50,51,54,55,57,58,60,71]	Tem Pat [56]	Temp and PhoT [52,53]	BinInt, FG, TemR [68]	SIN, DL, Temp [69]	FITT, DIID, Loc, SIN [70,72]	Personal FM System [41,73,75]	Binaural Mild Gain [80]	Working Memory [63]	TD and BU [42,44,67,76]
4.3 Teacher															
LIFE (teacher)/LIFE-UK			NS [45]									S [75]			
MHAVIE						ND [50]									
TEAP			NS [48]												
ECA						ND [50] NS [51]									
SIFTER						ND [50] NS [51]						CAN [41]			
CHAPS						S [39]							NS [80]		
4.4 Other															
CAPD questionnaire								S [53]							
5. SUBJECTIVE FEEDBACK															
			NS [58]									NS [75]	NS [80]		

Interventions and references: 1. Single-ability auditory training. DL = dichotic listening: Barker and Bellis, 2018 [74]; Delphi et al., 2018 [65]; Mahdavi et al., 2021 [59]; Moncrieff and Wertz, 2008 [81]; Nazeri et al., 2020 [62]; Shoemaker, 2010 [77]; Stephenson, 2008 [78]. Lat = lateralization: Lotfi et al., 2016 [64]; Lotfi et al., 2018 [66]. BinP = binaural processing: Cameron and Dillon, 2011 [46]; Cameron et al., 2012 [45]; Graydon et al., 2018 [48]. Music: Koravand et al., 2019 [49]; Tomlin and Vandali, 2019 [47]. PhoT = phonemic training: Negin et al., 2018 [61]. SIN = speech-in-noise: Brasil and Schochat, 2018 [71]; Jutras et al., 2015 [50]; Jutras et al., 2019 [51]; Loo et al., 2016 [39]; Hassaan and Ibraheem, 2016 [54]; Afshari et al., 2022 [60]; Kumar et al., 2021 [57]; Kumar et al., 2021 [58]; Maggu and Yathiraj, 2011 [55]. TempPat = temporal patterning: Maggu and Yathiraj, 2010 [56]. 2. Multiple-ability auditory training. TempP and PhoT = temporal processing and phonemic training: Ahmed et al., 2016 [52]; Oraky et al., 2017 [53]. BinInt, FG, TemR = Binaural integration, Figure/Ground, temporal resolution: Donadon et al., 2019 [68]. SIN, DL, TempP = speech-in-noise, dichotic listening, temporal processing: Filipini et al., 2012 [69]. FITT, DIID, Loc, SIN = Frequency, intensity, temporal, dichotic interaural intensity difference, localization, speech-in-noise: Schochat et al., 2010 [70]; De Melo et al., 2018 [72]. 3. Assistive device. FM = frequency modulation system: Stavrinou et al., 2020 and Stavrinou, 2019 [41]; Umat et al., 2011 [73]; Smart et al., 2018 [75]. 4. Hearing aids. Kuk et al., 2008 [80]. 5. TD = top-down: Memory: Moossavi et al., 2015 [63]. 6. Multimodal: TD and BU = top-down and bottom up: Bellis and Anzalone, 2008 [76]; Sharma et al., 2014 [42]; Sharma et al., 2012 [44]; Putter-Katz et al., 2008 [67]. **Results:** S = significant; NS = non-significant; ND = not different; CNA = could not analyze. **Outcome measures:** Aca = Academic; ACPT = Auditory Continuous Performance Test; AFG = Auditory figure ground; AFT = Auditory Fusion Test; Bin. = Binaural; Att = Attention; AWMA = Automated Working Memory Assessment; BIC = Binaural interaction component; CASL = Comprehensive Assessment of Spoken Language; CCC-2 = Children's Communication Checklist—Second Edition; CELF-4 = Clinical Evaluation of Language Fundamentals®—Fourth Edition; CIBS-R = Brigance Comprehensive Inventory of Basic Skills—Revised; CHAPS = Children's Auditory Performance Scale; CRW = Compressed and reverberated words; CST = Competing Sentence Test; C-TOPP = Comprehensive Test of Phonological Processing; CMAA = Concurrent minimum audible angle; CVN = Consonant-vowel in noise; DCV = Dichotic CV Test; DDT = Dichotic Digits Test; DPT = Duration Pattern Test; ECA = French adaptation of the Scales of Auditory Behaviors; FAPC = Fisher's Auditory Problems Checklist; FPT = Frequency Pattern Test; GDT = Gap Detection Test; GIN = Gaps in noise; HF-ESIT = High frequency-English Sentence Identification Test; HINT = Hearing in Noise Test; IVA-CPT = Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test; Lang = Language; LIFE-R = Listening Inventory for Education (Revised); LIFE-UK = Listening Inventory for Education—United Kingdom Edition; LiSN-S = Listening in Spatialized Noise (sentence test); LLAEP = Long-latency auditory evoked potential; LPFS = Low-pass filtered speech; M = Memory; MHAVIE = Mesure des habitudes de vie; MLR = Middle latency response; mSAAT = Monaural Selective Auditory Attention Test; NVDT = Nonverbal Dichotic Test; Oth = Other; PAT = Phonemic Awareness Test; PEA = Phoneme error analysis; PST = Phonemic Synthesis Test; PSI = Paediatric speech intelligibility; PPT = Pitch Pattern Test; PPST = Pitch Pattern Sequence Test; QUIL = Quick Interactive Language Screener; R = reading; R-AMST = Revised Auditory Memory and Sequencing Test; RAVLT = Rey Auditory Verbal

Learning Test; RDDT = Randomized Dichotic Digit Test; SAB = Scale of Auditory Behaviors; SAT = School Achievement Test; SCAN-C/A = Test for Auditory Processing Disorders in Children—Revised/Adolescents and Adults; SIFTER = Screening Instrument For Targeting Educational Risk; STMDT = Spectro-temporal modulation detection test; SSQ = Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale Questionnaire; SIN = Speech-in-noise; SPIN = Speech perception in noise test; SSI-ICM = Synthetic Sentence Identification with ipsilateral competitive message; SSW = Staggered Spondaic Word Test; TAPS-3 = Test of Auditory Processing Skills; TEACH = Test of Everyday Attention for Children; TEAP = Teacher Evaluation of Auditory Performance; TOVA-A = Test of Variables of Attention—Auditory; WARP = Wheldall Assessment of Reading Passages; WIN = Word in Noise Test; WISC = Wechsler Intelligence Scale for Children; WRS = Word recognition score.

Appendix B

Table A2. Intervention characteristics for children with an auditory processing disorder or auditory processing difficulties.

SINGLE-ABILITY AUDITORY TRAINING			
Intervention Method	Reference	Description of the Intervention Methods and Name of Programs (If Applicable)	Training Schedule
Interaural time difference DITD: [59,74,77] DOT: [65] DAT: [78]	Barker and Bellis, 2018 [74]; Delphi et al., 2018 [65]; Mahdavi et al., 2021 [59]; Shoemaker, 2010 [77]; Stephenson, 2008 [78].	Aim: improve DL abilities. [74] Zoo Caper Skyscraper (computer/tablet): Interactive video game played through stereo headphones. The program utilizes non-speech stimuli (animal noises), requiring participants to identify the animal. [65] DOT: Two letters or CVs are presented with 500-msec offset, which decreases as the participant achieves 80% or higher correct responses. Participants must repeat all four items in the correct order. [59] DITD: Initially uses one-digit pairs with varied onsets. Subsequent wks introduce two-pair and three-pair digits, two-word sentences and then longer sentences, all with diverse lags. The final wks focus on binaural separation, attention and auditory memory. [77] Monosyllabic words are presented dichotically. Training sessions increased in difficulty from 300 ms lead time to 0 ms lead time. [78] DAT: Each exercise contains dichotic presentations of NU-6 words, presented at different interaural timing differences.	[74] 15–20 min sessions, twice a wk, with at least 12 h between sessions. [65] 30 min sessions, 4 sessions/wk until $\leq 10\%$ asymmetry at DDT. [59] 30 min sessions, 3 times/wk for 10 wks. [77] 2–45 min sessions/wk for 4 wks. 12 exercises/session. [78] 2–45 min sessions/wk for 4 wks; 12 activities/sessions.
Interaural intensity difference DIID: [62,65,81]	Delphi et al., 2018 [65]; Moncrieff and Wertz, 2008 [81]; Nazeri et al., 2020 [62].	Aim: Improve DL abilities. [65] DIID: Stimuli, including consonant–vowels, sentences, or stories, are presented dichotically. Intensities are maintained for one wk as long as correct repetition is 80% or more. If performance is $\leq 80\%$, the IID is increased in 1 dB steps until the poorer ear reaches 80% accuracy. [81] Two speakers are placed on each side of the participant at a distance of 1 m. Dichotic material, including double or triple digits, words, sentences or text, is presented at 30 dB HL higher to the left ear compared to the right ear. When the participant scores 70%, intensity of the right ear is increased in 5, 2 or 1 dB steps. Activities are mostly binaural integration, but some are binaural separation. [62] DIID: The participants listen to dichotic stimuli which are presented at a higher level to the weaker ear (50 dBHL) and at a softer level to the stronger ear. The stimuli are digits.	[65] 30 min sessions, 4 sessions/wk until $\leq 10\%$ asymmetry at DDT. [81] 30 min sessions, three times/wk for four wks. [62] 25–30 min, 2–3 sessions/wk for 10–12 sessions.
Localisation and lateralization training	Lotfi et al., 2016 [64]; Lotfi et al., 2018 [66].	Aim: Improve spatial processing, localisation and lateralization abilities. [64,66] Consists of detecting and pointing to sound delivered with interaural time differences. Completed under headphones. A high-pass and low-pass noise with a 2 kHz cut-off point is presented through headphones and the child has to point to the perceived location of the sound source.	[64,66] 45 min/sessions, 2 sessions/wk for 6 wks.

Table A2. Cont.

SINGLE-ABILITY AUDITORY TRAINING			
Intervention Method	Reference	Description of the Intervention Methods and Name of Programs (If Applicable)	Training Schedule
Singing lessons	Koravand et al., 2019 [49].	Aim: Improve pitch and rhythm development. [49] Lessons are collaborative with active participation from the child and instructor. The curriculum includes activities focusing on rhythmic abilities, pitch awareness and discrimination, and auditory memory.	[49] 24 lessons of 30 min, once per wk within 6 to 8 mos.
Musical pitch training	Tomlin and Vandali, 2019 [47].	Aim: Improve discrimination of changes in pitch, spectral-timbre variations. [47] The aTune musical-pitch training program (modified version of aTune AT program) is computer game-based. Children match “acoustic tone patterns to visual representations of those patterns on the computer screen in a dynamic game format”. Activities are: discriminating changes in musical pitch (fundamental frequency) and spectral timbre (resonant frequency), as well as identifying pitch with spectral timbre variations and differentiating pitch and instrument type. The difficulty increases as the child progresses.	[47] At least 15 min per day, 5 times/wk (total of 10 to 12 h of training and approx. 16 wks).
Phonemic training	Negin et al., 2018 [61]	Aim: Improve phonemic awareness and decoding. [61] From one session to another, the child learns phonemes presented on their own and with other phonemes and in words. The child identifies the phonemes on cards. Different strategies are presented.	[61] 13 sessions, 20 to 30 min.
Temporal patterning training	Maggu and Yathiraj, 2010 [56].	Aim: Improve temporal patterning and related AP abilities. [56] The training is on a computer and stimuli are presented monaurally through headphones. Stimuli are tones of 250 Hz, 1 kHz and 4 kHz, representing low, mid and high frequency signals. Tones have different duration (250 ms to 500 ms). The tasks consist of 2, 3 and 4 tone activities and increase in difficulty throughout the training. Activities comprised of discrimination and identification tasks. Scores of at least 80% are required to start the next level.	[56] 19 to 25 sessions.
SIN training	Brasil and Schochat, 2018 [71]; Jutras et al., 2015 [50]; Jutras et al., 2019 [51]; Loo et al., 2016 [39]; Hassaan and Ibraheem, 2016 [54]; Afshari et al., 2022 [60]; Kumar et al., 2021 [57]; Kumar et al., 2021 [58]; Maggu and Yathiraj, 2011 [55].	Aim: Improve speech perception with background noise and noise tolerance [51,71] “Logiciel d’écoute dans le bruit” (LEB), “Programa de Escuta no Ruído” (PER is a Brazilian Portuguese version of the French Canadian LEB): Listening-in-noise software completed at home or at school, under headphones, with activities, in a babble noise, involving word discrimination, word and sentence identification, understanding directions, brain teasers, and stories. Verbal stimuli are spoken by a female or a male. Noise intensity adapts to the participant’s performance. [50] AT conducted in a clinic. This AT targets skills such as syllables or word discrimination, word identification, memorization, and understanding directions. Verbal stimuli, including syllables, words,	[51] Two 30 min sessions per wk for 13 wks; [71] 12 wkly sessions of 50 min. [50] 60 min sessions, twice a wk for 9 wks. Total of 1080 h of intervention. [39] 30 min sessions, 5-day/wk for 3 mos. [54] 2–20 to 30 min sessions/wk for 8 wks. [60] 1 h sessions twice a wk for five wks. [57,58] 30 min/day 3 to 4 days a wk, until the child has completed the last level (total of 10 to 16 sessions). (28, 29) [55] 25 to 30 min sessions daily for 15 to 20 sessions.

Table A2. Cont.

SINGLE-ABILITY AUDITORY TRAINING			
Intervention Method	Reference	Description of the Intervention Methods and Name of Programs (If Applicable)	Training Schedule
		sentences, and directives, are presented with background noise, such as babble, school conversation, city noise, and neighbourhood sounds, using a speaker connected to an audiometer and CD player. The difficulty varies with children’s responses, and when a child has at least 70% correct responses in an activity, the noise level increases by 2 dB. Each session has, on average, 3 to 4 activities. [39] Computer-based AT program at home. Activities were adaptive or fixed and comprised of speech-based listening tasks with competing sounds. Activities include discrimination, keyword extraction, speech understanding, dichotic speech listening. Noise includes theatre noise, steady-state speech-shaped noise, and competing speech. Each session has 2 tasks. [54] Semi-formal training with an examiner delivering simple material through an audiometer. A short story is presented live by the examiner with competing speech noise. The short story and the noise are presented through a speaker placed in front of the child. A new story is presented once the child can answer all the questions related to that story at a selected SNR. Each story has 5 questions with short answers. [60] The auditory spectro-temporal modulation (STM) training involves modulation identification games aimed at enhancing the encoding and detection of STMs to improve speech perception in noise. STMs are stimuli created by applying spectral and temporal modulation to broadband frequency carrier tones. In each trial, 3 sounds are presented randomly: 2 without modulation and 1 target sound with modulations. The child identifies the odd sound and the difficulty level increases gradually based on the performance. The intensity levels vary randomly to minimize intensity-related cues. Modulation depth decreases, and modulation rates increase to heighten the challenge. The training is binaural, under headphones and conducted in a quiet room. [57,58] Interactive computer-based noise desensitization training with headphones, focusing on word identification in noisy environments. Six images are displayed, and the child identifies a word presented in noise by selecting the corresponding image. The stimuli are monosyllabic and trisyllabic English words spoken by a female in speech-shaped noise or multitalker babble. SNR levels include 20, 10, 6, 4, 2, 0, −2, and −4 dB SNR. The SNR decreases as the child progresses (scores 80% or better in the current level).	

Table A2. Cont.

SINGLE-ABILITY AUDITORY TRAINING			
Intervention Method	Reference	Description of the Intervention Methods and Name of Programs (If Applicable)	Training Schedule
		[55] Children are presented with 15 recorded English texts (80 to 100 words), accompanied by various noises at different SNR (+15 dB to 0 dB). The noises include fan noise, speech noise and babble (8 speakers). The material is presented binaurally and with a laptop. Four questions related to the text are posed to the children without background noise. A level was considered completed when the child answered three out of four questions correctly. A total of 35 to 60 texts were presented to the children. Authors did not specify if the training was performed with headphones or speakerphones.	
MULTIPLE-ABILITIES AUDITORY TRAINING			
Intervention method	Reference	Description of the intervention methods and names of programs (if applicable)	Training schedule
Temporal processing and phonemic awareness training	Ahmed et al., 2016 [52]; Oraky et al., 2017 [53]	Aim: Improving temporal processing and phonemic awareness abilities. [52,53] Formal training involves computer games designed for training temporal processing and phonemic awareness abilities. Informal training, guided by a therapist, emphasizes phonemic awareness and auditory directives. Both training forms were developed and standardized for Arabic-speaking children.	[52,53] 2 mos
DL, temporal processing, AFG/SIN training	Donadon et al., 2019 [68]; Filipini et al., 2012 [69]	Aim: Improve DL, temporal processing, and AFG/SIN. [68] AT under headphones, in an acoustic booth and through the Afinando o Cérebro website. Four exercises are performed every session. Activities focus on auditory processing skills, such as binaural integration, temporal resolution and ordering, as well as figure-ground. Activities are completed when the score is at least 80%. [69] AT completed in a sound booth through an audiometer and with an audiologist. Activities comprise competitive speech perception, SIN, dichotic speech perception, and frequency and duration patterns of discrimination and sequencing. Difficulty level is increased when answers are 70% correct.	[68] 40 to 45 min sessions once a wk for 8 wks. [69] 50 min sessions once a wk for 8 wks.
DL, temporal processing, AFG/SIN, localization training	Schochat et al., 2010 [70]; De Melo et al., 2018 [72]	Aim: Improve DL, temporal processing, AFG/SIN and localization. [70] The training comprises multiple components. Frequency training: Involves discriminating tones (same or different, labeling, relaying correct sequences). Intensity training: Involves activities similar to those of frequency training. Temporal training: Incorporates activities from frequency and intensity training, specifically emphasizing duration of tones and gap detection. DIID. Localization and speech perception:	[70] Formal training: 50 min sessions every wk for 8 wks. [72] 30 min sessions, twice a wk for 12 wks.

Table A2. Cont.

SINGLE-ABILITY AUDITORY TRAINING			
Intervention Method	Reference	Description of the Intervention Methods and Name of Programs (If Applicable)	Training Schedule
		Involves presenting speech signals (words) and competing signals (babble or white noise) from different positions. [72] Computerized AT (called Escuta Activa). Stimuli are presented under headphones. Skills trained are: AFG skills, integration and binaural separation, temporal resolution, temporal standardization, localization and auditory discrimination. One activity is completed each session.	
ASSISTIVE DEVICES			
Intervention method	Reference	Description of the intervention methods	Schedule
Personal FM System	Stavrinou et al., 2020 and Stavrinou, 2019 [41]; Umat et al., 2011 [73]; Smart et al., 2018 [75]; Reynolds et al., 2013 [79]	Aim: Improving acoustic signals and speech perception in class. [41] Remote microphone hearing aids (RMHA) are a wireless listening system. The speaker wears a microphone and the children wear ear receivers. Fitting of RMHAs is binaural with non-occluding open-ear domes. The teacher wears a microphone on a non-adjustable lanyard. Used only in lecture-based subjects at school. Connection range between the microphone and receivers was within 7–25 m. [73] Personal FM system used at school. Fitting was either monaural in the right ear or binaural. [75] Bilateral open-fitted personal FM receivers and transmitter (i.e., lapel microphone with directional and omnidirectional capabilities). Receivers have a volume control range of 0 to 15 dB and are set at the middle position. FM systems are only worn at school during English, math, science, and social studies classes. [79] In all studies: Personal FM devices, fitted binaurally. Device was used at school (for one study, use was encouraged at home also). Some studies reported regular monitoring.	[41] 5 days/wk for 3–6 mos. [73] 4–5 h per day for 12 wks. [75] 20 wks. [79] 4 wks to 8 mos, daily (4–6 h/day; 1–5 h/day; 45 min/day).
HEARING AIDS			
Intervention method	Reference	Description of the intervention methods	Schedule
Fitting of binaural hearing aids	Kuk et al., 2008 [80].	Aim: Improving acoustic signals and speech perception in class and at home. [80] Children are fitted with bilateral, mild-gain (approx. 10 dB insertion gain), behind-the-ear, wide dynamic range compression hearing aids fitted in an open-ear mode. Directional microphone and noise reduction are activated and children can switch between omnidirectional and directional microphones.	[80] At school and at home.

Table A2. Cont.

TOP-DOWN TRAINING			
Intervention Method	Reference	Description of the intervention methods	Schedule
TDT (working memory)	Moossavi et al., 2015 [63].	Aim: Improving auditory working memory and SIN abilities. [63] This formal TDT centers on improving auditory working memory, emphasizing a rehearsal strategy. Participants listen to a list of digits or words coming from various locations and must repeat the list. As new digits or words are introduced, participants restart the list from the beginning. The difficulty level for each session is dynamically adjusted based on the child’s performance, maintaining a target score of 70% correct.	[63] 12 training sessions of 45 min each, twice a wk.
MULTIMODAL TRAINING			
Intervention method	Reference	Description of the intervention methods and name of programs (if applicable)	Training schedule
FM System, classroom modification and adaptation, AT, TDT.	Bellis and Anzalone, 2008 [76].	Aim: Improving auditory processing abilities, top-down abilities and listening environment. [76] Modifications of classroom environment and preferential seating; teacher accommodation strategies, such as using visual cues and pre-teaching new vocabulary; use of a personal FM system and clear speech by parents and teachers; central resources training (active listening techniques and problem solving); attribution training (teaching the child to take responsibility of their own listening success); AT; Earobics. TDT included: auditory closure activities, using stimuli in which words, syllables, or phonemes were removed, context-based vocabulary building. AT: speech–sound discrimination (consonant–vowel syllables and words with minimal pair contrasts) and basic phonological awareness.	[76] Earobics: 30 min a day, for 5 days and for 6 wks.
FM System, TDT and BUT	Sharma et al., 2014 [42]; Sharma et al., 2012 [44].	Aim: Improving discrimination, temporal processing, phonemic awareness, language abilities and listening environment. [42,44] Sessions were individual and had two to three activities repeated twice over the course of the intervention. BUT included adaptive listening tasks and computer-based activities focused on gap detection, frequency discrimination, intensity discrimination and phonological awareness (Earobics). TDT included language activities, such as reading aloud, imitating stress patterns in words and intonation within sentences, following directions, scrambled sentences, circumlocution, building stories, identification of key words. Homework focused on the skills introduced during the session. FM groups were fitted bilaterally with Edulinks FM units (Phonak) and Campus S transmitter worn with a lapel microphone.	[42,44] 12 h of intervention in total. One-hour session every wk for six wks and 15 min homework for five days each wk.

Table A2. Cont.

MULTIMODAL TRAINING			
FM system, BUT and TDT	Putter-Katz et al., 2008 [67].	Aim: Improving auditory processing abilities, top-down abilities and listening environment. [67] BUT comprises AT and enhancement of acoustic signals and listening environment with the use of FM system. Activities comprised listening to speech in noise or competing verbal stimuli, and selective and divided attention tasks. TDT includes learning coping strategies, auditory closure, speech-reading, metacognitive awareness, learning strategies at schools and home accommodations. Sessions are built so that activities are progressively more difficult.	[67] 45 min sessions per wk for 4 mos (13 to 15 sessions)
DL, temporal and binaural processing, SIN, language abilities training	Schochat and Alonso, 2009 [98] in Wilson et al., 2013 [43]	Aim: Improve DL, temporal processing, SIN, binaural processing, and language abilities. [43,98] Activities comprise discrimination, sequencing and labelling for frequency, intensity and duration; dichotic intensity differences; sound localisation; speech perception; and language-based informal training by the parents.	[43,98] 50 min/day, 1 day/wk, over 8 wks
Note: AFG = Auditory figure ground; AT = Auditory training; BUT = Bottom-up training; CV = Consonant-vowel; DAT = Dichotic auditory training; DDT = Dichotic Digits Tests; DIID = Differential interaural intensity difference; DITD = Dichotic interaural time difference; DL = Dichotic listening; DOT = Dichotic offset training; h = Hour or Hours; IID = Interaural intensity difference; FM = Frequency modulation; LEB = Logiciel d’écoute dans le bruit; LiSN & Learn = Listening in Spatialized Noise Training; min or mins = Minute or Minutes; mo or mos = Month or Months; ms = Milliseconds; PER = Programa de Escuta no Ruído; RMHA = Remote microphone hearing aids; SIN = Speech in noise; SNR = Signal-to-noise ratio; STM = Spectro-temporal modulation; TDT = Top-down training; wk or wks = Week or Weeks.			

References

1. Gheller, F.; Lovo, E.; Arsie, A.; Bovo, R. Classroom acoustics: Listening problems in children. *Build. Acoust.* **2020**, *27*, 47–59. [CrossRef]
2. Purdy, S.C.; Sharma, M.; Morgan, A. Measuring Perceptions of Classroom Listening in Typically Developing Children and Children with Auditory Difficulties Using the LIFE-UK Questionnaire. *J. Am. Acad. Audiol.* **2018**, *29*, 656–667. [CrossRef] [PubMed]
3. Howard, C.S.; Munro, K.J.; Plack, C.J. Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *Int. J. Audiol.* **2010**, *49*, 928–932. [CrossRef] [PubMed]
4. Prodi, N.; Visentin, C.; Peretti, A.; Griguolo, J.; Bartolucci, G.B. Investigating Listening Effort in Classrooms for 5- to 7-Year-Old Children. *Lang. Speech Hear. Serv. Sch.* **2019**, *50*, 196–210. [CrossRef] [PubMed]
5. Ferguson, M.A.; Hall, R.L.; Riley, A.; Moore, D.R. Communication, listening, cognitive and speech perception skills in children with auditory processing disorder (apd) or specific language impairment (sli). *J. Speech Lang. Hear. Res.* **2011**, *54*, 211–227. [CrossRef] [PubMed]
6. Sharma, M.; Purdy, S.C.; Kelly, A.S. Comorbidity of Auditory Processing, Language, and Reading Disorders. *J. Speech Lang. Hear. Res.* **2009**, *52*, 706–722. [CrossRef] [PubMed]
7. Witton, C. Childhood auditory processing disorder as a developmental disorder: The case for a multi-professional approach to diagnosis and management. *Int. J. Audiol.* **2010**, *49*, 83–87. [CrossRef] [PubMed]
8. Dillon, H.; Cameron, S. Separating the Causes of Listening Difficulties in Children. *Ear Hear.* **2021**, *42*, 1097–1108. [CrossRef] [PubMed]
9. Barry, J.G.; Tomlin, D.; Moore, D.R.; Dillon, H. Use of Questionnaire-Based Measures in the Assessment of Listening Difficulties in School-Aged Children. *Ear Hear.* **2015**, *36*, e300–e313. [CrossRef]
10. Iliadou, V.; Ptok, M.; Grech, H.; Pedersen, E.R.; Brechmann, A.; Deggouj, N.; Kiese-Himmelel, 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. [CrossRef]
11. Christmann, C.A.; Lachmann, T.; Steinbrink, C. Evidence for a General Auditory Processing Deficit in Developmental Dyslexia From a Discrimination Paradigm Using Speech Versus Nonspeech Sounds Matched in Complexity. *J. Speech Lang. Hear. Res.* **2015**, *58*, 107–121. [CrossRef]
12. Tomlin, D.; Dillon, H.; Sharma, M.; Rance, G. The Impact of Auditory Processing and Cognitive Abilities in Children. *Ear Hear.* **2015**, *36*, 527–542. [CrossRef] [PubMed]
13. Moore, D.R.; Ferguson, M.A.; Edmondson-Jones, A.M.; Ratib, S.; Riley, A. Nature of Auditory Processing Disorder in Children. *Pediatrics* **2010**, *126*, e382–e390. [CrossRef] [PubMed]
14. Moore, D.R. Listening difficulties in children: Bottom-up and top-down contributions. *J. Commun. Disord.* **2012**, *45*, 411–418. [CrossRef]
15. CISGSLPA. *Canadian Guidelines on Auditory Processing Disorder in Children and Adults: Assessment and Intervention*; Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology: Ottawa, ON, Canada, 2012.
16. Wilson, W.J. Evolving the concept of APD. *Int. J. Audiol.* **2018**, *57*, 240–248. [CrossRef] [PubMed]
17. Moore, D.R.; Rosen, S.; Bamio, D.-E.; Campbell, N.G.; Sirimanna, T. Evolving concepts of developmental auditory processing disorder (APD): A British Society of Audiology APD Special Interest Group ‘white paper’. *Int. J. Audiol.* **2012**, *52*, 3–13. [CrossRef] [PubMed]
18. ASHA. Central Auditory Processing Disorder. American Speech-Language-Hearing Association. Available online: [https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20\(2005\)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization](https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20(2005)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization) (accessed on 2 December 2023).
19. Bellis, T.J. The Nature of Central Auditory Processing Disorder. In *Handbook of Central Auditory Processing Disorder. Auditory Neuroscience and Diagnosis*, 2nd ed.; Plural Publishing Inc.: San Diego, CA, USA, 2014; Volumes 1–2, pp. 211–230.
20. de Wit, E.; van Dijk, P.; Hanekamp, S.; Visser-Bochane, M.I.; Steenbergen, B.; van der Schans, C.P.; Luinge, M.R. Same or Different: The Overlap Between Children With Auditory Processing Disorders and Children With Other Developmental Disorders: A Systematic Review. *Ear Hear.* **2018**, *39*, 1–19. [CrossRef] [PubMed]
21. AAA. Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. American Academy of Audiology, 2010. Available online: https://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%208-2010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf (accessed on 5 December 2023).
22. BSA. Practice Guidance, An Overview of Current Management of Auditory Processing Disorder (APD). British Society of Audiology, 2011. Available online: <https://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2023/10/Current-APD-Management-2.pdf> (accessed on 5 December 2023).
23. World Health Organization. *Towards a Common Language for Functioning, Disability and Health*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2002.
24. Bamio, D.-E.; Campbell, N.; Sirimanna, T. Management of auditory processing disorders. *Audiol. Med.* **2006**, *4*, 46–56. [CrossRef]
25. Fey, M.E.; Richard, G.J.; Geffner, D.; Kamhi, A.G.; Medwetsky, L.; Paul, D.; Ross-Swain, D.; Wallach, G.P.; Frymark, T.; Schooling, T. Auditory Processing Disorder and Auditory/Language Interventions: An Evidence-Based Systematic Review. *Lang. Speech Hear. Serv. Sch.* **2011**, *42*, 246–264. [CrossRef]

26. Bellis, T.J.; Chermak, G.D.; Weihing, J.; Musiek, F.E.; Nippold, M.; Schwarz, I. Efficacy of Auditory Interventions for Central Auditory Processing Disorder: A Response to Fey et al. (2011)... 'Auditory Processing Disorder and Auditory/Language Interventions: An Evidence-Based Systematic Review' by Fey et al. (2011). *Lang. Speech Hear. Serv. Sch.* **2012**, *43*, 381–386. [CrossRef]
27. Fey, M.E.; Kamhi, A.G.; Richard, G.J.; Nippold, M.; Schwarz, I. Auditory Training for Children with Auditory Processing Disorder and Language Impairment: A Response to Bellis, Chermak, Weihing, and Musiek... 'Auditory Processing Disorder and Auditory/Language Interventions: An Evidence-Based Systematic Review' by Fey et al. (2011). *Lang. Speech Hear. Serv. Sch.* **2012**, *43*, 387–392. [PubMed]
28. Chermak, G.D.; Musiek, F.E.; Weihing, J. Auditory Training for Central Auditory Processing Disorder. *Semin. Hear.* **2015**, *36*, 199–215. [CrossRef]
29. Gohari, N.; Dastgerdi, Z.H.; Rouhbakhsh, N.; Afshar, S.; Mobini, R. Training Programs for Improving Speech Perception in Noise: A Review. *J. Audiol. Otol.* **2023**, *27*, 1–9. [CrossRef]
30. Arksey, H.; O'Malley, L. Scoping studies: Towards a methodological framework. *Int. J. Soc. Res. Methodol.* **2005**, *8*, 19–32. [CrossRef]
31. Tricco, A.C.; Lillie, E.; Zarin, W.; O'Brien, K.K.; Colquhoun, H.; Levac, D.; Moher, D.; Peters, M.D.J.; Horsley, T.; Weeks, L.; et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann. Intern. Med.* **2018**, *169*, 467–473. [CrossRef] [PubMed]
32. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Grey Matters: A Practical Tool for Searching Health-Related Grey Literature. Available online: <https://greymatters.cadth.ca/> (accessed on 3 June 2021).
33. Covidence. Melbourne: Veritas Health Innovation. Covidence Systematic Review Software. 28 June 2022. Available online: <https://www.covidence.org/> (accessed on 13 October 2021).
34. Peterson, P. Promoting generalization and maintenance of skills learned via natural language teaching. *J. Speech Lang. Pathol. Appl. Behav. Anal.* **2009**, *4*, 90–131. [CrossRef]
35. Krasny-Pacini, A.; Evans, J. Single-case experimental designs to assess intervention effectiveness in rehabilitation: A practical guide. *Ann. Phys. Rehabil. Med.* **2018**, *61*, 164–179. [CrossRef] [PubMed]
36. Weihing, J.; Chermak, G.D.; Musiek, F.E.; Bellis, T.J. The efficacy of auditory training in children and adults with central auditory processing deficits. In *Handbook of Central Auditory Processing Disorder: Comprehensive Intervention, Volume II*, 2nd ed.; Plural Publishing: San Diego, CA, USA, 2010.
37. Chermak, G.D. Central Resources Training: Cognitive, Metacognitive, and Metalinguistic Skills and Strategies. In *Handbook of Central Auditory Processing Disorder: Comprehensive Intervention*, 2nd ed.; Plural Publishing Inc.: San Diego, CA, USA, 2014; Volume II, pp. 243–309.
38. Loo, H.Y.J. *Management of Children with Auditory Processing Disorder*; University of London, University College London (United Kingdom): London, UK, 2012. Available online: <https://login.proxy.bib.uottawa.ca/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/management-children-with-auditory-processing/docview/1512406809/se-2?accountid=14701> (accessed on 6 August 2021).
39. Loo, J.H.Y.; Rosen, S.; Bamiou, D.-E. Auditory Training Effects on the Listening Skills of Children With Auditory Processing Disorder. *Ear Hear.* **2016**, *37*, 38–47. [CrossRef]
40. Stavrinou, G. *Effects of Remote Microphone Hearing Aids (RMHAs) on Listening-in-Noise, Attention and Memory in School-Aged Children with A*; University of London, University College London (United Kingdom): London, UK, 2019. Available online: <https://login.proxy.bib.uottawa.ca/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/effects-remote-microphone-hearing-aids-rmh-as-on/docview/2307392189/se-2?accountid=14701> (accessed on 6 August 2021).
41. Stavrinou, G.; Iliadou, V.; Pavlou, M.; Bamiou, D.-E. Remote Microphone Hearing Aid Use Improves Classroom Listening, Without Adverse Effects on Spatial Listening and Attention Skills, in Children With Auditory Processing Disorder: A Randomised Controlled Trial. *Front. Neurosci.* **2020**, *14*, 904. [CrossRef]
42. Sharma, M.; Purdy, S.C.; Kelly, A.S. The Contribution of Speech-Evoked Cortical Auditory Evoked Potentials to the Diagnosis and Measurement of Intervention Outcomes in Children with Auditory Processing Disorder. *Semin. Hear.* **2014**, *35*, 051–064. [CrossRef]
43. Wilson, W.J.; Arnott, W.; Henning, C. A systematic review of electrophysiological outcomes following auditory training in school-age children with auditory processing deficits. *Int. J. Audiol.* **2013**, *52*, 721–730. [CrossRef] [PubMed]
44. Sharma, M.; Purdy, S.C.; Kelly, A.S. A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *Int. J. Audiol.* **2012**, *51*, 506–518. [CrossRef] [PubMed]
45. Cameron, S.; Glyde, H.; Dillon, H. Efficacy of the LiSN & Learn Auditory Training Software: Randomized Blinded Controlled Study. *Audiol. Res.* **2012**, *2*, 86–93. [CrossRef] [PubMed]
46. Cameron, S.; Dillon, H. Development and Evaluation of the LiSN & Learn Auditory Training Software for Deficit-Specific Remediation of Binaural Processing Deficits in Children: Preliminary Findings. *J. Am. Acad. Audiol.* **2011**, *22*, 678–696. [CrossRef] [PubMed]
47. Tomlin, D.; Vandali, A. Efficacy of a deficit specific auditory training program for remediation of temporal patterning deficits. *Int. J. Audiol.* **2019**, *58*, 393–400. [CrossRef] [PubMed]

48. Graydon, K.; Van Dun, B.; Tomlin, D.; Dowell, R.; Rance, G. Remediation of spatial processing disorder (SPD). *Int. J. Audiol.* **2018**, *57*, 376–384. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Koravand, A.; Parkes, E.; Duquette-Laplane, F.; Bursch, C.; Tomaszewski, S. The effects of singing lessons on speech evoked brainstem responses in children with central auditory processing disorders. *Can. Acoust.-Acoust. Can.* **2019**, *47*, 31–40.
50. Jutras, B.; Owliaey, M.; Gagnon, M.; Phoenix, C. Impact de l'entraînement auditif sur les habiletés d'écoute dans le bruit des enfants ayant un trouble de traitement auditif: Résultats d'une étude pilote. *Can. J. Speech-Lang. Pathol. Audiol.* **2015**, *39*, 346–361.
51. Jutras, B.; Lafontaine, L.; East, M.-P.; Noël, M. Listening in noise training in children with auditory processing disorder: Exploring group and individual data. *Disabil. Rehabil.* **2019**, *41*, 2918–2926. [[CrossRef](#)]
52. Ahmed, S.M.; Tawfik, S.M.; Bakr, M.S.; Abdelhaleem, E.K.; Mohamed, E.S. Remediation of central auditory processing disorders in children with learning disability: A comparative study. *J. Curr. Med. Res. Pract.* **2016**, *1*, 86. [[CrossRef](#)]
53. Oraky, S.M.; Tawfik, S.; Salama, M.; Mohamed, E.S. Comparing outcome of formal and informal remediation programs in children with central auditory processing disorder. *Egypt. J. Otolaryngol.* **2017**, *33*, 502–507. [[CrossRef](#)]
54. Hassaan, M.R.; Ibraheem, O.A. Auditory training program for Arabic-speaking children with auditory figure-ground deficits. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* **2016**, *83*, 160–167. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
55. Maggu, A.R.; Yathiraj, A. Effect of Noise Desensitization Training on Children with Poor Speech-In-Noise Scores. *Can. J. Speech-Lang. Pathol. Audiol.* **2011**, *35*, 56–63.
56. Maggu, A.; Yathiraj, A. Effect of Temporal Pattern Training on Specific Central Auditory Processes. Master's Dissertation, AIISH, Mysore, India, 2011; p. 11.
57. Kumar, P.; Singh, N.K.; Hussain, R.O. Effect of speech in noise training in the auditory and cognitive skills in children with auditory processing disorders. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* **2021**, *146*, 110735. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
58. Kumar, P.; Singh, N.K.; Hussain, R.O. Efficacy of Computer-Based Noise Desensitization Training in Children With Speech-in-Noise Deficits. *Am. J. Audiol.* **2021**, *30*, 325–340. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
59. Mahdavi, M.E.; Rezaeian, M.; Zarrinkoob, H.; Rezaeian, M.; Akbarzadeh, A. Effect of a Dichotic Interaural Time Difference Program on Dichotic Listening Deficit of Children with Learning Difficulty. *J. Am. Acad. Audiol.* **2021**, *32*, 295–302. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
60. Afshari, P.J.; Lotfi, Y.; Moossavi, A.; Bakhshi, E.; Sadjedi, H. Auditory Spectro-Temporal Modulation Training in Children With Auditory Processing Disorder. *Iran. Rehabil. J.* **2022**, *20*, 185–198. [[CrossRef](#)]
61. Negin, E.; Mohammadkhani, G.; Jalaie, S.; Jarollahi, F. Efficacy of phonemic training program in rehabilitation of Persian-speaking children with auditory processing disorder: A single subject study. *Audit. Vestib. Res.* **2018**, *27*, 116–125. [[CrossRef](#)]
62. Nazeri, A.; Bagheri, H.; Baghban, A.A.; Negin, E. Comparison of Persian staggered spondaic word test's scores before and after rehabilitation in children with amblyaudia. *Audit. Vestib. Res.* **2020**, *29*, 165–171. [[CrossRef](#)]
63. Moossavi, A.; Mehrkian, S.; Lotfi, Y.; Faghihzadeh, S.; Sadjedi, H. The effect of working memory training on auditory stream segregation in auditory processing disorders children. *Iran. Rehabil. J.* **2015**, *13*, 22–27.
64. Lotfi, Y.; Moosavi, A.; Abdollahi, F.Z.; Bakhshi, E.; Sadjedi, H. Effects of an Auditory Lateralization Training in Children Suspected to Central Auditory Processing Disorder. *J. Audiol. Otol.* **2016**, *20*, 102–108. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
65. Delphi, M.; Abdollahi, F.Z. Dichotic training in children with auditory processing disorder. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* **2018**, *110*, 114–117. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
66. Lotfi, Y.; Moosavi, A.; Abdollahi, F.Z.; Bakhshi, E. Auditory Lateralization Training Effects on Binaural Interaction Component of Middle Latency Response in Children Suspected to Central Auditory Processing Disorder. *Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* **2018**, *71*, 104–108. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
67. Putter-Katz, H.; Adi-Bensaid, L.; Feldman, I.; Hildesheimer, M. Effects of Speech in Noise and Dichotic Listening Intervention Programs on Central Auditory Processing Disorders. *J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol.* **2008**, *19*, 301–316. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
68. Donadon, C.; Sanfins, M.D.; Borges, L.R.; Colella-Santos, M.F. Auditory training: Effects on auditory abilities in children with history of otitis media. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* **2019**, *118*, 177–180. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
69. Filippini, R.; Befi-Lopes, D.M.; Schochat, E. Efficacy of Auditory Training Using the Auditory Brainstem Response to Complex Sounds: Auditory Processing Disorder and Specific Language Impairment. *Folia Phoniatr. Logop.* **2011**, *64*, 217–226. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
70. Schochat, E.; Musiek, F.; Alonso, R.; Ogata, J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz. J. Med. Biol. Res.* **2010**, *43*, 777–785. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
71. Brasil, P.D.; Schochat, E. Eficácia do treinamento auditivo utilizando o software Programa de Escuta no Ruído (PER) em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar. *CoDAS* **2018**, *30*, e20170227. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
72. De Melo, Â.; Mezzomo, C.L.; Garcia, M.V.; Biaggio, E.P.V. Computerized Auditory Training in Students: Electrophysiological and Subjective Analysis of Therapeutic Effectiveness. *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* **2018**, *22*, 23–32. [[CrossRef](#)]
73. Umat, C.; Mukari, S.Z.; Ezan, N.F.; Din, N.C. Changes in auditory memory performance following the use of frequency-modulated system in children with suspected auditory processing disorders. *Saudi Med. J.* **2011**, *32*, 818–824.
74. Barker, M.D.; Bellis, T.J. Effectiveness of a Novel Computer/Tablet-Based Auditory Training Program in Improving Dichotic Listening Skills in Children. *J. Speech Pathol. Ther.* **2018**, *3*, 129. [[CrossRef](#)]

75. Smart, J.L.; Purdy, S.C.; Kelly, A.S. Impact of Personal Frequency Modulation Systems on Behavioral and Cortical Auditory Evoked Potential Measures of Auditory Processing and Classroom Listening in School-Aged Children with Auditory Processing Disorder. *J. Am. Acad. Audiol.* **2018**, *29*, 568–586. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
76. Bellis, T.J.; Anzalone, A.M. Intervention Approaches for Individuals With (Central) Auditory Processing Disorder. *Contemp. Issues Commun. Sci. Disord.* **2008**, *35*, 143–153. [\[CrossRef\]](#)
77. Shoemaker, S.S. The Impact of Dichotic Auditory Training in Children. *Diss. Abstr. Int. Sect. B Sci. Eng.* **2010**, *71*, 3567.
78. Stephenson, K.E. Effects of dichotic auditory training on children with central auditory processing disorder. *Diss. Abstr. Int. Sect. B Sci. Eng.* **2008**, *69*, 1542.
79. Reynolds, S.; Kuhanek, H.M.; Pfeiffer, B. Systematic Review of the Effectiveness of Frequency Modulation Devices in Improving Academic Outcomes in Children with Auditory Processing Difficulties. *Am. J. Occup. Ther.* **2016**, *70*, 7001220030p1–7001220030p11. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
80. Kuk, F.; Jackson, A.; Keenan, D.; Lau, C.-C. Personal Amplification for School-Age Children with Auditory Processing Disorders. *J. Am. Acad. Audiol.* **2008**, *19*, 465–480. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
81. Moncrieff, D.W.; Wertz, D. Auditory rehabilitation for interaural asymmetry: Preliminary evidence of improved dichotic listening performance following intensive training. *Int. J. Audiol.* **2008**, *47*, 84–97. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
82. Tomlin, D.; Rance, G. Maturation of the Central Auditory Nervous System in Children with Auditory Processing Disorder. *Semin. Hear.* **2016**, *37*, 074–083. [\[CrossRef\]](#)
83. Hayes, E.A.; Warrier, C.M.; Nicol, T.G.; Zecker, S.G.; Kraus, N. Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clin. Neurophysiol.* **2003**, *114*, 673–684. [\[CrossRef\]](#)
84. Earobics Step 1 [CD-ROM]. *Cognitive Concepts*; Houghton Mifflin Harcourt: Boston, MA, USA, 2008.
85. Vandali, A.; Sly, D.; Cowan, R.; van Hoesel, R. Training of Cochlear Implant Users to Improve Pitch Perception in the Presence of Competing Place Cues. *Ear Hear.* **2015**, *36*, e1–e13. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
86. Jutras, B.; Lafontaine, L. Logiciel d'écoute dans le bruit (LEB). Montréal, QC, Canada. Available online: <http://monleb.com/> (accessed on 6 January 2024).
87. Calarga, K.S. Tradução e Adaptação de um Software de Treinamento Auditivo para Escolares [Dissertação]. Master's Thesis in Sciences, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil, 2016.
88. Cognitive Concepts. *Earobics [Computer Software]*; Cognitive Concepts: Evanston, IL, USA, 1998; Available online: https://archive.org/details/Earobics_Step_2_Cognitive_Concepts_1998 (accessed on 6 January 2024).
89. Liu, P.; Zhu, H.; Chen, M.; Hong, Q.; Chi, X. Electrophysiological Screening for Children With Suspected Auditory Processing Disorder: A Systematic Review. *Front. Neurol.* **2021**, *12*, 692840. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
90. Mattsson, T.S.; Lind, O.; Follestad, T.; Grøndahl, K.; Wilson, W.; Nicholas, J.; Nordgård, S.; Andersson, S. Electrophysiological characteristics in children with listening difficulties, with or without auditory processing disorder. *Int. J. Audiol.* **2019**, *58*, 704–716. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
91. MacDermid, J.C.; Law, M.; Michlovitz, S.L. Outcome Measurement in Evidence-Based Rehabilitation. In *Evidence-Based Rehabilitation: A Guide to Practice*, 3rd ed.; Slack Incorporated: Thorofare, NJ, USA, 2014; pp. 65–104.
92. Mattsson, T.S.; Follestad, T.; Andersson, S.; Lind, O.; Øygarden, J.; Nordgård, S. Normative data for diagnosing auditory processing disorder in Norwegian children aged 7–12 years. *Int. J. Audiol.* **2017**, *57*, 10–20. [\[CrossRef\]](#)
93. Terwee, C.B.; Bot, S.D.M.; de Boer, M.R.; van der Windt, D.A.W.M.; Knol, D.L.; Dekker, J.; Bouter, L.M.; de Vet, H.C.W. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J. Clin. Epidemiol.* **2007**, *60*, 34–42. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
94. Mokkink, L.; Terwee, C.; de Vet, H. Key concepts in clinical epidemiology: Responsiveness, the longitudinal aspect of validity. *J. Clin. Epidemiol.* **2021**, *140*, 159–162. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
95. Crosby, R.D.; Kolotkin, R.L.; Williams, G.R. Defining clinically meaningful change in health-related quality of life. *J. Clin. Epidemiol.* **2003**, *56*, 395–407. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
96. Sturgess, J.; Rodger, S.; Ozanne, A. A Review of the Use of Self-Report Assessment with Young Children. *Br. J. Occup. Ther.* **2002**, *65*, 108–116. [\[CrossRef\]](#)
97. Law, M.C.; Baptiste, S.; Carswell, A.; McColl, M.A.; Polatajko, H.J.; Pollock, N. *Canadian Occupational Performance Measure*, 5th ed. Revised; COPM: Ottawa, ON, Canada, 2019.
98. Alonso, R.; Schochat, E. The efficacy of formal auditory training in children with (central) auditory processing disorder: Behavioral and electrophysiological evaluation. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* **2009**, *75*, 726–732.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

2.2 Approche d'intervention *Top-Down*

Dans la revue de la portée de Bigras et al. (2024), un nombre limité d'interventions TD a été identifié. Parmi les interventions répertoriées adoptant une approche TD, celle-ci était majoritairement intégrée dans une approche multimodale incluant des éléments BU et TD (Bellis & Anzalone, 2008; Putter-Katz et al., 2008; Schochat et al., 2010; Sharma et al., 2012). Il est donc difficile de départager l'effet direct des stratégies TD utilisées lors des interventions de celui des entraînements BU. Pour mieux comprendre l'efficacité précise des interventions TD, il serait pertinent de les examiner de manière isolée, sans les combiner à d'autres approches afin d'évaluer ou d'explorer leur véritable contribution. D'ailleurs, améliorer l'habileté à communiquer activement est un moyen TD suggéré pour intervenir auprès des enfants ayant des difficultés de traitement auditif (Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012), bien que ce type d'intervention ait été peu étudié dans les écrits scientifiques. L'approche d'intervention métacognitive et métalinguistique menant à l'utilisation de stratégies de réparation de bris de communication s'aligne avec la nécessité de mieux comprendre l'effet des interventions TD sur les capacités d'écoute et la participation. En effet, elle privilégie la prise de conscience et le développement de compétences pour surmonter les défis d'écoute au quotidien.

Les approches d'intervention métacognitive sont utilisées auprès d'enfants ayant un TDAH (Tamm et al., 2014). Ce type d'approche vise à augmenter la prise de conscience des difficultés vécues, à réfléchir sur ses comportements face aux défis et à mettre en pratique des stratégies pour résoudre les problèmes de la vie quotidienne (Giroux et al., 2010; Lussier & Flessas, 2010). Lorsqu'une personne prend conscience de ses erreurs ou de ses difficultés, elle est plus apte à être proactive et à mettre en pratique des stratégies efficaces (Giroux et al., 2010; Law et al., 1990;

Lussier & Flessas, 2010). Dans ce type d'approche, l'accent est mis sur l'enseignement et le développement de stratégies de résolution de problèmes. Un avantage de l'approche métacognitive comparativement à un entraînement auditif utilisant un logiciel ou à l'utilisation du système MF est l'implication constante du thérapeute lors des séances d'intervention. Comme l'intervenant est présent, il peut motiver l'enfant, lui offrir des encouragements personnalisés, lui fournir de la rétroaction et des stratégies pour améliorer sa performance ainsi que proposer de nouvelles occasions pour mettre en pratique ses stratégies (Cicerone et al., 2000; Giroux et al., 2010; Polatajko & Mandich, 2004).

Bien que les écrits scientifiques à ce sujet soient peu nombreux (Giroux et al., 2010), et ce particulièrement en audiologie, il demeure que des changements pourraient tout de même être notés après des interventions suivant une approche métacognitive, notamment une amélioration dans les fonctions exécutives (attention visuelle et auditive, mémoire de travail, flexibilité cognitive) et une diminution des symptômes d'inattention (Tamm et al., 2014). Dans l'étude de Tamm et coll. (2014), 24 enfants âgés de trois à sept ans ayant un TDAH ont suivi un programme de remédiation métacognitive visant les fonctions exécutives, dont les capacités attentionnelles et les habiletés d'autorégulation. Cette thérapie de groupe était effectuée sur une période de deux mois, à raison d'une séance de 60 minutes par semaine. Des améliorations sur le plan des fonctions exécutives et de l'inattention ont été notées, notamment en ce qui a trait à l'attention visuelle et auditive, à l'habileté à suivre des consignes et à la mémoire de travail. Des limites ont été notées par les auteurs de l'étude, toutefois. Un groupe témoin aurait permis d'étudier si les améliorations observées sont dues directement à l'intervention ou si elles sont dues à d'autres facteurs, comme l'attention et le soutien des parents (Tamm et al., 2014). De plus, comme l'échantillon était petit, la généralisation des résultats à une population plus large, possédant des caractéristiques

différentes, est limitée, ce qui restreint la portée des conclusions tirées (Tamm et al., 2014).

Un programme pour enseigner des stratégies de réparation afin de mieux gérer les bris de communication a été présenté dans une publication de Elfenbein (1992). Ce programme était destiné aux enfants malentendants âgés de 8 à 11 ans. Selon l'auteur, après avoir suivi ce programme de six semaines, les enfants ont montré des améliorations notables dans la gestion des bris de communication. De plus, ils sont devenus plus proactifs, ont utilisé des stratégies plus variées et appropriées, et ont mieux compris la perspective de leur partenaire de communication (Elfenbein, 1992). Les conclusions sur l'efficacité de ce programme sont limitées par l'absence d'un groupe témoin, qui aurait permis de mieux évaluer l'effet direct de l'intervention en comparaison avec d'autres variables confondantes ou un effet placebo. De plus, la mesure de rendement utilisée, qui était une activité développée par les créateurs du programme, n'avait pas été préalablement validée. En outre, aucune mesure de contrôle pré-intervention n'a été effectuée pour évaluer la stabilité de cette mesure, ce qui compromet davantage la fiabilité des résultats.

Fortin et al. (2024) ont mené une récente étude pilote évaluant un programme d'entraînement aux stratégies de réparation pour enfants ayant un TTA. Le programme consistait en des séances de groupe hebdomadaires de 60 minutes impliquant dix enfants. Ce groupe d'enfants a été comparé à un groupe contrôle d'enfants ayant un TTA. Afin de déterminer si les enfants pouvaient réparer les bris de manière plus efficace et en utilisant un plus vaste répertoire de stratégies, les deux groupes ont été filmés lors de courtes conversations scénarisées sous forme de jeux pendant lesquelles des bris de communications ont été provoqués. Les enfants et les parents ont aussi rempli des questionnaires liés à la communication et au bien-être des enfants. Après l'intervention, les enfants ayant suivi le programme utilisaient un plus grand nombre de stratégies de réparation, ces stratégies étaient plus variées et les bris de communication étaient résolus avec plus de succès. De

plus, les difficultés dans les activités éducatives ont diminué après l'intervention. Les auteurs ont conclu que cet entraînement était efficace pour les enfants de 9 ans et plus, qu'il menait à l'utilisation proactive de diverses stratégies de réparation. Selon les auteurs, leur étude est la première à examiner l'effet d'un tel programme sur les enfants ayant un TTA (Fortin et al., 2024). Les auteurs ont rapporté certaines limites à leur étude. Tout d'abord, le petit échantillon pourrait avoir influencé les résultats et entraîné une grande variabilité dans les données. De plus, les mesures pré- et post-intervention ont été réalisées dans des conditions idéales, qui ne reflètent pas nécessairement les situations réelles de la vie quotidienne. Néanmoins, les résultats soulignent l'importance d'enseigner aux enfants, qui rencontrent fréquemment des bris de communication pour diverses raisons, comment devenir des auditeurs plus efficaces. (Fortin et al., 2024)

2.3 Approche d'intervention métacognitive et métalinguistique selon le modèle de la CIF

La présente étude s'insère dans le modèle de la CIF (Organisation mondiale de la santé, 2001), (voir Figure 2.1). La CIF est considérée comme une approche biopsychosociale, car elle prend en compte non seulement les incapacités de l'organisme, mais également la personne en tant qu'individu et en tant qu'être dans la société (Gagné & Jennings, 2011; Organisation mondiale de la santé, 2001).

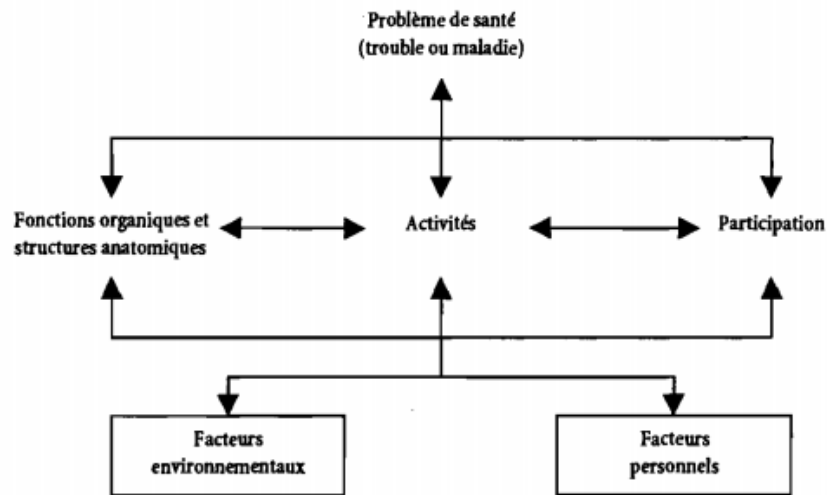


Figure 2.1 : Classification internationale du fonctionnement du handicap et de la santé (CIF) (Organisation mondiale de la santé, 2001).

Ce modèle repose sur trois types de fonctionnements : 1) les fonctions organiques et structures anatomiques, soit le fonctionnement du corps ou d'une partie du corps, 2) les activités, soit la capacité à réaliser les tâches dans un environnement contrôlé, et 3) la participation, soit la performance ou le fait de pouvoir s'impliquer dans les activités courantes de la vie, tant à la maison, à l'école que dans la communauté (Organisation mondiale de la santé, 2001). La performance se rapporte à la réalisation des tâches dans un environnement réel tandis qu'une capacité se réfère à une habileté évaluée dans un environnement contrôlé (Organisation mondiale de la santé, 2001).

Dans ce modèle, les facteurs environnementaux incluent tous les aspects de l'environnement externe qui peuvent avoir une influence sur le fonctionnement de la personne (Organisation mondiale de la santé, 2001). Ces facteurs incluent les éléments physiques, sociaux et attitudinaux qui entourent la personne (Organisation mondiale de la santé, 2001). De plus, il peut s'agir de facilitateurs ou de barrières influençant la capacité de la personne à participer pleinement à la vie quotidienne (Organisation mondiale de la santé, 2001). Par exemple, les caractéristiques

acoustiques de l'environnement, comme le bruit de fond dans une salle de classe, peuvent affecter la capacité d'un enfant qui a un TTA ou des difficultés d'écoute à comprendre les instructions. Un environnement calme et l'utilisation d'aide de suppléance à l'audition peuvent faciliter l'écoute de cet enfant. La collaboration avec les enseignants et le personnel scolaire pour adapter les méthodes d'enseignement peut aussi améliorer la participation de l'enfant.

Pour ce qui est des facteurs individuels, ceux-ci se réfèrent aux caractéristiques individuelles qui ne sont pas des conditions de santé, comme l'âge, le statut socio-économique, l'éducation, les habitudes de vie et les expériences personnelles (Organisation mondiale de la santé, 2001). Les facteurs personnels peuvent avoir une influence sur la manière dont une personne vit avec une condition de santé (Organisation mondiale de la santé, 2001). Par exemple, les enfants qui développent des stratégies d'adaptation efficaces ou qui ont de bonnes habiletés de lectures labiales pourraient mieux gérer leurs difficultés d'écoute.

Dans le cadre du programme RéBriCo présenté aux enfants ayant des difficultés d'écoute dans le bruit ou en présence de parole compétitive, l'accent a été mis sur l'utilisation, par l'enfant, de stratégies de réparation de bris de communication. Ce type d'intervention vise principalement les difficultés d'écoute vécues dans la vie quotidienne. La CIF est un modèle qui permet de prendre en compte non seulement les incapacités auditives, mais également les activités importantes pour cet enfant et la participation dans sa vie quotidienne. Elle englobe les éléments de la résolution de problème qui est à la base d'une approche métacognitive. En effet, tout au long de la thérapie, l'enfant devient conscient de ses difficultés et se questionne sur les situations d'écoute qui posent un défi dans sa vie quotidienne ainsi que sur les éléments environnementaux et personnels qui pourraient causer des bris de communication.

En suivant le modèle de la CIF, le problème de santé présent chez les enfants qui ont participé à l'étude était la difficulté d'écoute dans le bruit ou en présence de parole compétitive malgré la présence de seuils auditifs à l'intérieur des limites de la normale. Ces difficultés d'écoute entraînent des limites sur le plan fonctionnel.

Les limites fonctionnelles découlant d'une dysfonction au niveau des structures organiques et des fonctions biologiques font référence aux incapacités auditives reliées aux mécanismes sous-jacents qui permettent une écoute optimale. L'OMS fait mention de déficience sur le plan des structures organiques et des fonctions biologiques. Toutefois, l'objectif principal de l'étude n'était pas de connaître la source organique du problème. Par exemple, il est possible que les incapacités auditives à l'origine des difficultés d'écoute des participants soient reliées à une lésion dans le système nerveux auditif central ou à une privation sensorielle, tel qu'une histoire antérieure d'otites à répétition. Pour d'autres participants, les difficultés d'écoute pouvaient être associées à des problèmes d'ordre langagier ou à des problèmes sur le plan de la mémoire auditive ou de l'attention. Cependant, les participants avaient tous comme élément commun des difficultés fonctionnelles d'écoute plutôt que des difficultés provoquées par une déficience connue sur le plan auditif central, cognitif ou langagier.

Dans le modèle, les activités représentent « l'exécution d'une tâche ou le fait pour une personne de faire quelque chose (OMS, 2001, p. 14) ». Certaines activités, comme la capacité à écouter et comprendre la parole dans différentes tâches auditives, ont été mesurées à l'aide d'épreuves comportementales en cabine, notamment en employant des tests évaluant les capacités de perception de la parole en présence de bruit, ainsi que les capacités de langage, d'attention et de mémoire. Des mesures électrophysiologiques ont fourni de l'information supplémentaire sur le traitement de l'information auditive au plan neurophysiologique.

En ce qui a trait à la participation, elle « signifie l'implication dans une situation de la vie réelle (OMS, 2001, p. 14) » et fait référence aux actions ou aux tâches spécifiques qu'une personne accomplit dans sa vie quotidienne. Chez les enfants qui ont des difficultés d'écoute dans le bruit, cette catégorie englobe le succès scolaire, les liens d'amitié, la communication avec les autres et la participation à des activités parascolaires ou familiales. Dans le cadre de la thèse, la participation a été évaluée spécifiquement dans des activités de la vie quotidienne grâce à des questionnaires et à des scénarios filmés.

La CIF est pertinente afin d'explorer l'efficacité de l'intervention, car elle guide le choix des outils de mesure du rendement selon les trois types de fonctionnements et rappelle que l'objectif principal de l'intervention n'est pas d'éliminer les incapacités, mais plutôt d'optimiser le fonctionnement de la personne (Organisation mondiale de la santé, 2001). D'ailleurs, la raison principale qui amène les parents à demander des services en audiologie pour leur enfant est souvent reliée à des difficultés d'apprentissage scolaires plutôt qu'à des difficultés d'écoute (Loo et al., 2016). Ce modèle a permis de cibler des outils mesurant des changements au-delà du fonctionnement du système nerveux auditif central et d'explorer comment les fonctions auditives affectent la participation et la performance.

2.4 Références

- Bellis, T., & Anzalone, A. (2008). Intervention approaches for individuals with (central) auditory processing disorder. *Contemporary Issues in Communication Science & Disorders*, 35, 143-153. CINAHL. https://doi.org/10.1044/cicsd_35_f_143
- Bigras, J., Lagacé, J., El Mawazini, A., & Lessard-Dostie, H. (2024). Interventions for school-aged children with auditory processing disorder : A scoping review. *Healthcare*, 12(12), 1161. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121161>
- Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology. (2012). *Canadian guidelines on auditory processing disorder in children and adults : Assessment and intervention*. 83. Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., Felicetti, T., Giacino, J. T., Harley, J. P., Harrington, D. E., Herzog, J., Kneipp, S., Laatsch, L., & Morse, P. A. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation : Recommendations for clinical practice. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(12), 1596-1615. <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.19240>
- Elfenbein, J. L. (1992). Coping with communication breakdown : A program of strategy development for children who have hearing losses. *American Journal of Audiology*, 1(3), 25-29. <https://doi.org/10.1044/1059-0889.0103.25>
- Fortin, S., Plante, S., McMahon-Morin, P., Rezzonico, S., Rioux, E. J., Paquet, M., Leroux, T., & Jutras, E. B. (2024). Exploring the effects of a repair strategies training program among children with auditory processing disorder : A pilot study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 111995. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2024.111995>

- Gagné, J.-P., & Jennings, M. B. (2011). Incorporating a client-centered approach to audiologic rehabilitation. *ASHA Leader*, 16(8), 10-13. Gale Academic OneFile.
- Giroux, S., Parent, V., & Guay, M.-C. (2010). La remédiation cognitive et la remédiation métacognitive pour les personnes ayant un TDAH : Deux stratégies d'intervention novatrices et pourquoi pas complémentaires ? *Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive*, 20(3), 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2010.09.004>
- Law, M. C., Baptiste, S., McColl, M., Opzoomer, A., Polatajko, H., & Pollock, N. (1990). The Canadian Occupational Performance Measure : An outcome measure for occupational therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 57(2), 82-87. <https://doi.org/10.1177/000841749005700207>
- Loo, J. H. Y., Rosen, S., & Bamiou, D.-E. (2016). Auditory training effects on the listening skills of children with auditory processing disorder. *Ear and Hearing*, 37(1), 38-47. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000225>
- Lussier, F., & Flessas, J. (2010). Rééduquer les fonctions attentionnelles et exécutives. In Entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelle (Éd.), *Trouble Déficit De L'attention Avec Ou Sans Hyperactivité : De la théorie à la pratique*. (p. 54-64). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71115-2.50007-9>
- Organisation mondiale de la santé. (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé : CIF*. Organisation mondiale de la santé.
- Polatajko, H. J., & Mandich, A. (2004). *Enabling occupation in children : The cognitive orientation to daily occupational performance (CO-OP) approach*. Canadian Association of Occupational Therapists.

- Putter-Katz, H., Adi-Bensaid, L., Feldman, I., & Hildesheimer, M. (2008). Effects of speech in noise and dichotic listening intervention programs on central auditory processing disorders. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 19(3-4), 301-316.
- Schochat, E., Musiek, F. E., Alonso, R., & Ogata, J. (2010). Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas*, 43(8), 777-785.
- Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2012). A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*, 51(7), 506-518. CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.670272>
- Tamm, L., Nakonezny, P. A., & Hughes, C. W. (2014). An open trial of a metacognitive executive function training for young children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 18(6), 551-559. <https://doi.org/10.1177/1087054712445782>

CHAPITRE 3 –Outils de mesure développés pour le devis à cas unique

3.1 Introduction

Un défi bien connu lors de la mise en œuvre d'un devis à cas unique réside dans le choix des mesures de rendement puisqu'elles seront effectuées à multiples reprises au cours des différentes phases de l'étude et doivent être fiables (Krasny-Pacini & Evans, 2018). Les mesures de rendement doivent être sensibles aux changements, rapides à administrer et avoir peu d'effets d'apprentissage (Krasny-Pacini & Evans, 2018). D'ailleurs, il n'est pas rare que les chercheurs aient à créer des outils de mesure adaptés et pertinents aux problèmes spécifiques visés par l'intervention ainsi qu'aux besoins rapportés par les participants (Krasny-Pacini & Evans, 2018). Le présent projet ne fait pas exception. Dans le cadre de cette étude, deux outils ont été spécifiquement conçus afin de pouvoir être employés comme mesure de rendement. L'un de ces outils examine les capacités auditives des enfants et l'autre explore la perception des enfants de leur participation dans des activités d'écoute de la vie quotidienne, ainsi que celle de leur parent.

Premièrement, le Test de phrases filtrées (TPF), une adaptation du Test de phrases dans le bruit (TPB) (Lagacé et al., 2010), a été créé dans le but de vérifier si le programme d'intervention RéBriCo mène à une meilleure identification de mots cibles provenant de phrases dont des composantes fréquentielles ont été partiellement retirées pour de les rendre moins claires. Comme pour le TPB, l'information contextuelle linguistique facilite l'identification du mot cible pour la moitié des phrases du TPF (Lagacé et al., 2011). Pour l'autre moitié, le mot final est moins prévisible, nécessitant que la personne se fie principalement à la perception auditive pour identifier le mot (Lagacé et al., 2011). Le TPF est un outil permettant d'explorer un des comportements ciblés par l'intervention.

Deuxièmement, le Questionnaire des situations d'écoute difficiles (QSED), s'inspirant de la Mesure canadienne du rendement occupationnel (MCRO) (Law et al., 1990, 2019), a été développé avec l'objectif de mesurer le changement selon la perception de l'enfant et de son parent. Cette mesure permet de vérifier si des améliorations ont été observées dans la participation de l'enfant aux activités de la vie quotidienne qui lui sont importantes et si les habiletés travaillées lors des séances d'intervention se sont généralisées à son quotidien.

La conception du TPF et du QSED était motivé par l'absence d'outils spécifiquement conçus pour mesurer les effets d'un programme d'apprentissage de stratégies de réparation de bris de communication sur les capacités d'écoute et la participation des enfants ayant des difficultés d'écoute. Ces outils visent non seulement à explorer les résultats de ce type de programme d'interventions, mais aussi à offrir un moyen de mesurer des changements en lien avec les capacités auditives ou des aspects subjectifs, comme la participation ou les perceptions des enfants. En ce sens, ils comblent une lacune dans les outils de mesure du rendement existants, ces derniers étant axés sur des mesures comportementales des habiletés auditives, langagière ou cognitives, sans capturer les aspects plus complexes de la participation et des stratégies utilisées par les enfants dans des contextes écologiques.

3.2 Développement du TPF

3.2.1 Justification du développement du TPF

Pour les besoins de la présente étude, la mesure de rendement portant sur la capacité auditive devait répondre à certains critères afin d'assurer sa faisabilité. En effet, elle devait être en français, devait explorer l'effet des indices métalinguistiques sur l'écoute, avoir une banque de stimuli assez grande pour réduire l'effet de la mémoire sur l'identification des mots cibles et devait se faire sans

audiomètre et dans différents milieux (par exemple, à la maison, au laboratoire et même par vidéoconférence, si nécessaire).

Une mesure connue en français qui vise à évaluer les capacités de perception de la parole dans le bruit ainsi que la capacité à utiliser le contexte d'une phrase dans des conditions défavorables est le Test de phrases dans le bruit (TPB) (Lagacé et al., 2010). Dans ce test, une liste de 40 phrases est présentée parmi un bruit de verbiage et de manière binaurale. Les participants doivent répéter le dernier mot de chaque phrase. La moitié de ces phrases est hautement prévisible (phrases à haute prévisibilité, HP), c'est-à-dire que le contexte de la phrase facilite l'identification du mot final. Dans l'autre moitié, les informations contextuelles ne sont pas présentes rendant le mot final imprévisible (phrases à faible prévisibilité, FP). Dans le cas des phrases FP, la personne ne peut que se fier sur l'information acoustique pour identifier le mot final. Des exemples de phrases HP et FP sont présentés dans le Tableau 3.1. Un audiomètre est nécessaire pour effectuer le TPB puisqu'il faut calibrer les niveaux de bruit et du signal afin de respecter un certain rapport signal sur bruit.

Tableau 3.1 : Exemples de phrases hautement prévisibles et faiblement prévisibles.

Phrases hautement prévisibles (HP)	Phrases faiblement prévisibles (FP)
• L'avion vole haut dans le ciel. • Ce quilleur fait tomber toutes les quilles. • Les astronautes vont sur la lune. • C'est une belle pente pour faire du ski.	• Mathieu a fouillé dans ses poches. • Nous lui avons donné un verre. • Elle a mis beaucoup de crème. • J'adore manger du miel.

Le développement du matériel vocal du TPB a suivi une démarche rigoureuse. Les mots cibles ont été choisis selon leur fréquence d'utilisation dans la littérature jeunesse des enfants franco-canadiens et leur familiarité a été testée chez des enfants âgés de 5 à 7 ans (Lagacé et al., 2010). Quatre listes de 40 phrases ont été élaborées. Les auteurs du TPB notent que des évaluations supplémentaires sur les propriétés psychométriques de ce test sont nécessaires (Lagacé et al.,

2010). Toutefois, chez les adultes, le niveau de difficulté de chaque liste de phrases dans le bruit est équivalent (Lagacé et al., 2010).

Un score total est calculé, ainsi qu'un score pour les 20 phrases HP et un score pour les 20 phrases FP. Ce test vise à déterminer si les participants utilisent le contexte pour identifier le mot final des phrases et s'ils peuvent traiter la parole dans le bruit de manière efficace sans l'utilisation de l'information contextuelle.

Le TPF a ainsi été conçu en adaptant les phrases du TPB de façon à ce que leur qualité acoustique soit dégradée. Le bruit de verbiage a été retiré pour qu'elles soient présentées dans le silence. Les objectifs de cette étude pilote étaient (1) de déterminer la largeur d'un filtre rendant la tâche d'identification de phrases ni trop facile ni trop difficile pour les enfants d'âge scolaire; (2) de déterminer la faisabilité du test; et (3) d'explorer la fiabilité du test (stabilité test-retest).

3.2.2 Méthodologie

Matériel. L'enregistrement du TPB a été fourni par l'auteure principale de ce test qui a accepté qu'il soit adapté pour le présent projet. Les quatre listes de 40 phrases du TPB étaient enregistrées dans un fichier stéréo. Un canal contenait du bruit de verbiage, et un autre les phrases. Les enregistrements des deux canaux étaient superposés. Avec l'aide du logiciel *Final Cut Pro X*, un vidéographe expérimenté a supprimé le canal de bruit afin de ne garder que les phrases. Ensuite, celles-ci ont été filtrées à travers différents filtres passe-bas avec les fréquences de coupure suivantes : 500 Hz, 750 Hz et 2000 Hz. Ces filtres ont retiré des composantes fréquentielles aiguës réduisant ainsi la redondance acoustique des phrases à différents degrés. Plus la fréquence de coupure est basse, plus il manque des composantes fréquentielles aiguës ce qui rend l'identification des phrases plus difficiles. Dans cette situation, les divers aspects du signal acoustique sont moins

bien représentés dans le système auditif central et la personne doit se fier de plus en plus à ses habiletés de suppléance auditive, des habiletés d'ordre TD (Bellis, 2003).

Participants. Dix enfants francophones âgés de 8,0 ans à 11,9 ans (moy. = 10,0 ans; é.t. = 1,6 an; médiane = 9,7 ans) ayant un développement neurotypique ont participé à cette pré-expérimentation. Selon les parents, les enfants qui ont participé à l'étude n'avaient pas de difficulté à entendre tant lorsqu'il y a du bruit que lorsqu'il n'y a pas de bruit. Aucun enfant n'avait de conditions otologiques au moment de l'étude. Toutefois, quatre enfants avaient une histoire d'otites, dont trois ayant déjà eu des tubes transtympaniques. Aucun enfant n'avait de difficultés scolaires ou de concentration ou de diagnostic de trouble du langage, de TDAH ou d'apprentissage. Tous les enfants parlaient majoritairement le français à la maison et huit enfants parlaient également une autre langue. La langue de scolarisation des enfants était le français.

Procédure. Les phrases ont été présentées à l'aide d'un ordinateur (MacBook Air) et d'écouteurs supra-auriculaires à un volume confortable pour l'enfant et dans un endroit calme à son domicile. Le volume est resté le même pour chaque temps de mesure. Le pourcentage de volume a été noté, mais n'a pas été vérifié avec un sonomètre, puisque certaines mesures ont été effectuées à distance par certains participants. Comme pour le TPB, les enfants devaient répéter le dernier mot de chaque phrase. Un score total, un score pour les 20 phrases LP et un score pour les 20 phrases HP ont été calculés. Finalement, le score des phrases FP a été soustrait du score des phrases HP afin de déterminer l'utilisation du contexte pour prédire ou identifier le dernier mot des phrases filtrées. En effet, si le contenu acoustique des phrases était intégral, il est fort probable que le pourcentage de reconnaissance du mot-clé des phrases HP et FP serait identique, particulièrement dans le cas où le signal est présenté à un niveau sonore suffisamment audible (Lagacé et al., 2010, 2011). Le filtrage des phrases fait en sorte que l'auditeur doit utiliser les informations contextuelles

disponibles dans les phrases HP pour identifier le mot-clé, tandis que ces informations contextuelles ne sont pas présentes dans les phrases FP. Dans le cas du corpus du TPF, qui est le même que celui du TPB (Lagacé et al., 2010), la différence entre les phrases HP et FP tient essentiellement du contexte linguistique qui est plus grand dans le cas des phrases HP (Lagacé et al., 2010, 2011). Typiquement, la différence entre les scores des phrases HP et FP est utilisée pour déterminer si l'auditeur utilise le contexte linguistique pour identifier le mot-clé.

Trois séances de mesures ont été réalisées à une semaine d'intervalle chacune. Lors de chaque séance, deux listes étaient effectuées avec des filtres différents. Le filtre à 750 Hz a été présenté à chaque séance. Lors de la première séance, huit enfants ont aussi fait une liste de phrases à 2000 Hz. Puisque la moyenne était trop élevée (94%), le filtre de 500 Hz a remplacé le filtre passe-bas de 2000Hz pour le reste des mesures.

3.2.3 Résultats et discussion

Tous les enfants ayant pris part à cette étude pilote ont bien compris les consignes et ont réussi à compléter toutes les listes présentées, suggérant que les consignes étaient claires et que le temps nécessaire pour terminer deux listes (soit un total d'environ 10 minutes) était approprié. La moyenne du score total en pourcentage pour la première mesure était de 52,8% pour les phrases filtrées à 500 Hz et de 69,5 % pour celles avec un filtre à 750 Hz. Étant donné la faible moyenne des résultats avec le filtre à 500 Hz, et ce, en considérant que les enfants testés n'avaient pas de difficultés langagières ou auditives, il a été convenu que le filtre le plus approprié pour les participants qui effectueraient le programme RéBriCo était celui de 750 Hz. En effet, il était attendu que les enfants qui ont participé à l'intervention vivent des défis liés à l'écoute, ce qui aurait pu entraîner des scores inférieurs par rapport à ceux des enfants au développement neurotypique. D'ailleurs, selon les normes de Bellis (2003), les mots filtrés avec un filtre à 500 Hz

sont plus difficiles à identifier que ceux ayant un filtre passe-bas de 700 Hz ou plus. Ce constat semble également se produire avec le TPF, et ce, même si les mots cibles sont dans des phrases et que le test s'effectue en binaural. Ce sont des conditions typiquement plus faciles comparativement à des tâches monaurales d'identification de mots isolés.

Des coefficients de corrélations intraclasse (CCI) ont été calculés pour explorer la stabilité test-retest lors des trois temps de mesure du TPF avec un filtre passe-bas de 750 Hz. Étant donné qu'il s'agit d'une étude pilote avec un échantillon restreint de 10 participants, les analyses corrélationnelles ont été menées à titre exploratoire, dans le but d'identifier des tendances potentielles et d'orienter les recherches futures avec des échantillons plus grands. Les intervalles de confiance ont été rapportés afin de fournir une estimation plus précise de la variabilité des résultats et d'examiner la stabilité des résultats, en tenant compte des limites liées à la taille de l'échantillon et à la variabilité inhérente aux données.

Un seuil de 0,70 est recommandé comme valeur minimale pour la fiabilité test-retest, et ce, dans un échantillon d'au moins 50 personnes (Terwee et al., 2007). Les résultats sont présentés dans le Tableau 3.2.

Tableau 3.2 : Coefficients de corrélation intraclasse et intervalles de confiance obtenus pour le score total, les phrases HP et les phrases FP du TPF avec un filtre passe-bas de 750 Hz.

	CCI	Intervalle de confiance (95%)	
		Limite inférieure	Limite supérieure
TPF Total			
Scores individuels	0.659	0.236	0.894
Scores moyens	0.853	0.481	0.962
Phrases HP			
Scores individuels	0.459	0.066	0.802
Scores moyens	0.718	0.174	0.924
Phrases FP			
Scores individuels	0.478	0.102	0.806
Scores moyens	0.734	0.255	0.926

Note : CCI = Coefficient de corrélation intraclasse (*absolute agreement*)

Les scores individuels sont d'intérêt pour examiner la stabilité test-retest du TPF dans le cadre d'une étude à cas unique. Pour le TPF total (40 phrases), l'accord entre les trois temps de mesures du test se situe juste en dessous de la limite de la valeur recommandée, mais est considéré adéquat (Koo & Li, 2016; MacDermid et al., 2014). L'intervalle de confiance à 95% suggère une variabilité dans les scores individuels, indiquant que la stabilité du test n'est pas élevée chez tous les participants. Toutefois, le CCI et l'intervalle de confiance (95%) suggèrent une meilleure stabilité lorsque les mesures de groupes (scores moyens) sont considérées.

En examinant les scores individuels pour les phrases HP et FP, les CCI révèlent un accord faible entre les mesures. Ces résultats sont corroborés par les intervalles de confiance, qui présentent une plage assez large. La limite inférieure de cet intervalle est significativement sous le seuil proposé par Terwee et al. (2007). Les scores individuels des phrases HP et FP montrent donc une grande variabilité d'une administration du test à l'autre et pourraient ne pas être appropriés pour examiner le changement à la suite d'une intervention.

Le test des rangs signés de Wilcoxon a été effectué pour vérifier si les moyennes lors des trois temps de mesure étaient statistiquement différentes (Tableau 3.3). En examinant les scores moyens des trois temps de mesures, on constate que la moyenne des scores totaux et celle des phrases FP sont significativement meilleures lors de la troisième mesure que lors des deux autres temps de mesure. Cette amélioration pourrait être due à un effet de pratique ou de mémoire. En effet, lors de la troisième séance, la liste de phrases filtrées à 750 Hz avait déjà été présentée avec un filtre à 2000 Hz pendant la première séance. Ainsi, les enfants avaient déjà été exposés à cette même liste, mais avec plus d'informations acoustiques pouvant possiblement faciliter la reconnaissance de certains mots cibles lors d'une deuxième passation. Cette amélioration a été notée particulièrement pour les phrases FP qui ont, par ricochet, amélioré le score total. Les moyennes entre les trois

temps de mesure pour les phrases HP ne sont pas statistiquement différentes comme le montre le Tableau 3.3.

Tableau 3.3 : Moyenne des scores et comparaisons pour le TPF lors des trois temps de mesure avec un filtre passe-bas de 750 Hz.

	Mesure 1 (%)	Mesure 2 (%)	Mesure 3 (%)	1 vs 2 (<i>p</i>)	1 vs 3 (<i>p</i>)	2 vs 3 (<i>p</i>)	1 vs 2 (<i>rs</i>)	1 vs 3 (<i>rs</i>)	2 vs 3 (<i>rs</i>)
TPF Total									
Moyennes	69.5	71.3	77.3	0.438	0.012*	0.021*	0.844	0.609	0.761
Écarts-types	9.70	8.51	8.78						
Phrases HP									
Moyennes	76.0	79.0	80.0	0.633	0.305	0.734	0.735	0.398	0.376
Écarts-types	11.7	11.7	10.8						
Phrases FP									
Moyennes	62.5	63.8	74.5	1.00	0.014*	0.015*	0.634	0.714	0.608
Écarts-types	11.6	15.1	8.96						

Note : * = $p < 0.05$

Dans l'ensemble, les résultats de Spearman's rho (*rs*) montrent une corrélation positive élevée entre les différents temps de mesure pour ce qui est des scores totaux et des scores pour les phrases FP. Ces résultats suggèrent que les scores totaux et pour les phrases FP sont relativement stables entre les différents temps de mesure. Les scores des phrases HP montrent une corrélation positive modérée entre les mesures 1 et 2, tandis que les corrélations sont positives et modérées entre les autres temps de mesures. Il serait prudent de discuter des facteurs potentiels influençant la stabilité, comme les effets de pratique, les variations dans l'attention des participants ou les variations dans les conditions de mesure, notamment pour les phrases HP où la stabilité test-retest serait moins forte. Pour renforcer la validité des résultats, il pourrait être pertinent de conduire des études avec un plus grand nombre de participants et sur une période plus longue.

En somme, le score total a été jugé comme étant le meilleur indicateur de changement que les scores individuels des phrases HP et FP. De plus, puisque, dans l'ensemble, la stabilité des scores pour les phrases HP et FP n'était pas adéquate lors de cette expérimentation, les différences entre ces types de phrases varient significativement d'un temps de mesure à l'autre. La différence entre

ces types de phrases n'a pas été considérée comme mesure de rendement répétée pendant l'expérimentation portant sur l'exploration du programme RéBriCo sur les capacités d'écoute.

Il est à noter que les résultats concernant la stabilité test-retest peuvent être influencés par la taille de l'échantillon. En effet, Terwee et al. (2007) recommandent un minimum de 50 participants pour obtenir des résultats fiables. L'échantillon de la présente étude pilote comptait 20% du nombre recommandé. Ainsi, afin de mieux comprendre la stabilité test-retest des conditions HP et FP, il serait idéal de faire les mesures sur un plus grand échantillon.

Enfin, les données recueillies lors de la prochaine expérimentation (chapitre 4), portant sur l'exploration des effets du programme RéBriCo sur les capacités d'écoute, devront être interprétées avec prudence en raison des limites psychométriques notées pour le TPF.

3.3 Développement du QSED

Article 2 : Élaboration et validation d'un questionnaire évaluant l'efficacité des interventions chez des enfants francophones d'âge scolaire ayant des difficultés de traitement auditif

Ce manuscrit sera soumis à la Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie.

Élaboration et validation d'un questionnaire évaluant l'efficacité des interventions chez des enfants francophones d'âge scolaire ayant des difficultés de traitement auditif

Jacynthe Bigras ¹, Josée Lagacé ^{1,2}, Jacinthe Savard ^{1,2,3}

¹ École des sciences de la réadaptation, Faculté des sciences de la santé, Université d'Ottawa, Ottawa, Canada

² Groupe de recherche sur la formation et les pratiques en santé et service social en contexte francophone minoritaire, Université d'Ottawa, Ottawa, Canada

³ Chaire de recherche de l'Université d'Ottawa et de l'Institut du savoir Montfort sur la santé des francophones de l'Ontario

Résumé

Les difficultés ou le trouble du traitement auditif (TA) sont associés à des difficultés d'apprentissage scolaire et peuvent affecter la participation des enfants dans leurs activités quotidiennes. La perception des enfants quant à leurs difficultés d'écoute et à leur participation peut différer de celle de leurs parents ou de leurs enseignants, mais n'est que peu considérée dans les recherches. Cette étude visait à élaborer et à valider un nouvel outil, le *Questionnaire des situations d'écoute difficiles* (QSED) pour permettre aux enfants de cibler les situations d'écoute difficiles les plus importantes pour eux. Dans une première phase, une recension des écrits a permis de générer des énoncés et de concevoir le questionnaire. Un comité d'experts (n=12), composé d'enseignantes et d'enseignants, d'audiologistes et d'orthophonistes, a porté un jugement sur la validité de contenu, soit la clarté et la représentativité des énoncés, et l'exhaustivité de l'outil. Dans la deuxième phase, la validité apparente de l'outil, soit la clarté des énoncés et des échelles, a été vérifiée auprès de 10 enfants ayant un développement neurotypique. Au final, le QSED comprend seize énoncés, accompagnés d'illustrations. Ces énoncés ont été jugés clairs et représentatifs des situations d'écoute typiques d'enfants francophones. Quoique préliminaires, les données obtenues dans la présente étude suggèrent que le QSED est un outil pertinent et utile pour évaluer la perception des enfants quant à leurs difficultés d'écoute et pour faciliter l'identification de leurs besoins et objectifs en intervention.

Abbreviations : a = année; BASC-2 = Behavior Assessment System for Children-second edition; CCI = coefficients de corrélation intraclasse; CELF-4 = Clinical Evaluation of Language Fundamentals® - Fourth Edition; CHAPS = Children's Auditory Performance Scale; ECA = Échelle des comportements auditifs; ECLiPS = Evaluation of Children's Listening and Processing Skills; EDC = Écoute dichotique de chiffres; EVIP = Échelle de vocabulaire en images Peabody; FAPC = Fisher's Auditory Problems Checklist; IVC = indices de validité de contenu; IVC-É = indices de validité de contenu – énoncé; LIFE et LIFE-R = Listening Inventory for Education – Revised; m = mois; MCRO = Mesure canadienne du rendement occupationnel; MF = modulation de fréquence; MHAVIE = Mesure des habitudes de vie; QQ-10 = Questionnaire assessing questionnaires; QSED = Questionnaire des situations d'écoute difficiles; SAB = Scale of Auditory Behaviors; SIFTER = Screening Instrument for Targeting Educational Risk; SNAC = système nerveux auditif central; SSQ = Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale for Children with Auditory Processing Disorder; TA = traitement auditif; TCTC = Test Canadien de Triplet de Chiffres; TDAH = trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité; TEAP = Teacher Evaluation of Auditory Performance; TMB= Test de mots dans le bruit; TTA = trouble de traitement auditif.

1. Introduction

La maturation du système nerveux auditif central (SNAC), et plus particulièrement l'habileté de perception de la parole dans le bruit, se poursuit jusqu'à l'adolescence (Ponton et al., 2000). Si la présence de bruit compétitif est défavorable à l'écoute de la parole chez les enfants ayant un développement neurotypique, elle est encore plus difficile pour ceux qui ont des difficultés d'apprentissage (Dockrell & Shield, 2006; Howard et al., 2010). Notamment, plusieurs études ont montré que les enfants d'âge scolaire ayant des difficultés ou un trouble d'apprentissage, un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH), ou un trouble du langage, présentent fréquemment des difficultés de TA (Ferguson et al., 2011; Purdy et al., 2018; Sharma et al., 2009). Le TA est une fonction du système nerveux auditif central qui permet de préserver, analyser, modifier, organiser et interpréter les informations provenant du système auditif périphérique (American Speech-Language-Hearing Association, 2005; Bellis, 2014). Cette fonction sous-tend les mécanismes auditifs permettant de localiser et latéraliser les sons, d'écouter la parole dégradée ou la parole dans le bruit ainsi que de reconnaître les aspects temporels de la parole, dont l'ordre des sons et l'intonation (American Speech-Language-Hearing Association, 2005). Le trouble de

traitement auditif (TTA) est défini comme un ensemble de déficits sur le plan du traitement neural de l'information auditive menant à des difficultés touchant les mécanismes auditifs énumérés ci-haut (American Speech-Language-Hearing Association, 2005). Le TTA peut être à l'origine des difficultés d'écoute chez les enfants qui ont des défis scolaires tout en ayant des seuils auditifs dans les limites de la normale. Toutefois, la nature des difficultés d'écoute peut être multifactorielle puisqu'elles peuvent se présenter avec une ou des conditions concomitantes telles qu'une dyslexie (Christmann et al., 2015; Sharma et al., 2009) ou des défis sur le plan des habiletés cognitives, dont l'attention et la mémoire (Moore et al., 2010; Tomlin et al., 2015). Dans le cadre de cette étude, la terminologie « difficultés de TA » inclut un retard ou des difficultés de TA, un TTA avec ou sans des difficultés langagières ou cognitives, telles qu'un trouble déficitaire de l'attention, qui pourraient contribuer aux difficultés d'écoute.

Diverses lignes directrices cliniques et plusieurs articles de synthèse suggèrent des recommandations et des méthodes d'intervention dans le cas de difficultés de TA (American Speech-Language-Hearing Association, 2005; Bamiou et al., 2006; British Society of Audiology, 2011; Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012; Gohari et al., 2023; Weihing et al., 2014). Ces stratégies incluent la modification de l'environnement d'écoute, telle que la salle de classe; l'utilisation d'aides de suppléance, comme le système de modulation de fréquence (MF); l'entraînement auditif par des logiciels ou des séances de thérapies; ainsi que des stratégies de communication employées par les enseignants, les parents ou les enfants qui ont des difficultés d'écoute.

Des améliorations ont été notées sur le plan des capacités de TA, de la mémoire, de l'attention, du langage ou du traitement neural des signaux acoustiques à l'aide de mesures comportementales ou électrophysiologiques (entre autres, Alonso & Schochat, 2009; Hassaan & Ibraheem, 2016; Kumar

et al., 2021; Lotfi et al., 2019; Melo et al., 2018; Reynolds et al., 2016; Sharma et al., 2012; Umat et al., 2011; Wilson et al., 2013).

La perception des parents et des enseignants quant aux changements reliés aux habiletés d'écoute dans la vie quotidienne suivant des interventions est souvent étudiée grâce à des questionnaires et des listes de vérification (Cameron et al., 2012; De Melo et al., 2018; Graydon et al., 2018; Jutras et al., 2015, 2019; Smart et al., 2018; Stavrinos et al., 2020). Ces outils permettent entre autres de documenter les changements sur le plan du comportement auditifs, des habiletés de communication, de la réussite scolaire et des habiletés d'écoute et, par conséquent, de mieux comprendre l'effet de l'intervention dans la vie quotidienne de l'enfant (Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012; Wilson, 2014). Ces questionnaires offrent de l'information pertinente et individualisée, mais ils ne permettent pas de ressortir les besoins et les défis perçus par l'enfant. De plus, certaines études ont noté un faible taux de réponses ou de retour des questionnaires par les enseignants (Johnston et al., 2009; Jutras et al., 2015; Stavrinos et al., 2020).

L'inventaire des difficultés d'écoute à l'école, *The Listening Inventory for Education – Revised* (LIFE-R; (Anderson et al., 2011) et l'inventaire des difficultés d'écoute à la maison, *Children's Home Inventory for Listening Difficulties* (CHILD; Anderson & Smaldino, 2000) sont des outils permettant de cerner les difficultés d'écoute perçues par les enfants. Cependant, ces outils ont d'abord été créés pour les enfants qui ont une hypoacousie, plutôt qu'un TTA (Anderson et al., 2011). En réalité, les difficultés vécues dans la vie quotidienne par ces deux populations peuvent être très différentes. L'outil LIFE (Anderson et al., 2011) et ses différentes adaptations sont couramment utilisés dans des études portant sur l'efficacité d'intervention chez des enfants ayant des difficultés de TA et les améliorations notées divergent selon les interventions étudiées

(Cameron et al., 2012; Graydon et al., 2018; Johnston et al., 2009; Smart et al., 2018; Tomlin & Vandali, 2019). La plupart des énoncés du LIFE portent sur des situations scolaires. Ce questionnaire n'explore pas les situations d'écoute en dehors de l'école. Selon la revue de la portée réalisée par Bigras et al. (2024), l'inventaire CHILD n'a pas été répertorié comme mesure de rendement à la suite d'interventions chez les enfants ayant un TTA. Par conséquent, il est difficile de déterminer si cet outil peut détecter des changements quant à la perception des enfants ayant un TTA de leurs difficultés d'écoute à la maison après une intervention.

Le but primaire des questionnaires disponibles n'est pas d'évaluer la perception des enfants sans hypoacousie de leurs difficultés d'écoute, d'établir des objectifs d'intervention pertinents pour eux ou de mesurer le changement à la suite d'une intervention. De plus, il n'existe pas de version validée connue de ces questionnaires en français canadien. Plusieurs questionnaires ont été créés dans le but de faire un dépistage du TTA (pour une liste de ces questionnaires, se référer à Wilson, 2014) ou d'identifier les symptômes observés et leur sévérité (Barry et al., 2015). D'autres questionnaires ont aussi été élaborés dans l'objectif de déterminer si la nature des difficultés auditives est reliée à des problèmes de traitement auditif ou à difficultés cognitivo-langagières, comme les questionnaires *Children's Listening and Processing Skills* (ECLiPS; Barry et al., 2015) et *Auditory Processing Domains Questionnaires* (APDQ; O'Hara & Mealings, 2018).

Afin de maintenir une approche d'intervention centrée sur les besoins de la personne, il importe de connaître et de cibler les situations les plus importantes à améliorer selon la personne vivant avec les incapacités. Ainsi, dans le cas d'enfants ayant des difficultés d'écoute ou de traitement auditif, un outil qui permettrait de cerner les situations d'écoute causant des problèmes, dans différents environnements, qui sont les plus importantes apparaît essentiel. Cet outil pourrait entre autres aider à déterminer des objectifs d'intervention individualisés et centrés sur les besoins

131 perçus par l'enfant et permettre de mesurer l'efficacité d'une thérapie (Law et al., 2019;
132 Organisation mondiale de la santé, 2001). Selon Law et al. (2019), les enfants seraient plus engagés
133 dans le processus de thérapie lorsqu'ils participent à l'établissement des objectifs d'intervention.
134 Les résultats obtenus à un questionnaire portant sur les difficultés perçues par l'enfant présentant
135 des incapacités pourraient compléter l'information recueillie auprès des parents et des
136 enseignants.

137 La mesure canadienne du rendement occupationnel (MCRO) (Law et al., 2019) est un outil utilisé
138 pour identifier des objectifs d'intervention prioritaires et individualisés, ainsi que pour mesurer les
139 changements à la suite d'une intervention. Dans un premier temps, la MCRO met en lumière les
140 activités quotidiennes problématiques qui sont les plus importantes pour la personne et sert ainsi
141 de base pour établir des objectifs d'intervention. Dans un deuxième temps, la personne ou son
142 proche aidant cote le rendement pour chacune des activités ciblées sur une échelle de 1 (toujours
143 difficile) à 10 (toujours facile), ainsi que leur satisfaction quant à ce rendement sur une échelle de
144 1 (pas satisfait du tout) à 10 (extrêmement satisfait). En demandant à la personne de remplir la
145 MCRO à la suite d'une intervention, il est possible de déterminer si des changements dans le
146 rendement ou la satisfaction sont observés pour chacune, ou l'ensemble, des activités ciblées. Des
147 mesures de rendement individualisées sont conçues pour évaluer si des changements, même
148 minimes, ont un effet significatif pour les personnes ou leurs proches aidants (Law et al., 2019).

149 La MCRO a originalement été créée comme un outil de mesure en ergothérapie. Or, depuis sa
150 création, elle a été utilisée dans différentes disciplines et études portant sur l'efficacité
151 d'intervention auprès de populations pédiatriques et adultes, et ce, dans plusieurs pays (Law et al.,
152 2019). Les objectifs d'intervention sont créés en fonction des activités de la vie quotidienne
153 identifiées par la MCRO.

154 Comme la MCRO porte sur toutes les activités de la vie quotidienne, il est possible que certaines
155 ne soient pas pertinentes pour une discipline ou un type d'intervention. Afin de créer des objectifs
156 d'intervention centrés sur les besoins des clients, mais également pertinents pour un type
157 d'intervention, Rezze et al. (2008) ont suggéré de créer un menu d'objectifs pour faciliter
158 l'administration de la MCRO. Dans leur étude portant, entre autres, sur la faisabilité et l'utilité
159 d'un menu d'objectifs pour évaluer l'efficacité de leur intervention auprès d'enfants ayant des
160 handicaps physiques, Rezze et ses collaborateurs (2008) ont créé un menu de 10 objectifs
161 particulièrement pertinents pour cette population et l'intervention étudiée. Les parents des
162 participants ont alors choisi les objectifs les plus importants en consultant le menu, et ont coté le
163 rendement et la satisfaction pour chacun de ces objectifs. Le menu d'objectif a simplifié le
164 processus de passation de la MCRO et facilité la sélection d'objectifs appropriés pour
165 l'intervention (Rezze et al., 2008).

166 Selon les auteurs de la MCRO, cet outil peut être utilisé avec les enfants, mais ils recommandent
167 d'adapter l'échelle de cotation de façon à ce qu'elle soit bien comprise par les enfants, en utilisant
168 un exemple ou des images de visages heureux ou triste pour les extrémités de l'échelle (Canadian
169 Occupational Performance Measure, 2014). Selon leur expérience clinique, Verkerk et al. (2021)
170 avancent que la MCRO peut être utilisée auprès d'enfants aussi jeunes que 8 ans (Verkerk et al.,
171 2021). D'ailleurs, l'inventaire LIFE montre que ce type d'échelle de mesure peut être utilisée avec
172 les enfants d'âge scolaire (Anderson et al., 2011). Notamment, dans l'étude de Purdy et coll.
173 (2018), l'outil *LIFE-UK* a été administré chez des enfants de 7 à 12 ans pour mesurer la perception
174 de leurs difficultés d'écoute en salle de classe. Cet outil utilise une échelle Likert et les auteurs ont
175 conclu à une bonne fiabilité interne (Purdy et al., 2018). Les conclusions de l'étude suggèrent que

les enfants d'âge scolaire peuvent coter le niveau de difficulté perçu dans différentes situations quotidiennes (Purdy et al., 2018).

Aucune étude portant sur l'efficacité d'intervention chez des enfants ayant des difficultés de TA n'a utilisé d'outil similaire à la MCRO dans le but d'inventorier les situations d'écoute les plus problématiques, telles que perçues par les enfants (Bigras et al., 2024). La MCRO demande à la personne d'identifier toutes les activités de la vie quotidienne qui sont problématiques pour elle, dont plusieurs ne font pas appel à des habiletés d'écoute. Mais, un outil similaire incluant un menu de situations d'écoute spécifiques permettrait de cerner celles causant le plus de problèmes et étant les plus importantes pour l'enfant, et par le fait même, d'établir des objectifs d'intervention pour améliorer l'écoute et de mesurer l'efficacité des interventions.

Le premier objectif de la présente étude était donc d'élaborer un questionnaire, soit le *Questionnaire des situations d'écoute difficiles* (QSED), qui inclut un menu de situations d'écoute typiques chez les enfants d'âge scolaire. Ce menu présente différentes situations d'écoute lors desquelles les enfants pourraient vivre des bris de communications et tient compte du fait que les enfants vivent dans des environnements différents, communiquent avec des gens différents et sont différents les uns des autres, comme le soutient la CIF (Organisation mondiale de la santé, 2001). Enfin, le second objectif était d'examiner la validité de contenu et la validité apparente du QSED.

2. Phase 1 – Élaboration du QSED et mesure de validité de contenu

Élaboration du QSED

Afin de créer un outil permettant d'identifier les situations d'écoute causant des problèmes et étant importantes ainsi que de mesurer l'effet d'une intervention chez des enfants francophones ayant des difficultés de TA, une recension des écrits a été réalisée. Cette recension des écrits visait à identifier les études interventionnelles portant sur les enfants ayant un TTA et d'en extraire les

199 questionnaires et les listes de vérification utilisés comme mesure de rendement afin de déterminer
200 si un outil existant répondait déjà aux besoins. Elle visait également à définir les domaines et les
201 situations d'écoute difficiles qui seront évalués par le nouvel outil. Dix bases de données ont été
202 consultées en utilisant les mots clés suivants : *auditory perceptual disorder**, *auditory processing*
203 *(disorder OR difficulty)*, *hearing in noise problem*, *child**. Des synonymes de ces mots clés ont été
204 utilisés également. La revue de la portée de Bigras et al. (2024) détaille la méthodologie employée
205 pour identifier les études.

206 Des questionnaires évaluant la perception des enseignants, des parents ou des enfants étaient
207 utilisés dans treize des études interventionnelles répertoriées. Un total de douze questionnaires et
208 listes de vérification ont été utilisés comme mesure de rendement dans ces treize études (voir
209 Annexe 1). Deux d'entre eux, soient la MHAVIE et le BASC-2, ne ciblaient pas spécifiquement
210 l'écoute ou les difficultés de TA, mais ont tout de même été consultés. Le chapitre de Wilson
211 (2014) sur les outils de dépistage du TTA a été consulté également. La recension des écrits a révélé
212 qu'aucun outil ne permet de répondre aux besoins, soit de déterminer les situations d'écoute les
213 plus importantes à améliorer selon la perception des enfants ayant des difficultés de TA, ni
214 d'évaluer leur rendement et leur satisfaction face à ces situations. De plus, les questionnaires
215 répertoriés n'ont pas été adaptés et validés en français du Canada, à l'exception de la MHAVIE,
216 un questionnaire francophone qui permet de coter le niveau de difficulté à effectuer diverses
217 activités de la vie quotidienne, incluant la communication (Fougeyrollas et al., 2001). Enfin, les
218 outils répertoriés et le chapitre de Wilson (2014) ont permis d'identifier les attributs à évaluer pour
219 ensuite générer des énoncés et concevoir l'outil.

220 Les difficultés d'écoute ou de communication sont influencées par les caractéristiques de quatre
221 domaines qui se chevauchent, c'est-à-dire l'émetteur, l'environnement, le message et le récepteur

222 (Tye-Murray, 2001). Ces quatre domaines ont guidé l'élaboration du menu de situations d'écoute
223 les plus typiques de la vie quotidienne, susceptibles de poser des défis particuliers chez les enfants
224 ayant un TTA ou des difficultés de TA. Le Tableau 3 définit les quatre domaines évalués par le
225 nouvel outil. La définition des domaines, considérés comme les piliers de la communication, a été
226 inspirée de Tye-Murray (2001) et soumise à une mesure de validité de contenu telle que décrite
227 dans la prochaine section. Pour chaque domaine défini, des énoncés représentant diverses
228 situations d'écoute ou de communication typique chez les enfants d'âge scolaire ont été générés,
229 et ce, en se basant sur les énoncés des outils de mesure répertoriés dans la recension des écrits. Un
230 total de 23 énoncés a été généré.

231 L'objectif de l'outil est de documenter les situations d'écoute et de communication causant des
232 problèmes pour les enfants francophones d'âge scolaire. En suivant le modèle de la MCRO (Law
233 et al., 2019) et en l'adaptant pour les enfants d'âge scolaire francophones, les 23 énoncés décrivant
234 des situations d'écoute de la vie quotidienne dans les quatre domaines ont été présentés à l'enfant.
235 Ces énoncés étaient accompagnés d'illustrations. Dans un premier temps, l'enfant indiquait s'il ou
236 elle avait de la difficulté ou non dans la situation décrite dans l'énoncé. Si l'enfant notait qu'il
237 avait de la difficulté dans la situation décrite par l'énoncé, il devait coter l'importance d'améliorer
238 cette situation d'écoute sur une échelle imagée de 1 à 10 (1 signifiant *aucune importance* et 10
239 signifiant *extrêmement important*). Dans un deuxième temps, après que chaque énoncé eut été
240 présenté, l'enfant cotait, sur une échelle imagée de 1 à 10, son rendement et sa satisfaction quant
241 à son rendement (1 signifie *toujours difficile/pas satisfait du tout* et 10 signifie *toujours*
242 *facile/extrêmement satisfait*), et ce, pour les cinq situations jugées les plus importantes. Cinq
243 situations ont été choisies afin de prioriser les difficultés les plus importantes parmi celles

identifiées et de concentrer les efforts thérapeutiques sur un nombre raisonnable d'objectifs (Law et al., 2019).

Comme il est connu que les parents et les enfants peuvent avoir des perceptions différentes sur les difficultés vécues, le parent cotait aussi le rendement de l'enfant dans les cinq situations d'écoute difficiles identifiées ainsi que sa satisfaction quant au rendement de l'enfant. En d'autres mots, pour chacune des cinq situations les plus importantes identifiées par l'enfant, une valeur de rendement et de satisfaction y a été aussi accordée par le parent. Un score total et une moyenne ont été calculés pour le rendement et la satisfaction selon la perception des enfants et des parents. Trois professeurs universitaires, dont deux en audiologie et une en ergothérapie, ont consulté et examiné l'outil afin de s'assurer que les définitions et les énoncés étaient cohérents avec les situations d'écoute typiques des enfants d'âge scolaire. Également, ils ont examiné chaque énoncé pour s'assurer qu'il soit facile à comprendre pour un enfant d'au moins 8 ans. Les domaines et les énoncés ont été révisés selon la rétroaction de ces trois professeurs.

Validation de contenu

La validité de contenu permet de vérifier si les éléments d'un outil de mesure, soit les énoncés, la modalité des réponses et les instructions, sont pertinents et représentatifs des domaines ou des construits évalués (Désormeaux-Moreau et al., 2020; Haynes et al., 1995; Lynn, 1986). La méthode présentée par Désormeaux-Moreau et al. (2020), inspirée de Lynn (1986) et de Polit et al. (2006, 2007) a été suivie pour évaluer la validité de contenu des items du QSED.

Méthodologie

Panel d'experts. Comme recommandé par Polit et al. (2007), un panel de 8 à 12 experts a été créé pour examiner la validité de contenu du QSED. Les experts étaient des professionnels travaillant

avec les enfants d'âge scolaire avec ou sans difficulté d'apprentissage ou de TA. Les caractéristiques des experts paraissent dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques du panel d'experts.

Profession (n)	Langue de travail (n)	TTA - Années d'expérience (moy., é.t.)	Pédiatrie – Années d'expérience (moy., é.t.)
Audiologiste (7)	Français (6) Français et anglais (1)	9 (± 6.5)	9.4 (± 5.6)
Orthophoniste (2)	Français (1) Anglais (1)	11.5 (± 0.7)	11.5 (± 0.7)
Enseignante au primaire/consultante en surdité (3)	Français (3)	10.7 (± 5.8)	17.7 (± 3.2)

Procédure. Les experts ont été contactés par l'entremise d'un courriel décrivant l'outil de mesure et la procédure de validation de contenu. La définition de chaque domaine et des difficultés de TA a été fournie aux experts. En utilisant une échelle ordinale à quatre niveaux (Désormeaux-Moreau et al., 2020; Polit & Beck, 2006), les experts ont évalué la représentativité et la clarté de chaque énoncé. La représentativité des énoncés renvoie à la définition de chacun des quatre domaines. Un énoncé est clair lorsqu'il est jugé facile à comprendre pour un enfant d'au moins 8 ans. Les énoncés sont jugés clairs ou représentatifs lorsqu'ils ont une cote de 3 ou 4 (Désormeaux-Moreau et al., 2020; Polit & Beck, 2006). Lorsqu'un expert donne une cote de 1, il ou elle juge que l'énoncé n'est pas clair ou pas représentatif (Désormeaux-Moreau et al., 2020). Une cote de 2 suggère que l'expert juge l'énoncé comme nécessitant des révisions majeures pour être clairs ou représentatifs du domaine évalué (Désormeaux-Moreau et al., 2020).

Finalement, les experts ont évalué l'exhaustivité du répertoire, c'est-à-dire qu'ils devaient déterminer si les énoncés et les domaines incluaient les situations d'écoute difficiles les plus courantes observées chez les enfants de plus de 8 ans qui ont des difficultés de TA. La rétroaction des experts a été demandée quant à la clarté et l'exhaustivité des définitions de chaque domaine et de l'outil en général. Ils pouvaient également ajouter ou supprimer des énoncés au besoin (Rubio et al., 2003). Un lien vers un questionnaire électronique leur était fourni. Leur rétroaction

288 qualitative a permis d'apporter des modifications à la définition des domaines, du TTA et des
289 difficultés d'écoute, le cas échéant.

290 Enfin, des indices de validité de contenu (IVC) ont été calculés pour la clarté et la représentativité
291 de chaque énoncé. L'IVC représente la proportion d'experts qui ont jugé l'énoncé comme étant
292 clair ou représentatif (cote de 4) ou nécessitant une révision mineure (cote de 3) (Lynn, 1986).

293 **Résultats**

294 **Calcul des IVC pour chaque énoncé (IVC-É).** Le nombre de 3 et de 4 attribué par les experts
295 pour l'énoncé évalué a été additionné puis divisé par le nombre total d'experts (N=12). Les IVC-
296 É pour la clarté et la représentativité sont présentés au Tableau 2.

297

Tableau 2 : Indice de validité de contenu de chaque énoncé (IVC-É) pour la clarté et la représentativité évaluées par les 12 experts.

Énoncés	Clarté		Représentativité	
	Nombre d'experts jugeant l'énoncé satisfaisant (cote 3 ou 4)	IVC-É	Nombre d'experts jugeant l'énoncé satisfaisant (cote 3 ou 4)	IVC-É
Énoncé 1.1	11	0.92	12	1.00
Énoncé 1.2	12	1.00	12	1.00
Énoncé 1.3	12	1.00	12	1.00
Énoncé 1.4	12	1.00	12	1.00
Énoncé 1.5	10	0.83	11	0.92
Énoncé 1.6	11	0.92	11	0.92
Énoncé 2.1	12	1.00	12	1.00
Énoncé 2.2	12	1.00	12	1.00
Énoncé 2.3	12	1.00	12	1.00
Énoncé 2.4	12	1.00	12	1.00
Énoncé 2.5	11	0.92	11	0.92
Énoncé 2.6	11	0.92	12	1.00
Énoncé 3.1	9	0.75	11	0.92
Énoncé 3.2	9	0.75	11	0.92
Énoncé 3.3	12	1.00	12	1.00
Énoncé 4.1	12	1.00	12	1.00
Énoncé 4.2	12	1.00	12	1.00
Énoncé 4.3	12	1.00	12	1.00
Énoncé 4.4	12	1.00	12	1.00
Énoncé 4.5	12	1.00	12	1.00
Énoncé 4.6	12	1.00	12	1.00
Énoncé 4.7	10	0.83	10	0.83
Énoncé 4.8	10	0.83	10	0.83
IVC-É moyen		0.94		0.97

Un seuil d'acceptabilité de 0,78 pour la représentativité et la clarté est recommandé lorsqu'un panel est formé de douze experts (Désormeaux-Moreau et al., 2020; Lynn, 1986; Polit et al., 2007). Ce seuil d'acceptabilité permet de pallier un accord entre experts qui pourrait être aléatoire ou dû au hasard. Pour les énoncés dont les IVC-É sont plus bas que 0.78, il est recommandé de les réviser ou même de les supprimer s'ils ont un IVC-É très bas. Les IVC-É variaient entre 0.75 et 1.00 pour la clarté et 0.83 et 1.00 pour la représentativité. À l'exception de deux énoncés (énoncés 3.1 et 3.2) jugés comme étant sous le seuil d'acceptabilité pour la clarté, les IVC-É obtenus pour le reste des énoncés (n=21) montrent qu'ils sont clairs pour des enfants de 8 ans. De plus, tous les énoncés ont atteint le seuil d'acceptabilité pour la représentativité du domaine évalué. Les deux énoncés qui n'ont pas atteint le seuil d'acceptabilité pour la clarté ont été supprimés. Les autres énoncés ont été reformulés en suivant les suggestions des experts.

Commentaires des experts. Les experts ont également fourni des commentaires sur la définition des domaines et sur l'exhaustivité de l'outil, de même que des suggestions pour bonifier la clarté

des énoncés. Les experts n'ont pas eu de commentaires à apporter aux définitions d'*émetteur* et d'*environnement*. Toutefois, pour la définition de *message*, un expert a recommandé de préciser que le message peut provenir d'écouteurs. Pour la définition de *récepteur*, un expert a suggéré de raccourcir la définition et un autre expert a suggéré d'ajouter que l'émetteur peut s'adresser à l'enfant directement ou indirectement comme dans une situation de groupe. Le tableau 3 présente les définitions, inspirée de Tye-Murray (2001) et qui ont été adaptées à la suite des suggestions des experts.

Tableau 3 : Domaines évalués par le questionnaire des situations d'écoute difficiles.

Domaine	Définition
Émetteur	L'émetteur est la personne ou le dispositif qui émet le message. Il peut s'agir, entre autres, d'un enseignant, d'un parent, d'un ami, de la télévision, d'une vidéo, de la radio. Il peut s'agir aussi des sons qu'on entend dans des écouteurs.
Environnement	L'environnement réfère aux caractéristiques ou aux types d'endroits où se trouvent le récepteur et l'émetteur. Par exemple, dans l'environnement, on peut retrouver des bruits ambiants, d'autres personnes qui parlent en même temps que l'émetteur, la distance de l'émetteur. Il peut être différent selon le contexte (social, éducatif, familial).
Message	Le message est l'information dite par l'émetteur (une personne qui parle ou le dispositif qui émet le message). Il s'agit de la façon dont le message (ou l'information dite) est construit. Cette information est caractérisée, entre autres, par le sujet de la conversation, les mots utilisés, la longueur du message, la langue utilisée.
Récepteur	Le récepteur est la personne qui a des difficultés d'écoute. C'est le récepteur qui reçoit les messages. Il joue un rôle actif dans la conversation puisqu'il écoute activement, s'adapte et fait valoir ses besoins. L'émetteur peut s'adresser directement au récepteur ou indirectement s'il s'adresse à un groupe dans lequel se retrouve le récepteur. Cette section a comme objectif de vérifier si le récepteur est proactif lorsqu'il vit un bris de communication.

En ce qui concerne l'exhaustivité de l'outil, les experts ont eu l'occasion de proposer des énoncés ou des domaines pertinents à ajouter ou même à retirer de l'outil. Un expert a indiqué « *Oui, je crois que les énoncés réussissent à rejoindre la plupart des situations d'écoute quotidiennes d'un enfant* ». Un autre expert a mentionné « *Wow super intéressant! Je crois que tu as bien ciblé les domaines. Étant donné que le visuel est tellement important, j'adore qu'une image soit présentée à l'enfant. Les quatre domaines et les énoncés sont pertinents* ». De plus, un expert a indiqué « *j'aime toujours demander à mes clients s'ils se sentent à l'aise de mentionner qu'ils n'ont pas bien saisi ou compris* » en suggérant d'ajouter ces détails aux énoncés du domaine *récepteur*.

Également, un expert a suggéré de peaufiner le domaine *message* puisqu'il « (...) *est le plus complexe des quatre. Il faudrait le retravailler pour bien tenir compte des caractéristiques du message plutôt que de l'environnement et de l'émetteur* ». En révisant les consignes de l'outil, un expert a suggéré d'expliquer à l'enfant la différence entre *écouter* et *comprendre*. Chaque commentaire a été considéré afin de bonifier les consignes de l'outil, les énoncés et les domaines. Chaque expert a suggéré des énoncés qui pourraient être ajoutés à la liste et celle-ci s'est vue augmenter à 37 énoncés. Les modifications mineures suggérées par les experts afin de rendre les énoncés plus clairs ont été prises en compte. Afin de vérifier si cette liste pourrait s'avérer trop détaillée ou longue, la version de l'outil avec 37 énoncés a été pilotée auprès d'un enfant de 10 ans n'ayant pas de difficulté d'écoute et d'apprentissage (Hall et al., 2018). Puisque le temps de passation dépassait 30 minutes, l'enfant se désintéressait de la tâche et ne l'a pas terminée. En s'inspirant d'outils d'auto-évaluation déjà existants, dont le LIFE-R (Anderson et al., 2011), le nombre d'énoncés a été diminué à 16 en prenant soin de choisir les énoncés pour lesquels les experts avaient évalué la clarté et la représentativité. Cette version de l'outil a été soumise à une évaluation de sa validité apparente lors d'essais sur le terrain, correspondant à la phase 2 de l'étude.

3. Phase 2 – Essais sur le terrain (validité apparente)

La phase 2 de cette étude visait la mesure de la validité apparente de l'outil. Selon Hall et al. (2018), la validité apparente peut être vérifiée en administrant l'outil auprès d'un groupe représentatif de la population ciblée pour vérifier si la formulation des instructions et des énoncés est claire, et que le format, la longueur et le temps nécessaire pour répondre au questionnaire sont appropriés.

La phase 2 du projet a été préalablement approuvée par le Bureau d'éthique et d'intégrité de la recherche de l'Université d'Ottawa (#H-11-18-926). Le consentement à participer a été donné par

les parents des participants au moyen d'un formulaire de consentement. Un formulaire d'assentiment a été lu aux enfants afin d'obtenir leur accord pour participer à la recherche. Le recrutement a été effectué par le biais d'annonces sur les réseaux sociaux et dans l'entourage de la chercheuse principale ainsi que dans les centres communautaires.

Méthodologie

Participants. Dix enfants âgés de 8,0 ans à 11,9 ans (moy. = 10,0 ans; é.t. = 1,6 an; médiane = 9,7 ans) ont été recrutés. Selon les parents, leur enfant n'avait pas de difficulté à entendre dans le silence ou dans le bruit. Aucun enfant n'avait de conditions otologiques au moment de l'étude. Toutefois, quatre enfants avaient une histoire d'otites, dont trois ayant eu des tubes transtympaniques. Aucun enfant n'avait de difficultés scolaires ou de concentration ou de diagnostic de trouble du langage, de TDAH ou d'apprentissage. Tous les enfants parlaient majoritairement le français à la maison et huit enfants parlaient également l'anglais. La langue de scolarisation des enfants était le français. Aucun enfant n'avait subi un traumatisme crânien, de troubles développementaux, cognitifs ou neurologiques aux dires des parents.

Procédure. La collecte de données a été effectuée par la première auteure au domicile des participants ou en visioconférence, selon la préférence des parents. Les 16 énoncés et les échelles de mesure du QSED ont été présentés à l'aide d'une présentation PowerPoint (voir les Annexes 2 et 3 pour les images et les échelles présentées). Les énoncés et une image représentant la situation apparaissaient sur l'écran d'un ordinateur portable (MacBook Air). Pour chaque énoncé, l'enfant indiquait s'il était facile ou moins facile d'écouter ou de comprendre dans la situation décrite. Lorsque l'enfant notait que la situation était moins facile, il cotait sur une échelle de 1 à 10 l'importance d'améliorer cette situation. Ensuite, pour les cinq énoncés les plus importants,

l'enfant a coté sur une échelle de 1 à 10 son rendement et sa satisfaction par rapport à son rendement.

Pour évaluer la validité apparente de l'outil, un questionnaire évaluant les questionnaires, soit le QQ-10 (*Questionnaire Assessing Questionnaires*) a été présenté à l'enfant et au parent (Moores et al., 2012). Ce questionnaire a été développé et validé par Moores et al. (2012) et permet de mesurer quantitativement la validité apparente d'outils cliniques, soit l'opinion des utilisateurs adultes (Moores et al., 2012). Pour la présente étude, une adaptation et traduction maison en français du QQ-10 a été utilisée étant donné que les participants étaient des enfants francophones (voir le Tableau 4). Le questionnaire QQ-10 comprend neuf énoncés permettant de mesurer l'utilité et le fardeau du questionnaire à l'étude et une question d'opinion générale. Pour l'utilité de l'outil, les énoncés visent la communication, la facilité d'utilisation, l'exhaustivité, l'agrément et l'enthousiasme à répéter le questionnaire. Pour la présente étude, la question du QQ-10 portant sur la pertinence pour la condition ciblée, soit le TTA dans le cas du QSED, n'a pas été présentée puisque les enfants avaient tous un développement neurotypique. Pour ce qui est du fardeau, les énoncés visaient la longueur et la complexité du questionnaire ainsi que l'embarras et le bouleversement. Enfin, à la dernière question (Q10), l'enfant et le parent étaient invités à donner leur opinion sur le QSED et à suggérer l'ajout ou le retrait d'énoncés ou des illustrations.

Tableau 4 : Domaines et items évalués par le questionnaire QQ-10 (Moore et al., 2012) et les questions adaptées et traduites en français.

Domaine évalué	Item	Question
Utilité	Communication	Q1. Le questionnaire aidera les enfants à communiquer les difficultés d'écoute ou de compréhension qu'ils vivent dans leur journée.
	Facilité d'utilisation	Q2. Le questionnaire est facile à remplir.
	Exhaustivité	Q3. Le questionnaire contient toutes les situations d'écoute importantes pour un enfant de 8 à 12 ans.
	Agrément	Q4. J'ai aimé remplir le questionnaire.
	Enthousiasme à répéter	Q5. Je serais content de remplir le questionnaire encore une fois dans l'avenir.
Fardeau	Longueur	Q6. Le questionnaire était trop long.
	Embarras/gêne	Q7. Le questionnaire était trop gênant (« embarrassant ») à répondre.
	Complexité	Q8. Le questionnaire était trop compliqué.
	Bouleversement	Q9. Le questionnaire m'a rendu triste ou fâché.
Autre	Opinion générale	Q.10 As-tu des suggestions ou des commentaires pour améliorer le questionnaire? Veux-tu ajouter une situation? Est-ce que les photos représentent bien les énoncés?

Les enfants et les parents ont répondu individuellement aux items de la version adaptée en français du QQ-10, en utilisant une échelle Likert à cinq niveaux allant de *pas du tout d'accord* (1) à *extrêmement d'accord* (5). Les scores bruts de chaque question ont été transformés sur une échelle de 0 à 100 (0 étant pas d'accord du tout et 100 étant extrêmement d'accord). La moyenne et les écarts-types pour les scores d'utilité et de fardeau ont été calculés.

Les énoncés du QSED ont été adaptés selon les réponses des enfants et des parents au questionnaire QQ-10.

Résultats

Les résultats obtenus au questionnaire QQ-10 (version adaptée en français) sont rapportés dans le Tableau 5. La moyenne et l'écart-type obtenus aux questions 1 à 9 par les enfants (n=10) et par les parents (n=6) y sont présentés.

Tableau 5 : Résultats obtenus auprès des enfants et des parents au questionnaire QQ-10 (traduit et adapté de Moores et al., 2012).

Énoncé (Q)	Moyenne (é.t.) des cotes pour chaque question (Échelle 0-100)	
	Enfants (n=10)	Parents (n=6)
Communication (Q1)	85.0 (12.9)	83.3 (12.9)
Facilité d'utilisation (Q2)	77.5 (18.5)	66.7 (30.3)
Exhaustivité (Q3)	82.5 (12.1)	62.5 (30.6)
Agrément (Q4)	75.0 (20.4)	91.7 (12.9)
Enthousiasme à répéter (Q5)	65.0 (29.3)	100.0 (0.0)
Utilité (Moyenne)	77.0 (20.1)	80.8 (24.3)
Longueur (Q6)	32.5 (23.7)	12.5 (13.7)
Embarras/gêne (Q7)	25.0 (26.4)	0.00 (0.00)
Complexité (Q8)	27.5 (29.9)	25.0 (22.4)
Bouleversement (Q9)	7.5 (18.9)	0.00 (0.00)
Fardeau (Moyenne)	23.1 (25.6)	9.4 (16.2)

Il n'y a pas de balises connues pour déterminer si un questionnaire est utile ou non, ou s'il est un fardeau ou non. Cependant, il est attendu que plus les moyennes pour le domaine de l'utilité sont élevées, plus le questionnaire est perçu comme étant utile, tandis que des moyennes plus basses pour le domaine du fardeau indiquent qu'il est perçu comme moins négatif (Khan et al., 2021; Vij et al., 2014). Notamment, dans l'étude de Khan et al. (2021), les items de fardeau ayant une moyenne de 15 ont été considérés comme présentant un faible fardeau. En revanche, les items d'utilité ayant des moyennes de 83 à 86 ont été jugés comme ayant une utilité élevée (Khan et al., 2021).

Les moyennes pour les réponses des enfants et des parents se sont avérées plus élevées pour l'utilité (toutes supérieures à 62.5) que pour le fardeau (32.5 et moins auprès des enfants, et 25 et moins auprès des parents). Plus spécifiquement, la facilitation à communiquer les situations d'écoute les plus difficiles et l'exhaustivité du menu étaient les items ayant les moyennes les plus élevées chez les enfants. Pour les parents, l'enthousiasme à répéter le questionnaire, l'agrément et la communication étaient les items ayant les moyennes les plus élevées. La moyenne générale pour le domaine de l'utilité était relativement similaire pour les enfants et pour les parents (77% et 80.8% respectivement). Pour les items du domaine du fardeau, les moyennes obtenues auprès des

parents étaient plus basses que celles obtenues auprès des enfants. La moyenne obtenue pour l’item concernant la longueur était la plus élevée pour les enfants et celle de l’item portant sur la complexité, pour les parents.

Les parents et les enfants ont offert des commentaires constructifs pour améliorer le QSED (voir Tableau 6). Les suggestions offertes par les parents portaient sur des situations d’écoute à ajouter ou des détails pour améliorer les situations décrites. Tant les enfants que les parents ont noté que certains mots ou certaines formulations pourraient être difficiles à comprendre.

Tableau 6 : Commentaires des enfants et des parents concernant la version originale du QSED.

Commentaires positifs	Commentaires négatifs
Enfants	Enfants
• <i>Je n’ai pas compris certaines questions lorsqu’elles ont été lues [par la chercheure principale], mais j’ai compris en les relisant par moi-même.</i> • <i>Je trouve que ça couvre toutes les situations qui pourraient être difficiles pour les enfants dans une journée.</i>	• <i>Je n’ai pas compris le mot « parascolaire ».</i> • <i>Vers la fin, je pensais à autre chose, donc c’était un peu long.</i>
Parents	Parents
• <i>Super!</i> • <i>À mon avis, il est convenable pour la tranche d’âge visé puisqu’il est possible pour l’intervenant (ou le parent) de clarifier certains mots si l’enfant ne les comprend pas.</i>	• <i>J’ai trouvé que la formulation de la dernière question se répondait moins bien avec « facile/difficile ».</i> • <i>Ajouter l’heure du dîner et le service de garde dans la catégorie « Environnement »</i> • <i>Il manque écouter la télévision dans les situations.</i> • <i>Je pourrais voir que le vocabulaire ou la formulation de certaines questions pourraient être difficiles à comprendre pour certains enfants.</i>

Le vocabulaire utilisé dans les énoncés a été peaufiné à la suite des commentaires des enfants et des parents. Il n’y a pas de situation qui a été ajoutée à la version finale du questionnaire. Aucune situation n’a été retirée puisque la durée du questionnaire n’a pas été jugée trop longue par l’ensemble des enfants et des parents, mais les réponses individuelles suggèrent qu’il pourrait être long ou complexe pour certains enfants.

En somme, suivant les résultats obtenus au questionnaire QQ-10 et la rétroaction des enfants et leurs parents, le QSED a été généralement perçu par les enfants et les parents comme étant utile

pour repérer les situations d'écoute les plus difficiles tout en n'étant pas trop inconfortable pour les enfants.

4. Discussion

La présente étude décrit les différentes étapes qui ont mené à l'élaboration du QSED, incluant la validation de contenu et la validation apparente. Des experts ont validé la pertinence des quatre piliers de la communication et des diverses situations d'écoute du questionnaire. Bien que les experts aient suggéré l'ajout de plusieurs situations d'écoute pour les enfants d'âge scolaire (phase 1), la liste se serait avérée trop longue. Cependant, les suggestions des experts ont permis de développer un répertoire de situations d'écoute qui pourrait être utilisé lors d'adaptations du QSED selon les besoins cliniques, tels que le type de population et les buts de l'intervention. Ces énoncés pourraient être soumis ultérieurement à différentes mesures de validation. En somme, les experts ont appuyé l'utilité clinique et l'exhaustivité du QSED. Selon eux, les énoncés étaient clairs et représentatifs pour la population visée.

Pour ce qui est de l'évaluation de la validité apparente, le QSED a été présenté à des enfants d'âge scolaire ayant un développement neurotypique et aucune difficulté auditive. Cette étape du processus a permis de vérifier si le vocabulaire utilisé, les échelles de mesure et les consignes étaient appropriés pour les enfants d'âge scolaire, comme recommandé par Hall et al. (2018). Les parents ont également donné de la rétroaction sur le QSED. Celui-ci a été jugé comme étant utile et ne créant pas un fardeau pour les enfants. Bien qu'il puisse être long pour certains enfants, il ne l'est pas pour la majorité. Les participants ont noté que le QSED permet de communiquer les situations d'écoute et de communication qui pourraient être les plus difficiles pour les enfants. Enfin, les échelles de mesure accompagnées d'images ont été utilisées et comprises par les enfants. De plus, les enfants et les parents ont rapporté que la passation du QSED était une bonne

483 expérience en général, ce qui concorde avec les résultats des études sur la reproductibilité des
484 scores à la MCRO (Verkerk et al., 2006) et l'utilité de la MCRO (Verkerk et al., 2021). L'étude
485 de Verkerk et al. (2006) a également noté que la majorité des parents d'enfant ayant divers
486 handicaps ont rapporté être à l'aise lors de la passation de la MCRO et que celle-ci était utile
487 (Verkerk et al., 2006).

488 Les résultats de la présente étude suggèrent que les enfants sont capables d'identifier des situations
489 causant des problèmes qui sont importantes pour eux et de noter leur rendement et leur satisfaction
490 quant à leur rendement. La perception des enfants peut s'avérer différente de celles de leurs
491 parents, mais leur opinion est valide et peut être très utile dans le processus thérapeutique (Sturges
492 et al., 2002). Il importe toutefois d'utiliser un vocabulaire approprié et concret particulièrement
493 pour les enfants plus jeunes (Sturges et al., 2002). Par exemple, dans le cas du QSED, il peut
494 s'agir de présenter un exemple simple pour aider les enfants à bien évaluer ce qui est facile ou
495 difficile à réaliser afin qu'ils puissent se pratiquer à coter leur rendement. De plus, l'utilisation de
496 synonymes pour certains mots peut être bénéfique (par exemple, utiliser *coach* au lieu d'*entraîneur*
497 lorsqu'on parle d'une situation d'écoute lors d'un cours de natation).

498 Des mesures employant des échelles de type Likert doivent être utilisées avec précaution auprès
499 des enfants puisque des énoncés abstraits et des échelles numériques peuvent entraîner des
500 réponses moins précises (Mellor & Moore, 2014). Dans l'étude de Alan & Atalay Kabasakal
501 (2020), des élèves de deuxième et troisième années ont rempli un questionnaire sur l'attachement
502 à l'école en utilisant des échelles de type Likert à deux, trois et quatre options de réponses. Les
503 enfants ont répondu au questionnaire à deux reprises, avec un intervalle de trois semaines entre les
504 mesures. Les coefficients de fidélité entre les deux temps de mesures avaient augmenté avec le
505 nombre de choix de réponse (Alan & Atalay Kabasakal, 2020). Bien que la fidélité tende à

506 s'améliorer avec l'augmentation du nombre de choix de réponses dans une échelle de mesure, cet
507 effet atteint un point de saturation au-delà duquel les gains en fidélité deviennent négligeables
508 (Borgers et al., 2004). Plus précisément, la fiabilité des réponses augmente avec le nombre
509 d'options jusqu'à six, mais au-delà de sept options, la fiabilité commence à diminuer (Borgers et
510 al., 2004). En parallèle, l'augmentation du nombre d'options de réponse entraîne une plus grande
511 différence entre les mesures prises à deux moments différents, car plus d'options permettent une
512 plus grande variabilité des réponses chez un même participant. En tenant compte de ces
513 observations, il semble que pour les questionnaires destinés aux enfants, proposer environ quatre
514 options de réponse soit optimal pour équilibrer la fiabilité et la cohérence des réponses (Borgers
515 et al., 2004).

516 Il est donc possible que l'échelle du QSED offre trop de choix de réponses (soit de 1 à 10), ce qui
517 aurait pourrait introduire de la variabilité. Cette variabilité potentielle pourrait limiter la cohérence
518 des réponses, ce qui doit être pris en compte lors de l'utilisation de cet outil.

519 Une des prochaines étapes dans la validation du QSED est donc d'explorer sa stabilité test-retest.
520 La fidélité test-retest de la MCRO a déjà été étudiée chez diverses populations adultes ou des
521 parents. Les études recensées par Law et al. (2019, p. 23) suggèrent que la fidélité test-retest de la
522 MCRO est en général bonne. Toutefois, dans l'étude de Verkerk et al. (2006), les auteurs ont
523 conclu à un accord de 80% sur les problèmes importants identifiés par les parents lors de la
524 première et de la deuxième mesure. Ils expliquent ce changement par le fait que les parents ont
525 réfléchi aux objectifs identifiés lors de la première évaluation et que cette réflexion les a amenés à
526 modifier les objectifs ou coter le rendement et la satisfaction différemment lors de la deuxième
527 mesure (Verkerk et al., 2006). Comme c'est le cas avec les questionnaires d'auto-évaluation, un
528 recalibrage est possible (Schwartz et al., 2007; Verkerk et al., 2006). La recalibration peut se

produire soit en raison d'une meilleure compréhension ou d'une prise de conscience du phénomène évalué, soit à cause d'un changement de perspective. Ce détail rappelle que pour certains enfants, évaluer leur propre rendement peut être une tâche vague ou abstraite.

Une autre étape est d'examiner si le QSED est sensible aux changements. Les études portant sur les interventions chez les enfants qui ont des difficultés de TA utilisent, pour la plupart, des mesures comportementales évaluant les habiletés de TA, langagières, scolaires ou cognitives afin de noter s'il y a des changements à la suite d'intervention. Toutefois, ces outils pourraient ne pas mesurer des changements qui sont significatifs et importants pour les enfants ou les parents (Crosby et al., 2003). Le QSED tente de répondre à ce besoin en incluant les enfants dans l'identification des situations d'écoute difficiles pour eux. Il est également possible d'effectuer le QSED pendant les séances d'intervention afin de noter les progrès au cours de la thérapie, ce qui n'est pas démontré lors des mesures de rendement effectuées seulement avant et après l'intervention (Cameron et al., 2012; Jutras et al., 2015, 2019).

La présente étude comporte certaines limites. Le nombre de participants utilisé pour explorer la validité apparente était très petit et composé d'enfants avec un développement neurotypique, ce qui pourrait ne pas refléter adéquatement les difficultés d'écoute des enfants d'âge scolaire avec difficultés de TA. Un autre point important est que l'étude n'a pas inclus d'enfants plus âgés, ce qui limite la généralisation des résultats. Il serait pertinent de valider le questionnaire auprès d'enfants plus âgés et d'enfants ayant des difficultés d'apprentissage ou de traitement auditif afin d'en assurer la pertinence au-delà du groupe consulté dans cette étude.

5. Conclusion

Cette étude présente les différentes étapes ayant conduit à l'élaboration du QSED, notamment la conceptualisation des domaines et des énoncés du QSED, ainsi que l'évaluation de la validité de

552 contenu et de la validité apparente. Selon des experts, la liste des énoncés est claire et
553 représentative des situations d'écoute des enfants d'âge scolaire. De plus, le QSED a été jugé utile
554 par les experts (audiologistes, orthophonistes et enseignants), ainsi que les enfants et les parents.
555 L'évaluation de la validité apparente montre que, selon certains enfants, l'outil pouvait sembler
556 long, mais il n'était pas qualifié de fardeau. Le QSED est un outil innovant pour l'intervention
557 auprès d'enfants ayant des difficultés d'écoute. Il tient compte du point de vue de l'enfant en lui
558 offrant la possibilité d'exprimer ses besoins et ses objectifs face à l'intervention.

559 **Remerciements :** Les auteures tiennent à exprimer leur profonde gratitude au Professeur Benoît
560 Jutras pour ses commentaires et sa préciseuse rétroaction sur le manuscrit et l'élaboration du projet.
561 Les auteures souhaitent également remercier Caryn Bursch, Josée Lemaire, Catherine Belzile,
562 ainsi que le Conseil scolaire de district catholique de l'Est ontarien, en particulier Isabelle Arcand
563 et Charlotte Laflèche, pour leur soutien inestimable lors du recrutement des participants. Aux
564 enfants qui ont participé au projet, les auteures expriment leur plus profonde reconnaissance. Elles
565 remercient également les parents des enfants, dont la collaboration a été essentielle.

566 **Déclaration de conflits d'intérêts :** Les auteures déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

567

6. Références

- Alan, Ü., & Atalay Kabasakal, K. (2020). Effect of number of response options on the psychometric properties of Likert-type scales used with children. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 100895. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100895>
- Alonso, R., & Schochat, E. (2009). The efficacy of formal auditory training in children with (central) auditory processing disorder : Behavioral and electrophysiological evaluation. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 75(5), 726-732.
- American Speech-Language-Hearing Association. (2005). *Central auditory processing disorder*. American Speech-Language-Hearing Association. [https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20\(2005\)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization](https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20(2005)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization)
- Anderson, K., L., & Smaldino, J., J. (2000). *Children's Home Inventory for Listening Difficulties*. https://successforkidswithhearingloss.com/wp-content/uploads/2017/09/child_questionnaire.pdf
- Anderson, K., L., Smaldino, J., J., & Spangler, C. (2011). *Listening Inventory for Education—Revised*. <https://teachertoolstakeout.com/0099-observation-checklists>
- Anderson, Karen. (1989). *Screening Instrument for Targeting Educational Risk (SIFTER)*. Tampa, FL: The Educational Audiology Association.
- Bamiou, D.-E., Campbell, N., & Sirimanna, T. (2006). Management of auditory processing disorders. *Audiological Medicine*, 4(1), 46-56. <https://doi.org/10.1080/16513860600630498>

- Barry, J. G., Tomlin, D., Moore, D. R., & Dillon, H. (2015). Use of questionnaire-based measures in the assessment of listening difficulties in school-aged children. *Ear and Hearing*, 36(6), e300-e313. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000180>
- Bellis, T. J. (2014). The nature of central auditory processing disorder. In *Handbook of Central Auditory Processing Disorder. Auditory Neuroscience and Diagnosis*. (Second Edition, Vol. 1, p. 211-230). Plural Publishing Inc.
- Bigras, J., Lagacé, J., El Mawazini, A., & Lessard-Dostie, H. (2024). Interventions for school-aged children with auditory processing disorder : A scoping review. *Healthcare*, 12(12), 1161. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121161>
- Borgers, N., Hox, J., & Sikkels, D. (2004). Response effects in surveys on children and adolescents : The effect of number of response options, negative wording, and neutral mid-point. *Quality & Quantity*, 38(1), 17-33. <https://doi.org/10.1023/B:QUQU.0000013236.29205.a6>
- British Society of Audiology. (2011). *Practice Guidance, An overview of current management of auditory processing disorder (APD)*. British Society of Audiology. <https://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2023/10/Current-APD-Management-2.pdf>
- Cameron, S., Dillon, H., Glyde, H., Kanthan, S., & Kania, A. (2014). Prevalence and remediation of spatial processing disorder (SPD) in Indigenous children in regional Australia. *International Journal of Audiology*, 53(5), 326-335. CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2013.871388>

611 Cameron, S., Glyde, H., & Dillon, H. (2012). Efficacy of the LiSN & Learn auditory training
 612 software : Randomized blinded controlled study. *Audiology Research*, 2(1), 86-93.
 613 <https://doi.org/10.4081/audiores.2012.e15>

614 Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and
 615 Audiology. (2012). *Canadian guidelines on auditory processing disorder in children
 616 and adults : Assessment and intervention*. 83. Canadian Interorganizational Steering
 617 Group for Speech-Language Pathology and Audiology.

618 Canadian Occupational Performance Measure. (2014). Using the COPM with Children.
 619 *COPM*. <https://www.thecopm.ca/advanced/using-the-copm-with-children/>

620 Christmann, C. A., Lachmann, T., & Steinbrink, C. (2015). Evidence for a general auditory
 621 processing deficit in developmental dyslexia from a discrimination paradigm using
 622 speech versus nonspeech sounds matched in complexity. *Journal of Speech,
 623 Language, and Hearing Research*, 58(1), 107-121.
 624 https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-L-14-0174

625 Crosby, R. D., Kolotkin, R. L., & Williams, G. R. (2003). Defining clinically meaningful
 626 change in health-related quality of life. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56(5),
 627 395-407. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(03\)00044-1](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(03)00044-1)

628 De Melo, Â., Mezzomo, C. L., Garcia, M. V., & Biaggio, E. P. V. (2018). Computerized
 629 auditory training in students : Electrophysiological and subjective analysis of
 630 therapeutic effectiveness. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 22(1),
 631 23-32. Scopus. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1600121>

632 Désormeaux-Moreau, M., Naud-Lepage, G., & Drolet, M.-J. (2020). Assurer la validité de
 633 contenu lors du développement d'un outil d'évaluation : Soutenir l'ergothérapeute pas

634 à pas. *Revue Francophone de Recherche en Ergothérapie*, 6(2), Article 2.
635 <https://doi.org/10.13096/rfre.v6n2.178>

636 Dockrell, J. E., & Shield, B. M. (2006). Acoustical barriers in classrooms : The impact of
637 noise on performance in the classroom. *British Educational Research Journal*, 32(3),
638 509-525. <https://doi.org/10.1080/01411920600635494>

639 Ferguson, M. A., Hall, R. L., Riley, A., & Moore, D. R. (2011). Communication, listening,
640 cognitive and speech perception skills in children with auditory processing disorder
641 (APD) or specific language impairment (SLI). *Journal of Speech, Language &*
642 *Hearing Research*, 54(1), 211-227. Communication Source.

643 Fisher, L.I. (1976). *Fisher's Auditory Problems Checklist*. Tampa, FL: The Educational
644 Audiology Association.

645 Fougereyrollas, P., Noreau, L., & Lepage, C. (2001). *La mesure des habitudes de vie adaptée*
646 *aux enfants de 5 à 13 ans. Instrument détaillé (MHAVIE-Enfant)*. Québec, Canada :
647 Réseau international sur le processus de production du handicap. Québec, Canada:
648 Réseau international sur le processus de production du handicap.

649 Gatehouse, S., & Noble, W. (2004). The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale
650 (SSQ). *International Journal of Audiology*, 43(2), 85-99.
651 <https://doi.org/10.1080/14992020400050014>

652 Gohari, N., Dastgerdi, Z. H., Rouhbakhsh, N., Afshar, S., & Mobini, R. (2023). Training
653 programs for improving speech perception in noise : A review. *Journal of Audiology*
654 *and Otology*, 27(1), 1-9. <https://doi.org/10.7874/jao.2022.00283>

655 Graydon, K., Van Dun, B., Tomlin, D., Dowell, R., & Rance, G. (2018). Remediation of
656 spatial processing disorder (SPD). *International Journal of Audiology*, 57(5),
657 376-384. <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1431403>

658 Hall, D. A., Zaragoza Domingo, S., Hamdache, L. Z., Manchaiah, V., Thammaiah, S., Evans,
659 C., Wong, L. L. N., & On behalf of the International Collegium of Rehabilitative
660 Audiology and TINnitus Research NETwork. (2018). A good practice guide for
661 translating and adapting hearing-related questionnaires for different languages and
662 cultures. *International Journal of Audiology*, 57(3), 161-175.
663 <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1393565>

664 Hassaan, M. R., & Ibraheem, O. A. (2016). Auditory training program for Arabic-speaking
665 children with auditory figure-ground deficits. *International Journal of Pediatric*
666 *Otorhinolaryngology*, 83(4), 160-167. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.02.003>

667 Haynes, S. N., Richard, D. C. S., & Kubany, E. S. (1995). Content Validity in Psychological
668 Assessment : A Functional Approach to Concepts and Methods. *Psychological*
669 *Assessment*, 7(3), 238-247.

670 Howard, C. S., Munro, K. J., & Plack, C. J. (2010). Listening effort at signal-to-noise ratios
671 that are typical of the school classroom. *International Journal of Audiology*, 49(12),
672 928-932. <https://doi.org/10.3109/14992027.2010.520036>

673 Johnston, K. N., John, A. B., Kreisman, N. V., Hall III, J. W., & Crandell, C. C. (2009).
674 Multiple benefits of personal FM system use by children with auditory processing
675 disorder (APD). *International Journal of Audiology*, 48(6), 371-383. Education
676 Source.

677 Jutras, B., Lafontaine, L., East, M.-P., & Noël, M. (2019). Listening in noise training in
678 children with auditory processing disorder : Exploring group and individual data.
679 *Disability and Rehabilitation*, 41(24), 2918-2926.
680 <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1482377>

681 Jutras, B., Owliaey, M., Gagnon, M., & Phoenix, C. (2015). Impact de l'entraînement auditif
682 sur les habiletés d'écoute dans le bruit des enfants ayant un trouble de traitement
683 auditif : Résultats d'une étude pilote. *Canadian Journal of Speech-Language*
684 *Pathology & Audiology*, 39(4), 346-361. CINAHL.

685 Khan, Z. M., Kershaw, V., Madhuvrata, P., Radley, S. C., & Connor, M. E. (2021). Patient
686 experience of telephone consultations in gynaecology : A service evaluation. *BJOG:*
687 *An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 128(12), 1958-1965.
688 <https://doi.org/10.1111/1471-0528.16771>

689 Kuk, F., Jackson, A., Keenan, D., & Lau, C.-C. (2008). Personal amplification for school-age
690 children with auditory processing disorders. *Journal of the American Academy of*
691 *Audiology*, 19(6), 465-480. Scopus. <https://doi.org/10.3766/jaaa.19.6.3>

692 Kumar, P., Singh, N. K., & Hussain, R. O. (2021). Effect of speech in noise training in the
693 auditory and cognitive skills in children with auditory processing disorders.
694 *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 146(gs2, 8003603), 110735.
695 <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110735>

696 Law, M. C., Baptiste, S., Carswell, A., McColl, M. A., Polatajko, H. J., & Pollock, N.
697 (2019). *Canadian occupational performance measure* (5th edition-revised.). COPM.

698 Law, M. C., Baptiste, S., McColl, M., Opzoomer, A., Polatajko, H., & Pollock, N. (1990).
699 The Canadian Occupational Performance Measure : An outcome measure for

700 occupational therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 57(2), 82-87.
 701 <https://doi.org/10.1177/000841749005700207>

702 Loo, J. H. Y., Rosen, S., & Bamiou, D.-E. (2016). Auditory training effects on the listening
 703 skills of children with auditory processing disorder. *Ear and Hearing*, 37(1), 38-47.
 704 <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000225>

705 Lotfi, Y., Moosavi, A., Zamiri Abdollahi, F., & Bakhshi, E. (2019). Auditory lateralization
 706 training effects on binaural interaction component of middle latency response in
 707 children suspected to central auditory processing disorder. *Indian Journal of*
 708 *Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 71(1), 104-108.
 709 <https://doi.org/10.1007/s12070-018-1263-1>

710 Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*,
 711 35(6), 382-386. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>

712 Mellor, D., & Moore, K. A. (2014). The use of Likert scales with children. *Journal of*
 713 *Pediatric Psychology*, 39(3), 369-379. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jst079>

714 Moore, D. R., Ferguson, M. A., Edmondson-Jones, A. M., Ratib, S., & Riley, A. (2010).
 715 Nature of auditory processing disorder in children. *Pediatrics*, 126(2), e382-e390.
 716 <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2826>

717 Moores, K. L., Jones, G. L., & Radley, S. C. (2012). Development of an instrument to
 718 measure face validity, feasibility and utility of patient questionnaire use during health
 719 care : The QQ-10. *International Journal for Quality in Health Care*, 24(5), 517-524.
 720 <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzs051>

721 O'Hara, B., & Mealings, K. (2018). Developing the auditory processing domains
 722 questionnaire (APDQ) : A differential screening tool for auditory processing disorder.

723 *International Journal of Audiology*, 57(10), 764-775.

724 <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1487087>

725 Organisation mondiale de la santé. (2001). *Classification internationale du fonctionnement,*

726 *du handicap et de la santé : CIF*. Organisation mondiale de la santé.

727 Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index : Are you sure you know

728 what's being reported? critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*,

729 29(5), 489-497. <https://doi.org/10.1002/nur.20147>

730 Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content

731 validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30(4),

732 459-467. <https://doi.org/10.1002/nur.20199>

733 Ponton, C. W., Eggermont, J. J., Kwong, B., & Don, M. (2000). Maturation of human central

734 auditory system activity : Evidence from multi-channel evoked potentials. *Clinical*

735 *Neurophysiology*, 111(2), 220-236. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(99\)00236-9](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(99)00236-9)

736 Purdy, S. C., Kelly, A. S., & Davies, M. G. (2002). Auditory brainstem response, middle

737 latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning

738 disabilities. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13(07), 367-382.

739 <https://doi.org/10.1055/s-0040-1715981>

740 Purdy, S. C., Sharma, M., & Morgan, A. (2018). Measuring perceptions of classroom

741 listening in typically developing children and children with auditory difficulties using

742 the LIFE-UK questionnaire. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29(7),

743 12.

744 Reynolds, S., Kuhaneck, H. M., & Pfeiffer, B. (2016). Systematic review of the effectiveness

745 of frequency modulation devices in improving academic outcomes in children with

auditory processing difficulties. *American Journal of Occupational Therapy*, 70(1), 1-12. CINAHL. <https://doi.org/10.5014/ajot.2016.016832>

Rezze, B. D., Wright, V., Curran, C. J., Campbell, K. A., & Macarthur, C. (2008). Individualized outcome measures for evaluating life skill groups for children with disabilities. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 75(5), 282-288.

Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity : Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research*, 27(2), 94-104. <https://doi.org/10.1093/swr/27.2.94>

Schow, R.L., Seikel, J.A., Brockett, J.E., & Whitaker, M.M. (2007). *Multiple Auditory Processing Assessment (MAPA) test manual 1.0 version*. St. Louis, MO: Auditec.

Schwartz, C. E., Andresen, E. M., Nosek, M. A., & Krahn, G. L. (2007). Response shift theory : Important implications for measuring quality of life in people with disability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(4), 529-536. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.12.032>

Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2009). Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 52(3), 706-722. Education Source.

Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2012). A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*, 51(7), 506-518. CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.670272>

Smart, J. L., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2018). Impact of personal frequency modulation systems on behavioral and cortical auditory evoked potential measures of auditory processing and classroom listening in school-aged children with auditory processing

769 disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29(7), 568-586.
 770 <https://doi.org/10.3766/jaaa.16074>

771 Stavrinou, G. (2019). *Effects of Remote Microphone Hearing Aids (RMHAs) on listening-in-*
 772 *noise, attention and memory in school-aged children with A* (2307392189; Numéro
 773 27680498) [University of London, University College London (United Kingdom)].
 774 [https://login.proxy.bib.uottawa.ca/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-](https://login.proxy.bib.uottawa.ca/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/effects-remote-microphone-hearing-aids-rmhas-on/docview/2307392189/se-2?accountid=14701)
 775 [theses/effects-remote-microphone-hearing-aids-rmhas-on/docview/2307392189/se-](https://login.proxy.bib.uottawa.ca/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/effects-remote-microphone-hearing-aids-rmhas-on/docview/2307392189/se-2?accountid=14701)
 776 [2?accountid=14701](https://login.proxy.bib.uottawa.ca/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/effects-remote-microphone-hearing-aids-rmhas-on/docview/2307392189/se-2?accountid=14701)

777 Stavrinou, G., Iliadou, V. V., Pavlou, M., & Bamiou, D.-E. (2020). Remote microphone
 778 hearing aid use improves classroom listening, without adverse effects on spatial
 779 listening and attention skills, in children with auditory processing disorder : A
 780 randomised controlled trial. *Frontiers in Neuroscience*, 14(101478481), 904.
 781 <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00904>

782 Sturgess, J., Rodger, S., & Ozanne, A. (2002). A review of the use of self-report assessment
 783 with young children. *British Journal of Occupational Therapy*, 65(3), 108-116.
 784 <https://doi.org/10.1177/030802260206500302>

785 Tomlin, D., Dillon, H., Sharma, M., & Rance, G. (2015). The impact of auditory processing
 786 and cognitive abilities in children. *Ear and Hearing*, 36(5), 527-542. CINAHL.
 787 <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000172>

788 Tomlin, D., & Vandali, A. (2019). Efficacy of a deficit specific auditory training program for
 789 remediation of temporal patterning deficits. *International Journal of Audiology*,
 790 58(7), 393-400. CINAHL. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1585586>

791 Tye-Murray, N. (2001). Foundations of aural rehabilitation : Children, adults and their family
 792 members. *Singular Publishing Group Inc., San Diego/London*, 3(1), 538 pp.
 793 <https://doi.org/10.1002/dei.94>

794 Umat, C., Mukari, S. Z., Ezan, N. F., & Din, N. C. (2011). Changes in auditory memory
 795 performance following the use of frequency-modulated system in children with
 796 suspected auditory processing disorders. *Saudi Medical Journal*, 32(8), 818-824.

797 Verkerk, G. J., van der Molen-Meulmeester, L., & Alsem, M. W. (2021). How children and
 798 their parents value using the Canadian Occupational Performance Measure (COPM)
 799 with children themselves. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*, 14(1), 7-17.
 800 <https://doi.org/10.3233/PRM-190604>

801 Verkerk, G. J., Wolf, M. J. M., Louwers, A. M., Meester-Delver, A., & Nollet, F. (2006).
 802 The reproducibility and validity of the Canadian Occupational Performance Measure
 803 in parents of children with disabilities. *Clinical Rehabilitation*, 20(11), 980-988.
 804 <https://doi.org/10.1177/0269215506070703>

805 Vij, M., Srikrishna, S., Robinson, D., & Cardozo, L. (2014). Quality assurance in quality of
 806 life assessment—Measuring the validity of the King’s Health Questionnaire.
 807 *International Urogynecology Journal*, 25(8), 1133-1135.
 808 <https://doi.org/10.1007/s00192-014-2370-5>

809 Walter, J. Smoski; Brunt, Michael A.; Tannahill, J. Curtis. (1998). *Children’s Auditory*
 810 *Performance Scale (CHAPS)*. Tampa, FL: The Educational Audiology Association.

811 Weihing, J., Chermak, G. D., Musiek, F. E., & Bellis, T. J. (2014). The efficacy of auditory
 812 training in children and adults with central auditory processing deficits. *Handbook of*

813 *central auditory processing disorder: Comprehensive intervention., Volume II, 2nd*
814 *ed., 65-79.*

815 Wilson, W. J. (2014). Screening for Central Auditory Processing Disorder. In *Handbook of*
816 *central auditory processing disorder : Auditory Neuroscience and Diagnosis., Volume*
817 *I, 2nd ed.* (Second Edition, Vol. 1, p. 265-290). Plural Publishing Inc.

818 Wilson, W. J., Arnott, W., & Henning, C. (2013). A systematic review of
819 electrophysiological outcomes following auditory training in school-age children with
820 auditory processing deficits. *International Journal of Audiology*, 52(11), 721-730.
821 CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2013.809484>
822

Annexe 1

Questionnaires et listes de vérification répertoriés dans les études portant sur des interventions avec des enfants ayant des difficultés de traitement auditif (de 2006 à 2022).

Étude (auteurs et année)	Nom de l'outil	Rempli par		
		Enseignant	Parents	Enfant
(Kuk et al., 2008)	CHAPS	X	X	
(Loo et al., 2016)	CHAPS	X		
	CELF-4 (pragmatic)		X	
(Stavrinos, 2019; Stavrinos et al., 2020)	CHAPS		X	
	SIFTER	X		
	CCC-2		X	
	LIFE-R			X
(Jutras et al., 2015)	ECA (adaptation francophone du SAB)	X	X	
	SIFTER	X		
	MHAVIE (5 à 13 ans)	X	X	
(De Melo et al., 2018)	SAB		X	
(Jutras et al., 2019)	ECA (adaptation francophone du SAB)	X		
	SIFTER	X		
(Johnston et al., 2009)	SIFTER	X	X	
	LIFE			X
	BASC-2			X
(Cameron et al., 2012)	LIFE-R teacher appraisal	X		
	FAPC (Fisher)		X	
	LIFE			X
(Cameron et al., 2014)	LIFE-R teacher appraisal	X		
(Smart et al., 2018)	LIFE-UK teacher version	X		
	LIFE-UK teacher version (adapté pour les parents)		X	
	LIFE-UK			X
(Graydon et al., 2018)	FAPC (Fisher)		X	
	TEAP	X		
	LIFE			X
(Tomlin & Vandali, 2019)	LIFE			X
(Cameron et al., 2012)	SSQ (adaptation non publiée pour les enfants avec un TTA)			X

Légende : CHAPS = *Children's Auditory Performance Scale* (Smoski et al., 1998); SIFTER = *Screening Instrument for Targeting Educational Risk* (Anderson, 1989); SAB = *Scale of Auditory Behaviors* (Schow et al., 2007); MHAVIE = *Mesure des habitudes de vie adaptée aux enfants de 5 à 13 ans* (Fougeyrollas et al., 2001); LIFE et LIFE-R = *Listening Inventory for Education - Revised* (Anderson et al., 2011); FAPC = *Fisher's Auditory Problems Checklist* (Fisher, 1976); TEAP = *Teacher Evaluation of Auditory Performance* (Purdy et al., 2002); SSQ = *Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale for Children with Auditory Processing Disorder* (*version adaptée et non publiée du *Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale* par Gatehouse & Noble, 2004); ECA = *Échelle des comportements auditifs*; CELF-4 = *Clinical Evaluation of Language Fundamentals® - Fourth Edition*; BASC-2 = *Behavior Assessment System for Children-second edition*.

Annexe 2

Échelles de mesure pour l'importance, le rendement et la satisfaction adaptées de la MCRO (Canadian Occupational Performance Measure, 2014; Law et al., 1990, 2019).

Importance (enfants) :



Rendement (enfants) :



Satisfaction (enfants) :



Émetteur : L'émetteur est la personne ou le dispositif qui émet le message. Il peut s'agir, entre autres, d'un enseignant, d'un parent, d'un ami, de la télévision, d'une vidéo, de la radio. Il peut s'agir aussi des sons qu'on entend dans des écouteurs.

Environnement : L'environnement réfère aux caractéristiques ou aux types d'endroits où se trouvent le récepteur et l'émetteur. Par exemple, dans l'environnement, on peut retrouver des bruits ambiants, d'autres personnes qui parlent en même temps que l'émetteur, la distance de l'émetteur. Il peut être différent selon le contexte (social, éducatif, familial).

1.1 Écouter ou comprendre quand l'enseignant parle en avant de la classe.



2.1 Écouter et comprendre mon enseignant ou un élève qui parle quand d'autres élèves font du bruit dans la classe.



1.2 Écouter et comprendre ce qu'un autre élève dit quand il répond à une question en classe.



2.2 Écouter et comprendre mon enseignant, mon entraîneur (coach) ou les autres élèves dans une grande salle, comme le gymnase.



1.3 Écouter ou comprendre mes amis lorsque nous travaillons en équipe dans la classe.



2.3 Écouter et comprendre mon enseignant ou les autres élèves quand nous faisons des activités de groupe dehors.



1.4 Écouter et comprendre mes amis lorsque nous parlons et jouons ensemble.



2.4 Écouter et comprendre les autres lorsque je suis en voiture.



1.5 Écouter et comprendre mon entraîneur sportif pendant mes activités de loisir.



2.5 Écouter et comprendre les autres lorsque nous faisons des activités en famille. (Les autres peuvent être, par exemple, mes grands-parents, mes oncles ou mes tantes, mes cousins ou cousines. Les activités peuvent être, par exemple, le restaurant, le parc, des activités dehors.)



Message : Le message est l'information dite par l'émetteur. Il s'agit de la façon dont le message (ou l'information dite) est construit. Cette information est caractérisée, entre autres, par le sujet de la conversation, les mots utilisés, la longueur du message, la langue utilisée.

Récepteur : Le récepteur est la personne qui a des difficultés d'écoute. C'est le récepteur qui reçoit les messages. Il joue un rôle actif dans la conversation puisqu'il écoute activement, s'adapte et fait valoir ses besoins. L'émetteur peut s'adresser directement au récepteur ou indirectement s'il s'adresse à un groupe dans lequel se retrouve le récepteur. Cette section a comme objectif de vérifier si le récepteur est proactif lorsqu'il vit un bris de communication.

3.1 Écouter et comprendre les instructions de mon enseignant pour compléter un travail ou un devoir.



4.1 Utiliser des trucs ou des stratégies quand je n'ai pas compris ou entendu mon enseignant ou mon coach. Es-tu à l'aise de mentionner à ton enseignant que tu as de la difficulté?



3.2 Comprendre des consignes ou des explications longues (ou à plusieurs étapes) à la maison.



4.2 Utiliser des trucs ou stratégies quand je n'ai pas compris ou entendu la réponse d'un élève en classe. Es-tu à l'aise de dire que tu as de la difficulté à comprendre?



4.3 Utiliser des trucs ou des stratégies quand il y a trop de bruit pour comprendre ce qu'on me dit (à l'école comme à la maison). Es-tu à l'aise de dire ou de faire quelque chose quand il y a trop de bruit et que tu as de la difficulté à comprendre?



4.4 Utiliser des trucs ou des stratégies si je ne comprends pas bien mes amis lorsque je joue avec eux. Es-tu à l'aise de dire que tu as de la difficulté à comprendre?



3.4 Références

- Bellis, T. J. (2003). *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting : From science to practice* (2nd ed.). Thomson/Delmar Learning.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155-163.
<https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Krasny-Pacini, A., & Evans, J. (2018). Single-case experimental designs to assess intervention effectiveness in rehabilitation : A practical guide. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(3), 164-179. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2017.12.002>
- Lagacé, J., Jutras, B., Giguère, C., & Gagné, J.-P. (2010). Development of the Test de Phrases dans le Bruit (TPB). *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 34(4), 261-270.
- Lagacé, J., Jutras, B., Giguère, C., & Gagné, J.-P. (2011). Speech perception in noise : Exploring the effect of linguistic context in children with and without auditory processing disorder. *International Journal of Audiology*, 50(6), 385-395. Education Source.
- Law, M. C., Baptiste, S., Carswell, A., McColl, M. A., Polatajko, H. J., & Pollock, N. (2019). *Canadian occupational performance measure* (5th edition-revised.). COPM.
- Law, M. C., Baptiste, S., McColl, M., Opzoomer, A., Polatajko, H., & Pollock, N. (1990). The Canadian Occupational Performance Measure : An outcome measure for occupational therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 57(2), 82-87.
<https://doi.org/10.1177/000841749005700207>

MacDermid, J. C., Law, M., & Michlovitz, S. L. (2014). Outcome measurement in evidence-based rehabilitation. In *Evidence-based rehabilitation : A guide to practice* (Third edition., p. 65-104). Slack Incorporated.

Terwee, C. B., Bot, S. D. M., De Boer, M. R., Van Der Windt, D. A. W. M., Knol, D. L., Dekker, J., Bouter, L. M., & De Vet, H. C. W. (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of Clinical Epidemiology*, 60(1), 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.03.012>

CHAPITRE 4 : Effet du programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication (RéBriCo) sur le fonctionnement des enfants qui ont des difficultés d'écoute.

L'objectif général de la thèse était d'explorer l'effet du programme d'intervention RéBriCo sur la capacité de perception de la parole dans le bruit et de la parole dégradée, sur certaines fonctions langagières et de la mémoire, ainsi que sur le traitement neural de signaux acoustiques. Également, l'effet du programme sur la participation des enfants dans leur vie quotidienne a été examiné. Pour atteindre ces objectifs de recherche, un devis expérimental à cas unique à niveaux de base multiples non simultanés (*nonconcurrent multiple-baseline single-case design* en anglais) a été utilisé. Le programme est décrit à la section 4.1. Des informations concernant les participants se retrouvent à la section 4.2.1 et dans un manuscrit scientifique se trouvant dans la section 4.2.2. Le plan méthodologique et certains résultats sont détaillés dans un manuscrit scientifique se trouvant dans la section 4.2.2. Les résultats issus des mesures complémentaires sont présentés à la section 4.2.3.

4.1 Description du programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication (RéBriCo)

Dans le cas de difficultés d'écoute ou de TTA, l'entraînement des habiletés TD visant à amener l'enfant à prendre une part active lors de la réparation des bris communication est une des approches recommandées pour améliorer la participation dans la vie quotidienne (Bamiou et al., 2006; Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012; Chermak, 2014). Comme mentionné dans le chapitre 1, un bris de communication survient lorsqu'il y a échec pendant l'échange d'information entre les interlocuteurs (Tye-Murray, 2015). Ce bris peut être causé par différents facteurs : le message qui n'est pas clair, la personne qui parle trop rapidement ou trop doucement ou le bruit ambiant qui est trop fort, par exemple.

Le programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication, appelé RéBriCo vise à amener l'enfant à être un interlocuteur efficace et proactif afin de réparer des bris de communication, et ce, en utilisant la résolution de problèmes et des notions métacognitives et métalinguistiques. Également, lors de ce type de thérapie, l'enfant se familiarise avec la suppléance auditive verbale, soit l'utilisation du contexte linguistique contenu dans le discours pour pallier l'information acoustique qui n'a pas été bien entendue et ainsi mieux comprendre les conversations (Bamiou et al., 2006). Cette approche, qui inclut l'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication et le développement de l'habileté de suppléance auditive verbale est à la base du programme RéBriCo. Les stratégies de réparation des bris de communication permettent d'ajuster les échanges d'information afin de s'adapter à son interlocuteur, d'adapter la conversation et d'avoir une compréhension commune du propos tenu (Tye-Murray, 2015).

Il existe peu de données probantes pour appuyer l'efficacité des programmes d'intervention axés sur l'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication, intégrant des notions métacognitives et métalinguistiques (Chermak, 2014; Gagné & Jennings, 2011; Sharma et al., 2012). Il est donc essentiel d'explorer l'efficacité d'une intervention de type TD intégrant des stratégies métacognitives et métalinguistiques, dans le cadre d'un programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication. Une telle approche pourrait être une méthode d'intervention bénéfique pour les enfants qui sont aux prises avec des difficultés d'écoute, difficultés qui sont souvent rapportées par les enfants qui ont un TTA.

Dans ce type de programme, les enfants analysent des mises en situation présentées par des scènes imagées, effectuent des jeux de rôle, s'exercent à suivre des directives et accomplissent des activités langagières, notamment compléter des phrases dont il manque une portion et deviner la signification d'un mot. Ces activités permettent aux enfants de mettre en pratique les nouvelles

stratégies de réparation apprises en utilisant la résolution de problèmes et la suppléance auditive verbale.

Après chaque séance, des devoirs sont donnés. L'enfant doit identifier des bris de communication dans sa vie quotidienne, et en utilisant la méthode de résolution de problème, décrire la ou les stratégies qu'il ou elle a utilisée(s). De plus, des activités métalinguistiques semblables aux activités présentées lors de la séance de la semaine sont incluses dans les devoirs.

À la fin de la thérapie, un rapport a été préparé qui résume la thérapie et les stratégies utilisées. Ce rapport permettait au parent de soutenir son enfant à la maison et d'informer l'enseignant des stratégies idéales pour une écoute optimale en salle de classe.

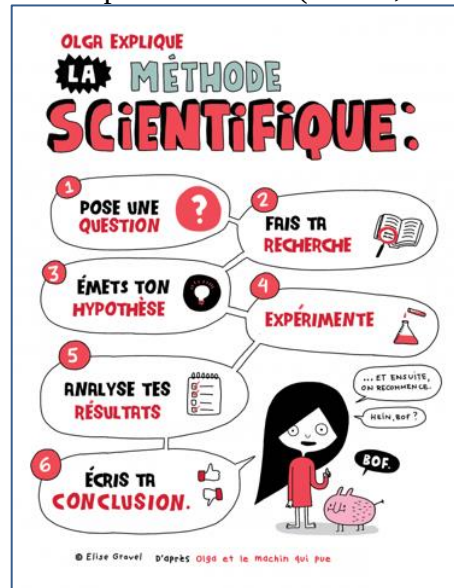
Approche métacognitive

Afin de maintenir une approche centrée sur l'enfant et sur ses besoins, et ce, tout au long des séances d'intervention, la chercheure principale donne de la rétroaction quant à l'efficacité des stratégies utilisées par l'enfant, introduit de nouvelles stratégies de réparation graduellement et cherché des occasions de transferts dans les activités de la vie quotidienne ou dans de nouvelles situations (Polatajko & Mandich, 2004).

En utilisant une approche métacognitive, l'enfant est amené à trouver des solutions pour réparer des bris de communication en utilisant les principes de résolution de problème, soit: 1) reconnaître et identifier le problème (en d'autres mots, le bris de communication), 2) chercher les causes possibles du bris de communication, 3) émettre une hypothèse sur la cause la plus probable du bris, 4) expérimenter avec la stratégie de réparation idéale selon leur hypothèse, 5) analyser les résultats en déterminant s'il y a eu réparation, et 6) faire une conclusion (inspiré de Gagné et Jennings, 2011). Le schéma sur la méthode scientifique a été utilisé pour présenter les étapes de la résolution de problème aux enfants et les aider à les mettre en pratique (Gravel, 2018). Ce

schéma est présenté à la figure 4.1 (disponible gratuitement sur le site web d'Élise Gravel, <https://elisegravel.com/blog/methode-scientifique-mini-affiche/>).

Figure 4.1 : Schéma de la méthode scientifique illustrant les étapes pour résoudre un bris de communication dans le contexte de la présente étude (Gravel, 2018).



En suivant le principe que la métacognition consiste à prendre conscience de ses processus intellectuels afin de résoudre des problèmes (Flavell, 1976), les enfants sont amenés à identifier des bris lors des séances d'intervention et dans leur vie quotidienne, à réfléchir sur leurs comportements face aux bris de communication et à mettre en pratique des stratégies qui leur permettront de résoudre le bris identifié, soit en séance ou dans leur vie quotidienne (Giroux et al., 2010; Lussier & Flessas, 2010; Rodger & Polatajko, 2010). Lorsqu'un bris de communication survient, l'intervenante aide les enfants à identifier le problème, à choisir une stratégie de réparation appropriée et à évaluer l'efficacité de cette stratégie. Voici des exemples de questions à poser aux enfants pour guider ces étapes. Cette liste a été créée par l'auteure de la thèse. Les questions peuvent être adaptées selon les besoins des enfants et les situations et la liste est non-exhaustive.

1) Questions pour identifier le problème, chercher les causes possibles du bris de communication et faire une hypothèse sur la cause probable du bris

Ces questions permettent aux enfants de prendre conscience de la nature du bris de communication et de mieux cibler la source du malentendu.

- Qu'est-ce que tu penses qui a causé le bris de communication ? Cette question encourage l'enfant à réfléchir aux raisons possibles du problème, par exemple un débit de parole trop rapide ou une articulation imprécise.
- Comment as-tu remarqué que tu n'avais pas bien compris ce que l'autre personne disait? Cela encourage l'enfant à réfléchir aux indices qui montrent qu'il y a eu un problème de compréhension, par exemple une confusion ou une hésitation.
- Quelle partie du message était difficile à comprendre? Cette question aide à cibler le segment qui est difficile à comprendre, comme un mot inconnu ou une phrase trop complexe.
- Pourquoi penses-tu que tu n'as pas compris cette partie du message? Cette question encourage l'enfant à identifier les facteurs possibles ayant causé le bris.
- Qu'as-tu ressenti quand tu n'as pas compris? Cela permet à l'enfant de reconnaître ses émotions, comme la frustration ou l'hésitation.
- As-tu eu l'impression que ton interlocuteur se rendait compte que tu ne comprenais pas? Pourquoi?

2) Questions pour choisir une stratégie de réparation

Ces questions visent à aider l'enfant à choisir la stratégie la plus adaptée pour réparer le bris de communication.

- Quelle stratégie fonctionnerait le mieux dans cette situation? Pourquoi? Cette question incite l'enfant à réfléchir à la stratégie la plus adaptée en fonction du contexte.

- Comment ton interlocuteur pourrait clarifier son message pour que tu comprennes mieux?
Cela incite l'enfant à penser aux explications supplémentaires qui pourraient être utiles.
- Est-ce que tu pourrais demander à l'autre personne de parler plus lentement ou de répéter?
Cette question encourage l'enfant à envisager une demande de répétition si le message était trop rapide ou peu clair.
- Penses-tu qu'il serait utile de poser une question pour clarifier ce que tu n'as pas compris?
Si oui, quelle question pourrais-tu poser? Cela favorise l'utilisation de questions spécifiques pour obtenir des précisions.
- Est-ce que tu pourrais résumer ce que tu as compris et demander à l'autre personne si c'est correct? Cela encourage la reformulation pour vérifier la compréhension.
- Est-ce que tu es dans un endroit bruyant ou silencieux? Quelle stratégie serait la plus efficace ici? Aide l'enfant à choisir une stratégie en fonction de l'environnement.
- Si tu veux essayer la stratégie _____, pourquoi penses-tu qu'elle ne t'aiderait pas cette fois-ci? Cette question encourage les enfants à réfléchir aux situations où une stratégie pourrait ne pas fonctionner.

3) Questions pour vérifier si la stratégie a permis de réparer le bris de communication

Ces questions aident l'enfant à évaluer si sa stratégie de réparation a bien fonctionné et à réfléchir à des solutions alternatives ainsi qu'à son expérience.

- Qu'est-ce que tu as fait qui a aidé à régler le problème? Cette question est utile pour amener l'enfant à réfléchir sur les actions spécifiques qu'il a entreprises pour résoudre le bris. Cela renforce sa conscience des stratégies efficaces et encourage l'autonomie dans des situations similaires.
- Est-ce que tu te sens plus à l'aise avec cette stratégie maintenant? Cette question permet à

l'enfant de prendre conscience de ses progrès et de développer sa confiance en ses habiletés de communication. Cela l'aide aussi à évaluer s'il est prêt à réutiliser cette stratégie à l'avenir.

- Qu'aurais-tu pu faire autrement pour mieux comprendre? En posant cette question, l'enfant est encouragé à explorer d'autres approches possibles et à identifier des solutions alternatives pour faciliter son écoute et sa compréhension lors de futurs échanges.
- Si tu devais expliquer ce qui s'est passé à un ami, que dirais-tu? Cette question facilite la récapitulation de l'expérience vécue en la racontant avec ses propres mots. Cela renforce la réflexion et la mémorisation des stratégies utilisées.
- Pourquoi penses-tu que cette stratégie a bien fonctionné (ou pas)? Cette question encourage l'enfant à analyser le succès ou l'échec de la stratégie choisie. Cela développe son esprit critique et l'aide à comprendre pourquoi certaines méthodes fonctionnent mieux que d'autres.
- Est-ce que tu as besoin d'essayer une autre stratégie pour mieux comprendre? Cette question ouvre la possibilité d'explorer d'autres options si la stratégie initiale n'a pas fonctionné. Elle encourage la flexibilité et l'adaptabilité dans la résolution des problèmes de communication.
- Que feras-tu si le même problème arrive une prochaine fois? Cette question aide l'enfant à planifier des actions futures en se basant sur son expérience. Cela renforce sa préparation et sa capacité à faire face à des défis similaires de manière proactive.

Approche métalinguistique

Dans cette étude, les stratégies métalinguistiques réfèrent à l'utilisation de la suppléance auditive verbale, qui consiste à utiliser le contexte afin de comprendre un message verbal dont certaines informations manquent (Bamiou et al., 2006; Chermak, 2014). Pour ce qui est des activités

métalinguistiques, l'enfant est amené à utiliser le contexte et ses connaissances de la langue (dont la syntaxe et la sémantique) afin d'améliorer ses habiletés de suppléance auditive. Lors des activités métalinguistiques, l'enfant explique comment il est parvenu à sa réponse. Voici des exemples de questions à poser aux enfants lors des activités de suppléance auditive verbales. Cette liste a été créée par l'auteure de la thèse. Les questions peuvent être adaptées selon les besoins des enfants et les situations et la liste est non-exhaustive. Ces questions aident l'enfant à compléter son raisonnement en utilisant des indices du discours, du contexte, ou des connaissances antérieures. Elles permettent à l'enfant de faire des liens logiques et de déduire des informations à partir du contexte. Elles encouragent aussi l'enfant à deviner un mot inconnu en fonction de son contexte ou de ses connaissances préalables.

- Que penses-tu que la personne voulait dire avec ce mot, même si tu n'as pas tout compris? Cela aide l'enfant à faire des inférences basées sur le contexte ou sur des indices visuels et verbaux.
- Si tu n'as pas entendu un mot, quel mot dans la phrase pourrait avoir du sens à sa place? Cette question amène l'enfant à utiliser son savoir-faire en matière de syntaxe et de sémantique pour combler les trous.
- Pourquoi penses-tu que cette information est importante pour comprendre ce que la personne a dit? Cela invite l'enfant à réfléchir à l'importance des éléments qu'il a compris et à faire des liens avec l'objectif du message.
- Est-ce qu'il y a un mot ou une idée dans ce que tu as entendu qui t'aide à deviner ce que l'autre voulait dire? Cela incite l'enfant à utiliser des éléments du contexte ou du discours pour compléter la compréhension du message.
- Si un mot te manque, comment pourrais-tu deviner ce mot en utilisant ce que tu sais déjà?

Cette question amène l'enfant à utiliser la prédiction ou l'inférence basée sur les connaissances antérieures.

- Que penses-tu que ce mot signifie, en utilisant les autres mots que tu as entendus autour?

Cela guide l'enfant à utiliser des indices contextuels pour deviner la signification d'un mot inconnu.

Protocole du programme RéBriCo

Le protocole d'intervention est inspiré de l'étude de Sharma et coll. (2012). Ces auteurs se sont intéressés aux interventions qui ciblent les processus TD et BU dans le cas de TTA et leur protocole a été inspiré d'une recension des écrits sur les méthodes d'intervention recommandées pour les enfants ayant un TTA (Sharma et al., 2012).

Les enfants ont participé à une séance d'intervention hebdomadaire d'une heure, et ce, pendant huit semaines. Les séances étaient individuelles, mais il a été recommandé que les parents soient présents puisque des devoirs de 15 minutes, à faire quatre jours par semaine, ont été remis à la fin de chaque séance. Les séances ont débuté avec un retour sur les points saillants de la dernière rencontre, les devoirs et les stratégies utilisées depuis la dernière séance. Chaque séance était composée de deux à trois activités métacognitives et d'une à deux activités métalinguistiques. Un total de deux heures d'intervention par semaine était prévu, soit une heure de devoir et une heure d'intervention directe. Les séances d'intervention ont eu lieu au Laboratoire de recherche en audition du Programme d'audiologie et d'orthophonie de l'Université d'Ottawa, au domicile de l'enfant ou par vidéoconférence, selon les besoins et préférences des familles.

Les activités d'intervention et les stratégies de réparation sont présentées dans le Tableau 4.1 tandis que le plan d'intervention par séance se trouve dans le Tableau 4.2. Les activités étaient choisies selon le niveau de difficulté et les intérêts de l'enfant. Les activités métacognitives effectuées ont

été développées par la chercheure principale ou proviennent de jeux connus, comme la construction de *lego* ou le *Sol est en lave*. Pour ce qui est des activités métalinguistiques, les activités provenaient des ressources suivantes et étaient toujours effectuées de manière auditive et lorsque possible avec du matériel visuel :

- Balados *La puce à l'oreille* (Lieutier et al., 2024)
- Éditions de l'Envolée :
 - Apprivoiser l'inférence 3 (5^e et 6^e années) (Hébert, 2009b)
 - Apprivoiser l'inférence 2 (3^e et 4^e années) (Hébert, 2009a)
 - Je lis, j'écoute, je comprends 2 (2^e et 3^e année) (Leblond, 2023)
 - Lire-- entre les lignes!: déduction, inférence, réaction 3 (5^e et 6^e année) (Lemire, 2005)
 - Devinons, devinez, devinettes! 1 (1^{ère} et 2^e année) (Villeneuve, 2005)

Tableau 4.1 : Activités visant la réparation des bris de communication permettant d'intégrer une approche métacognitive et métalinguistiques lors des séance d'intervention hebdomadaire.

Métacognition	Métalinguistique
1. L'effet du bruit sur l'écoute. 2. Choisir la place idéale dans différents milieux, dont sa salle de classe. 3. Mises en situation à l'aide d'images. 4. Principes de l'écoute active. 5. Pratique des stratégies de réparation grâce à des activités par étapes (suivre des consignes) : • Bricolages; • Fais-moi un dessin; • Séquences de mouvements; • Le sol est en lave; • Construction de lego; • Apprendre à tricoter avec les doigts; • Identifier un personnage dans une image; • Placer des images ou des objets dans un ordre particulier.	1. Arbres contextuels (associations sémantiques). 2. Devinettes. 3. Compléter des phrases avec mots manquants (prévisibles et moins prévisibles). 4. Identifier le mot incorrect dans une phrase selon le contexte et suggérer un mot plus approprié. 5. Identifier l'idée principale d'un texte. 6. Questions QQQQCCP à la suite d'un texte; • Qui ? : Qui est impliqué ? • Quoi ? : De quoi s'agit-il ? • Où ? : Où cela se passe-t-il ? • Quand ? : Quand cela se passe-t-il ? • Comment ? : Comment cela se passe-t-il ? • Combien ? : Combien cela coûte-t-il ou combien de temps cela prend-il ? • Pourquoi ? : Pourquoi cela se passe-t-il ? 7. Activités d'inférences 8. Deviner la signification de mots selon un contexte. 9. Écouter un balado et répondre à des questions avant, pendant et après le balado.

Tableau 4.2 : Plan du programme d'intervention RéBriCo.

Première séance

1. Comment j'entends : le système auditif périphérique et central.
2. Présenter ce qu'est la communication, un bris de communication et une stratégie d'écoute (ou de réparation).
3. Activité « Bonne ou mauvaise stratégie : Présenter les différentes stratégies de réparation et expliquer leur utilité; discuter des stratégies non spécifiques, comme dire « quoi », « hein », « je sais pas » qui ne sont pas efficaces pour réparer un bris de communication.
4. Pratiquer les stratégies (mise en situation et activité d'écoute).
5. Devoir.

Deuxième à septième séance

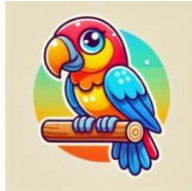
1. Retour sur la dernière séance et les notions apprises, dont les stratégies.
2. Discussion du devoir.
3. Activités avec notions métacognitives (2 à 3) qui permettent de choisir des stratégies de réparation afin résoudre des bris de communication, et ce, en suivant les étapes de la résolution de problème.
N.B. : noter les stratégies qui sont plus et moins faciles à comprendre et utiliser pour l'enfant. Il faudra planifier des activités qui viseront les stratégies moins utilisées au courant des prochaines séances.
4. Activités avec notions métalinguistiques (1 à 2) : commencer par des activités plus faciles et graduellement augmenter le niveau de difficulté selon les besoins de l'enfant. Par exemple :
 - Liens sémantiques;
 - Suppléance auditive;
 - Phrases non-sens;
 - Faire des inférences.
5. Devoir.

Dernière séance

1. Activités diverses qui mettent en pratiques les notions tant métacognitives que métalinguistiques pour résoudre les bris de communication.

Les diverses stratégies de réparation de bris de communication utilisées sont présentées dans la Figure 4.2. Ces stratégies étaient pratiquées lors des activités métacognitives. La stratégie « Je réfléchis à ce que la personne dit » visait en grande partie à travailler la métalinguistique. Au début de chaque séance, ces stratégies étaient révisées et l'enfant énumérait les stratégies dont il ou elle se souvenait en plus d'expliquer pourquoi la stratégie était utile.

Figure 4.2 : Stratégies de réparation de bris de communication pratiquées pour réparer les bris de communication (inspiré de Fortin et al., 2024; Plante & Paquet, 2013; Tye-Murray, 2015).

Dis : <i>Je n'ai pas compris.</i> 	Éteins ou baisse le bruit. 	Éloigne-toi du bruit. 	Rapproche-toi de la personne qui parle. 
Regarde la personne qui parle. 	Réfléchis à ce que la personne dit. 	Dis : <i>Peux-tu répéter?</i> 	Dis : <i>Peux-tu parler <u>plus fort</u>?</i> OU <i>Peux-tu parler <u>moins fort</u>?</i> 
Dis : <i>Peux-tu parler moins vite?</i> 	Dis : <i>Peux-tu utiliser un autre mot?</i> 	Dis : <i>Peux-tu couper tes phrases?</i> 	Demande ce que veut dire un mot que tu ne connais pas. 

N.B. Les images ont été créées par OpenAI DALL-E 3.

4.2 Effet du programme d'apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication (RéBriCo)

Après l'évaluation initiale pour déterminer l'admissibilité des participants, des mesures de rendement incluant des mesures répétées (QSED et TPF) ont été effectuées. Les mesures suivantes ont également été utilisées comme mesure de rendement pré- et post-intervention : un test de perception de la parole dans le bruit (Canadian Digit Triplet Test - CDTT, version pour

francophones) (Giguère et al., 2020); une épreuve évaluant la compréhension de paragraphes présentés à l'oral (Compréhension de paragraphes à l'oral (CPO) provenant de l'Évaluation clinique des notions langagières fondamentales, Version pour francophones du Canada – CELF CDN-F) (Secord et al., 2009); des épreuves évaluant la mémoire auditive et la mémoire de travail (RN, également du CELF-CDN-F) (Secord et al., 2009); des mesures PEALL (P1-N1-P2-N2); deux questionnaires touchant les habiletés d'écoute, soit un rempli par l'enfant (Listening Inventory for Education, Revised – LIFE-R) (Anderson et al., 2011), un rempli par le parent (Evaluation of Children's Listening and Processing Skills – ECLiPS); un questionnaire rempli par les parents sur les habiletés sociales et les problèmes de comportement (Social Skills and Improvement Systems – SSIS) (Gresham & Elliott, 2008); et des vidéos où les enfants apprenaient à jouer à des jeux de cartes tout en vivant de multiples bris de communication.

Pendant la phase pré-intervention (A₁), les mesures de rendement (mis à part les mesures répétées et les mesures du CELF-CDN-F) ont été administrées deux fois : une fois lors de l'évaluation initiale et une autre fois la semaine précédant l'intervention. Le temps entre ces deux évaluations variait en fonction de la fréquence à laquelle les mesures répétées (QSED et TPF) devaient être effectuées. En raison du design à niveaux de base multiples non simultanés (non-concurrent), la durée de la phase pré-intervention et la fréquence des mesures répétées variaient d'un participant à l'autre. Les mesures répétées ont été effectuées trois, quatre ou cinq fois, chaque évaluation ayant lieu toutes les deux semaines, soit par visioconférence, soit en personne. La durée de la phase pré-intervention a été déterminée de manière aléatoire.

Pendant la phase d'intervention (B), les mesures répétées ont été effectuées toutes les deux semaines, pour un total de quatre répétitions pour chaque enfant. Les séances d'intervention se tenaient une fois par semaine, durant 60 minutes chacune. Les séances avaient lieu soit au domicile

de l'enfant, soit au laboratoire, soit par visioconférence, en fonction des préférences de la famille. Les parents étaient encouragés à observer la séance, mais leur niveau de participation variait. Environ une à deux semaines après la dernière séance d'intervention, les mesures de résultats post-intervention et les mesures répétées ont été administrées. Le plan initial était de refaire les mesures répétées à chaque deux semaines pour un nombre variable de répétitions pour chaque participant, puis il était prévu de répéter les mesures post-intervention à la 20e semaine, pour explorer les changements à plus long terme (phase A₂). Toutefois, le Participant 1 était le seul à être disponible pour effectuer ces mesures au-delà de la première séance de mesure post-intervention. Il est à noter que le plan méthodologique a nécessité des modifications pendant l'étude pour diverses raisons, dont une panne d'électricité, des virus saisonniers, des vacances prévues par les familles des participants. En ce qui a trait à la phase post-intervention, tous les participants, sauf le participant 4, ont effectué les mesures post-intervention. Les détails quant aux participants et aux mesures de rendements qui ont été effectuées, paraissent dans le manuscrit scientifique et dans les prochaines sections.

Tableau 4.3 : Plan initial de l'étude.

1 ^{ère} visite	Nombre total de MR (phase A ₁) (une fois par deux semaines)	2 ^e visite * : MPré et MR	8 Semaines : RéBriCo (une fois par semaine) et MR (une fois par deux semaines)	3 ^e visite : MPost et MR	Nombre total de MR (phase A ₂) (une fois par deux semaines)	4 ^e visite ** : MPost et MR
Phase A ₁ (phase pré-intervention)			Phase B (phase d'intervention)	Phase A ₂ (phase post-intervention)		
Semaine 1 - Activités effectuées : 6. Mesures d'admissibilité 7. MR 8. MPré 9. Mesures pour décrire l'échantillon 10. Répartition aléatoire au protocole de MR ***	3	Semaine 5 : MPré et MR	Semaines 6 à 13 : RéBriCo et MR	Semaine 14 : MPost et MR	4	Semaine 20
	3	Semaine 5 : MPré et MR	Semaines 6 à 13 : RéBriCo et MR	Semaine 14 : MPost et MR	4	
	5	Semaine 9 : MPré et MR	Semaines 10 à 17 : RéBriCo et MR	Semaine 18 : MPost et MR	2	
	4	Semaine 7 : MPré et MR	Semaines 8 à 15 : RéBriCo et MR	Semaine 16 : MPost et MR	3	
	4	Semaine 7 : MPré et MR	Semaines 8 à 15 : RéBriCo et MR	Semaine 16 : MPost et MR	3	

Légende : MR : Mesures répétées; MPré : mesures pré-intervention; MPost : mesures post-intervention; RéBriCo : Apprentissage de stratégies de réparation des bris de communication.

* Afin d'explorer l'effet du développement (MPré)

** Afin d'explorer l'effet à long terme de la thérapie (MPost)

*** Les cinq participants ont été répartis selon trois protocoles différents en fonction du moment auquel ils ont commencé l'intervention et du nombre de semaines pendant lesquelles ils devaient effectuer les mesures répétées, lesquelles étaient effectuées toutes les deux semaines.

4.2.1 Description des participants et expérience linguistique

Cinq enfants âgés de 8 à 12 ans et ayant des difficultés d'écoute dans le bruit ou en présence de parole compétitive ont participé à cette expérimentation.

Les difficultés d'écoute dans le bruit ou en présence de parole compétitive font référence à des difficultés d'écoute fonctionnelles observées par les parents dans la vie quotidienne à l'aide du questionnaire ECLiPS et rapportées subjectivement par les parents. De plus, ces difficultés sont corroborées par des performances inférieures à la moyenne, soit à un écart-type, des enfants du même âge lors des épreuves typiquement utilisées dans une batterie d'évaluation du TTA, comme le Tests de Mots dans le Bruit (TMB; (Lagacé et al., 2013)) et le test Écoute dichotique de chiffres

(EDC; (Jutras et al., 2012)). Le CDTT est également utilisé pour explorer l'habileté de perception de la parole dans le bruit en mode binaural. Les participants présentent également des difficultés d'apprentissage, et la nature exacte de leurs difficultés auditives demeure inconnue. En sélectionnant des enfants ayant des scores inférieurs à un écart-type sous la moyenne, on élargit le groupe aux enfants présentant des signes subtils de difficultés d'écoute. Cette approche permet d'identifier des besoins potentiels qui ne seraient pas détectés si on appliquait un seuil de 2 écarts-types, qui cible généralement des cas plus sévères. Même des performances légèrement sous la moyenne peuvent avoir des répercussions concrètes sur le quotidien des enfants. Ce seuil facilite le recrutement et mène à une intervention préventive en agissant sur les difficultés avant qu'elles ne deviennent plus marquées.

Les parents des participants ont rempli deux questionnaires permettant d'explorer l'expérience linguistique de leurs enfants : le *Language Background Questionnaire* (LBQ) (Sabourin et al., 2016) et le *Language Mixing Questionnaire* (LMQ) (Byers-Heinlein, 2013). Les informations recueillies par le LBQ comprenaient les langues maternelles des participants; l'âge d'immersion dans chaque langue; leur mode d'acquisition, qu'il soit naturaliste ou institutionnel; et leur maîtrise de chaque langue utilisée (Sabourin et al., 2016). Dans le LMQ, les parents ont mesuré la fréquence des changements de code linguistique (c'est-à-dire entre le français et l'anglais). Un score est calculé sur une échelle de mélange linguistique allant de 0 (pas de mélange linguistique) à 30 (mélange linguistique fréquent) (Byers-Heinlein, 2013). Les cinq participants avaient tous une expérience linguistique différente. Comme une majorité de Franco-ontariens, ils étaient tous bilingues. Le Tableau 4.4 résume l'expérience linguistique des participants.

Dans le cas du bilinguisme, l'âge d'acquisition est considéré comme l'âge auquel une personne a commencé à être significativement exposée à sa langue seconde ou l'âge auquel elle a été

immergée dans sa langue seconde, et ce, dans un environnement institutionnel ou naturel (Sabourin et al., 2014). Le mode d'acquisition de sa langue seconde peut être l'environnement naturel (par exemple : à la maison, avec les amis) ou en milieu institutionnel (par exemple, la garderie, l'école) (Sabourin et al., 2014).

Tableau 4.4 : Expérience linguistique des participants selon les résultats au Language Background Questionnaire (LBQ) (Sabourin et al., 2016) et au Language Mixing Questionnaire (LMQ) (Byers-Heinlein, 2013).

Part.	Type de bilingue	Âge d'acquisition	Mode d'acquisition de la langue seconde	Langue(s) maternelle(s)	Score au questionnaire <i>Language mixing scale</i>
1	Séquentiel (bilingue précoce)	Anglais: 0 Français: 2	Français (institutionnel)	Anglais	13
2	Bilingue simultané	Anglais: 0 Français: 0	Naturel	Anglais et Français	13
3	Bilingue simultané	Anglais: 0 Français: 0	Naturel	Anglais et Français	5
4	Bilingue simultané	Anglais: 0 Français: 0	Naturel	Anglais et Français	12
5	Séquentiel (bilingue tardif)	Anglais: après 6 ans Français: 0	Anglais (institutionnel et naturel : amis et médias)	Français	4

Les prochains paragraphes décrivent les cinq participants ayant suivi le programme d'intervention RéBriCo. Certaines de ces informations se retrouvent également dans l'article 3.

Participant 1 était un enfant de 9 ans et 7 mois qui présentait les diagnostics suivants : un TDAH (principalement inattentif) et des troubles spécifiques de l'apprentissage en lecture et en expression écrite. Cet enfant prenait du Vivanse pour le TDAH. Les épreuves explorant les habiletés d'écoute qui étaient sous la moyenne étaient le Tests de Mots dans le Bruit (TMB; (Lagacé et al., 2013)) et le test Écoute dichotique de chiffres (EDC; (Jutras et al., 2012)). Les réponses du parent qui a rempli le questionnaire Evaluation of Children's Listening and Processing Skills (ECLiPS) (Barry et al., 2015), suggèrent des difficultés dans ces catégories : traitement de la parole et de l'audition,

sensibilité environnementale et auditive, langage/littératie/latéralité, mémoire et attention, et les compétences pragmatiques et sociales. Pour le participant 1, qui est bilingue séquentiel précoce, l'immersion dans sa langue seconde a eu lieu dans un environnement institutionnel, soit la garderie et l'école. D'ailleurs, l'immersion en français pour ce participant a commencé dès l'âge de 2 ans à la garderie et s'est poursuivie dans une école francophone et ensuite dans une école d'immersion française. De plus, le Participant 1 était exposé au mandarin à la maison, bien que le niveau de sa compétence soit très faible, selon le parent. Le parent a indiqué parler 90% du temps en anglais avec son enfant et 10% du temps en français. Le français était utilisé particulièrement pour les devoirs et le taux de mixage entre les diverses langues parlées à la maison était bas.

Participant 2 était un enfant de 9 ans et 11 mois qui présentait des diagnostics de TDAH, de troubles spécifiques en lecture et mathématiques, et des difficultés d'expression orale et écrite, ainsi qu'un TTA. Le participant 2 prenait du Concerta pour le TDAH. Les résultats au TMB et à l'EDC suggéraient des difficultés d'écoute dans le bruit et en présence de parole compétitive. Au questionnaire ECLiPS, les réponses du parent suggéraient des difficultés dans les catégories langage/littératie/latéralité et mémoire et attention. Cet enfant était un bilingue simultané, exposé à l'anglais et au français depuis la naissance dans un environnement naturel. Il avait aussi une certaine exposition à l'espagnol à la maison, mais son niveau de compétence dans cette troisième langue était très faible, selon le parent. Celui-ci a indiqué parler 30% du temps en anglais avec son enfant et 70% du temps en français. Le parent a indiqué que le français était utilisé dans la majorité des interactions à moins qu'il y ait un interlocuteur qui ne parlait pas le français. Le taux de mixage entre les diverses langues parlées à la maison était bas.

Participant 3 était un enfant de 11 ans et 4 mois ayant reçu des diagnostics de TDAH (principalement inattentif), de troubles spécifiques de l'apprentissage en lecture et en expression

écrite et de TTA. Contrairement aux participants précédents, le Participant 3 ne prenait pas de médicament pour le TDAH. Le score à l'épreuve d'EDC, suggérait des difficultés d'écoute en présence de parole compétitive. Selon le parent, l'enfant présentait des difficultés dans les catégories suivantes à l'ECLiPS : traitement de la parole et de l'audition, sensibilité environnementale et auditive, langage/littératie/latéralité, et mémoire et attention. Le Participant 3 était un bilingue simultané ayant l'anglais et le français comme langues maternelles en raison d'une exposition continue à ces deux langues à la maison. Le parent a indiqué parler 60% du temps en français avec son enfant et 40% du temps en anglais. L'utilisation de l'anglais se faisait principalement en présence de l'autre parent, qui ne parle que l'anglais. Le français était particulièrement utilisé lors des discussions auxquelles l'autre parent ne participait pas. Le taux de mixage entre l'anglais et le français à la maison était très bas.

Participant 4 était un enfant de 8 ans et 9 mois qui présentait un TDAH, des troubles spécifiques de l'apprentissage en lecture et en expression écrite, de la dysgraphie et un TTA. Le Participant 4 ne prenait pas de médicament pour le TDAH. Les résultats au TMB et à l'EDC ont permis de conclure à des difficultés d'écoute. À l'ECLiPS, cet enfant a obtenu des scores en dessous du 10e rang centile pour la catégorie langage/littératie/latéralité. Le Participant 4 était un bilingue simultané, naturellement exposé à l'anglais et au français depuis la naissance. Selon le parent, le pourcentage des interactions avec son enfant en anglais ou en français varie, mais au moment de remplir le questionnaire « The Language Mixing Questionnaire », l'anglais était utilisé 60% du temps et le français 40% du temps. Le taux de mixage entre l'anglais et le français à la maison était bas.

Participant 5 était un enfant de 10 ans et 5 mois qui présentait un TDAH (principalement inattentif) et des troubles spécifiques de l'apprentissage en lecture et en expression écrite. Il prenait

du Biphantin pour le TDAH. Les épreuves explorant les habiletés d'écoute qui étaient sous la moyenne étaient le TMB et l'EDC. À l'ECLiPS, il a obtenu des scores en dessous du 10e rang centile dans les catégories traitement de la parole et de l'audition, sensibilité environnementale et auditive, langage/littératie/latéralité, mémoire et attention. Cet enfant était un bilingue séquentiel tardif, ayant le français comme langue maternelle. Il a été immergé dans des environnement anglophones à la fois naturellement et institutionnellement après l'âge de 6 ans. Les deux parents du Participant 5 étant francophones, il a été exposé au français dès la naissance et de manière naturelle. C'est à l'école primaire qu'il a été exposé plus fréquemment à l'anglais par l'entremise de ses amis, des médias et des activités parascolaires. Le taux de mixage entre l'anglais et le français à la maison était très bas. Le parent a noté ne parler que le français à la maison, mais qu'il empruntait parfois des mots en anglais.

4.2.2 Article 3 : Improving Communication Breakdown Repair in Children with Listening Difficulties: A Single-Subject Study

Ce manuscrit sera soumis à la revue *Journal of Speech, Language and Hearing Research*.

Improving Communication Breakdown Repair in Children with Listening Difficulties: A Single-Subject Study

Jacynthe Bigras¹ and Josée Lagacé¹

¹School of Rehabilitation Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Ottawa, Ottawa, ON Canada

*Correspondence: jbigra4@uottawa.ca

Abstract

Purpose: This pilot study explored the impact of an intervention program designed to repair communication breakdowns on the listening abilities and participation in daily activities of children with speech perception in noise difficulties or binaural integration difficulties.

Method: Using a single-case nonconcurrent multiple-baseline design across participants, the impact of the intervention program was explored with five participants aged 8 to 11 years old, each of whom completed eight weekly 60-minute individual training sessions. Participants and their parents completed repeated measures, including a questionnaire assessing performance and satisfaction in five important listening situations identified by the child. Children were also assessed with a degraded sentences test including highly predictable and unpredictable sentences. Pre- and post-intervention measures included speech in noise, memory, metalinguistic and listening skills assessments.

Results: Four participants and their parents reported improved performance and satisfaction in the overall listening situations identified. All participants showed enhanced scores at the degraded sentences tests with some participants having more notable improvement with highly predictable sentences. Specific improvements in pre- and post-intervention measures were observed, but varied between children across the measures.

Conclusions: This pilot study demonstrates the potential benefits of an intervention program designed to repair communication breakdowns for children experiencing listening in noise or competing speech difficulties. This program effectively enhanced children's listening and

communication skills in daily life. All participants showed improved scores on tasks involving degraded speech, and most reported enhanced self-assessment of their listening and communication abilities in important situations. These results strengthen the evidence supporting the effectiveness of this intervention and suggest the need to investigate its impact further with children who have auditory processing disorder.

Keywords: intervention, metacognitive strategies, metalinguistic strategies, auditory processing, speech-in-noise, single-subject design, communication breakdown repair

Abbreviations: AoI = age of immersion; AP = auditory processing; APD = auditory processing disorder; ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; AT = auditory training; CANS = central auditory nervous system; CDTT = Canadian Digit Triplet Test; CELF = Clinical Evaluation of Fundamental Language – French Canadian Version; EAS = environmental and auditory sensitivity; ECLiPS = Evaluation of Children’s Listening and Processing Skills; EDC = Écoute dichotique de chiffres; FM = frequency modulation; HP = High predictability; L2 = second language; LIFE-R = Listening Inventory for Education – Revised; L/L/L = language/literacy/laterality; LP = Low predictability; m = month; MoA = manner of acquisition; M&A = memory and attention; NR = Number Repetition; NR-F = Number Repetition – forward; NR- B = Number Repetition – backward; PND = percentage of nonoverlapping data; PPVT = Peabody Picture Vocabulary Test; PSS = pragmatic and social skills; QSED = Questionnaire des situations d’écoute difficiles; SAP = speech and auditory processing; SCED = single-case experimental design; SIN = speech-in-noise; SLD = specific learning disorder; SRT = speech recognition thresholds; TMB = Test de Mots dans le Bruit; TPF = Test de phrases filtrées; USP = Understanding Spoken Paragraphs; y = year; %ile = percentile.

1. Introduction

Communication breakdowns, a common experience in human interactions, occur when the listener does not understand the speaker, which interrupts the flow of conversation and reduces conversational fluency (Chung et al., 2024; Fitzpatrick et al., 2020; Gibson & Caissie, 1994). This can happen due to various factors such as the speaker being too quiet, not facing the listener, or speaking too quickly (Chung et al., 2024; Fitzpatrick et al., 2020; Gibson & Caissie, 1994). Recognizing and proactively addressing them might not be a natural skill for everyone, leaving some individuals more susceptible to experiencing misunderstandings, particularly in challenging

59 listening environments. School-aged children are more susceptible to communication breakdowns
60 in noisy environment compared to older individuals, partly because their central auditory nervous
61 system (CANS) is still developing (Gheller et al., 2020; Klatte et al., 2010). For instance, school-
62 aged children with normal hearing thresholds and who do not have learning or language difficulties
63 have significantly lower scores in speech-in-noise tasks compared to adults, making them more
64 susceptible to hearing difficulty in noise (Yathiraj & Vanaja, 2015). Moreover, the presence of
65 babble noise has been shown to negatively affect school-aged children's performance on verbal
66 tasks, like reading or spelling, as well as non-verbal speed processing tasks, with a particularly
67 noticeable effect observed in children with learning difficulties (Dockrell & Shield, 2006).

68 The presence of competing background noise can be even more challenging for children who have
69 learning difficulties related to reading, language, and attention, as many may have an auditory
70 processing disorder (APD) or auditory processing (AP) difficulties (Ferguson & Moore, 2014;
71 Sharma, Dhamani, et al., 2014; Witton, 2010). The diagnosis of APD is generally based on the
72 performance below the mean (in at least one ear at two standard deviations or more) on a minimum
73 of two of the AP tests (American Speech-Language-Hearing Association, 2005). The AP test
74 battery is designed to assess AP abilities, namely localization/lateralization; recognition of either
75 or both degraded speech or speech in noise abilities (i.e. monaural perception of low redundancy
76 speech); dichotic listening (i.e., binaural separation or integration); binaural interaction; and
77 perception of the temporal aspects of speech (e.g., temporal resolution and temporal sequencing)
78 (American Speech-Language-Hearing Association, 2005; Canadian Interorganizational Steering
79 Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012). Conducting a second evaluation is
80 advisable before confirming an APD, as delayed maturation of the CANS could account for
81 abnormal results (Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology

and Audiology, 2012). It is therefore recommended to conclude to AP difficulties or developmental delay if the initial evaluation shows performance below the established norms (Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012). APD is diagnosed in individuals with normal hearing thresholds and is often accompanied by other conditions such as language disorders and dyslexia (Christmann et al., 2015; Sharma et al., 2009), as well as challenges with cognitive skills, including attention or working memory (Moore et al., 2010; Tomlin et al., 2015).

Interventions strategies for children with APD can be divided into two general categories, namely bottom-up (BU) and top-down (TD) interventions. Bottom-up interventions aim at improving the neural processing of acoustic signals through various activities tailored to enhance specific or multiple auditory mechanisms (Bamiou et al., 2006). Auditory trainings (AT) have been the most studied BU interventions for children with AP difficulties (Bigras et al., 2024; Weihs et al., 2014, 2015). There is growing evidence that AT focusing on speech-in-noise (SIN) abilities has positive effects on AP and cognitive abilities, as well as auditory evoked potentials in children with APD (Bigras et al., 2024). TD interventions aim to optimize communication skills and improve language or cognitive abilities by encouraging the use of compensatory strategies by the child, parent, and teacher (Bamiou et al., 2006; Chermak, 2014; Sharma et al., 2012). TD approaches are more frequently studied as components within comprehensive intervention programs incorporating various strategies, such as AT, FM system use in the classroom and strategies proposed to the teachers and the parents (Bellis & Anzalone, 2008; Putter-Katz et al., 2008; Sharma et al., 2012; Sharma, Purdy, et al., 2014).

Many intervention studies have not examined children's perception of change in daily activities or listening situations (Bigras et al., 2024). Moreover, these studies did not explore whether children

105 become more efficient listeners and take proactive measures to repair communication breakdowns.
106 Children with APD might “present a passive and inefficient approach to problem solving (...) and
107 tend not to deploy strategies spontaneously.” (Chermak, 2014, p. 252). Chermak (2014) further
108 hypothesized that repeated failure to repair successfully communication breakdown may bring a
109 child with APD to be a passive listener.

110 Teaching children to identify and resolve communication breakdowns could empower them to take
111 a more active role in their rehabilitation journey, potentially enhancing their participation in daily
112 activities. metacognitive and metalinguistic training approaches involve using problem-solving
113 and repair strategies to effectively address communication breakdowns. Additionally, it
114 encompasses teaching auditory-verbal closure, where linguistic context within speech is utilized
115 to compensate for incomplete or unclear auditory information, thus improving comprehension
116 during conversations. According to Giroux et al. (2010), awareness is a key component to
117 metacognitive training. Becoming more aware of experienced difficulties, reflecting on one’s
118 behaviours in the face of a challenge, and applying strategies to resolve them, can make a person
119 more aware of their difficulties and more likely to be proactive in implementing effective strategies
120 (Giroux et al., 2010; Lussier & Flessas, 2010).

121 Scientific literature on this topic is limited (Giroux et al., 2010), but some evidence suggests
122 benefits of metacognitive interventions. In Tamm et al.’s (2014) study, 24 children aged three to
123 seven with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) participated in a metacognitive
124 remediation program targeting executive functions, including attentional abilities and self-
125 regulation skills. This group therapy was conducted over a two-month period, with one 60-minute
126 session per week. The parents were also taught how to use the strategies with their children at
127 home. According to the authors, improvements were noted post-intervention in executive functions

such as visual and auditory attention, working memory and cognitive flexibility, as well as the ability to follow instructions (Tamm et al., 2014). The authors of the study acknowledged certain limitations. The inclusion of a control group would have enabled a more precise determination of whether the observed improvements were directly attributable to the intervention or influenced by extraneous factors, such as parental attention and support (Tamm et al., 2014). Furthermore, the small sample size limits the generalizability of the findings to a broader population with varying characteristics, thereby constraining the scope of the conclusions (Tamm et al., 2014).

Elfenbein (1992) published a study on a program designed to help children with hearing loss develop strategies to better cope with communication breakdowns. In the study, 20 children with hearing loss and aged 8 to 11 years old, followed the 6-week program. Post-intervention, children demonstrated notable improvements in managing communication breakdowns, as evidenced by their enhanced use of strategies to overcome listening challenges during a specific task that served as an outcome measure (Elfenbein, 1992). According to the authors, the children became more proactive in managing repairs, used more varied and appropriate strategies, and better understood their partner's perspective (Elfenbein, 1992). The conclusions regarding the effectiveness of this program are constrained by the absence of a control group, which would have provided a more accurate assessment of the direct impact of the intervention compared to other confounding variables or a placebo effect. Additionally, the performance measure used, which was an activity developed by the program's creators, had not been previously validated. This limitation further complicates generalizability to everyday activities, as the measure was administered under ideal conditions that may not accurately reflect real-world scenarios. Furthermore, no pre-intervention control measure was conducted to assess the stability of this measure, further compromising the reliability of the results.

More recently, Fortin et al. (2024) conducted a pilot study on a training program designed to teach communication repair strategies to children with APD. The program consisted of ten weekly 60-minute group sessions involving ten children with APD, aged 8 to 12 years, and was compared to a control group of ten children with APD. Post-training measures showed an increased use of repair strategies and a greater variety of strategies employed, leading to more successful resolution of communication breakdowns (Fortin et al., 2024). In post-training, there was a decrease in listening difficulties during educational activities, according to questionnaires filled out by the parents. They concluded that the training was particularly effective for children aged 9 and older, enhancing their proactive use of diverse repair strategies. According to the authors, their study was the first to assess the impact of such a program on children with APD (Fortin et al., 2024). The authors reported limitations to their study. First, the small sample size may have influenced the results, leading to significant variability in the data. Additionally, the pre- and post-intervention assessments were conducted under ideal conditions, which may not accurately reflect real-life situations.

It is therefore essential to explore the effectiveness of a TD intervention program designed to repair communication breakdowns. The present pilot study aimed to explore the effectiveness of RéBriCo, a training program developed to teach strategies for repairing communication breakdowns, in children with listening difficulties, particularly SIN or binaural integration difficulties. Specifically, this pilot study explored the impact of RéBriCo on SIN perception, degraded speech perception, as well as metalinguistic and cognitive abilities in children with listening difficulties. It also explored whether RéBriCo can enhance their participation in daily activities. Such a program could serve as a beneficial intervention method for children

experiencing listening difficulties, which are frequently reported by children with auditory processing disorder (APD).

2. Method

This project was pre-approved by University of Ottawa's Office of Research Ethics and Integrity (#H-11-18-926). Consent was obtained from the participants' parents and an assent form was read to the children to obtain their agreement to participate in the research. A 50\$ gift certificate to a local library was randomly drawn as compensation for their time involved in the project. Following the study, each participant received a report summarizing their results from the AP tests and questionnaires as well as an overview of the intervention.

Study Design

A single-case design with nonconcurrent multiple-baseline across participants (Gast et al., 2018; Krasny-Pacini & Evans, 2018) was used to explore the effectiveness of the training program RéBriCo. Single-case experimental designs (SCED) are deemed appropriate for piloting novel interventions among group of participants that tends to be heterogeneous (Krasny-Pacini & Evans, 2018). This type of study design has also been used with children who have AP difficulties (Denman et al., 2015; Negin et al., 2018).

Participants

Recruitment was carried out in audiology and speech-language pathology clinics in Ottawa (Canada), and through an advertisement shared by selected Ontario French-language schoolboards as well as by the first author's social network. Five French speaking children participated in the study. Inclusion criteria consisted of being 8 to 12 years old; reporting learning difficulties for at least two years; hearing thresholds of 20 dB HL or better as measured by pure-tone audiometry from 250 Hz to 8000 Hz; and, hearing thresholds of 15 dB HL or better at 10 kHz, 12.5 kHz and

16 kHz (Mishra et al., 2022). Moreover, children were included if they had SIN or binaural integration difficulties, as indicated by scoring one standard deviation below the mean on at least one of the following tests: *Test de Mots dans le Bruit* (TMB; Translation: words in noise test) (Lagacé et al., 2013); French-Canadian version of the Canadian Digit Triplet Test (CDTT) (Giguère et al., 2020); and *Écoute dichotique de chiffres* (EDC; Translation: Dichotic Digits Test) (Jutras et al., 2012). Parents identified SIN difficulties in their children, scoring below the 10th percentile in at least one factor (speech and auditory processing; pragmatic and social skills; memory and attention; language/literacy/laterality; and, environmental and auditory sensitivity) of the Evaluation of Children's Listening and Processing Skills (ECLiPS) (Barry et al., 2015). The ECLiPS was administered in English, as no adapted version is available in French and all parents were fluent in both French and English. Additionally, the participants' receptive vocabulary had to be at or above the 16th percentile on the French version of the Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT) indicating a level of vocabulary representative of French-speaking children of the same age (Dunn et al., 1993; Sugden et al., 2020). Exclusion criteria included hearing loss, head trauma, congenital, developmental, cognitive, and neurological disorders. Children with a learning disorder, language disorder, or ADHD were eligible as these three conditions are often concurrent with AP difficulties. Participant details are summarized in Table 1. Participants were selected on a first-come, first served basis.

Table 1: Participant details.

Participant	Age (y;m)	PPVT (%ile)	Diagnostic(s) (reported by the parents)	ADHD Medication	Failed SIN tests	ECLiPS Factor(s) below 10th %il
1	9;7	50 th	ADHD (predominantly inattention), SLD (reading and written expression)	Vivanse	TMB, EDC	SAP, EAS, L/L/L, M&A, PSS
2	9;11	27 th	ADHD, SLD (reading and mathematics), oral and written expression difficulties, APD	Concerta	TMB, EDC	L/L/L, M&A
3	11;4	58 th	ADHD (predominantly inattention), SLD (reading and written expression) APD	n/a	EDC	SAP, EAS, L/L/L, M&A
4	8;9	27 th	ADHD, SLD (reading, written expression, dysgraphia), APD	n/a	TMB, EDC	L/L/L
5	10;5	44 th	ADHD (predominantly inattention), SLD (reading and written expression)	Biphantin	TMB, EDC	SAP, EAS, L/L/L, M&A

Note: ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; APD = auditory processing disorder; CDTT = Canadian Digit Triplet Test; ECLiPS = Evaluation of Children's Listening and Processing Skills SAP = speech and auditory processing; EAS = environmental and auditory sensitivity; L/L/L = language/literacy/laterality; M&A = memory and attention; PSS = pragmatic and social skills; EDC = Écoute dichotique de chiffres; m = month; PPVT = Peabody Picture Vocabulary Test; SLD = specific learning disorder; TMB = Test de Mots dans le Bruit; y = year; %ile = percentile.

The bilingualism rate is over 85% among Francophones outside Quebec (Statistiques Canada, 2024) and 97.5% of Franco-Ontarian can hold a conversation in English (Auclair et al., 2023). The participants were included if French was spoken at home and at school, and if they were immersed in French, whether in a naturalistic or instructional (e.g., daycare) environment (Sabourin et al., 2014), before the age of 3. The Language Background Questionnaire (LBQ) (Sabourin et al., 2016) was completed by the parents. The information collected by the LBQ included participants' native language(s); the age of immersion to each language; their manner of acquisition, whether naturalistic or institutional; and proficiency in each languages used. Participants' linguistic experiences are summarized in Table 2.

Table 2: Participants' linguistic experiences.

Participant	Type of bilingual	AoI (y)	MoA (L2)	Native language(s)
1	Sequential (early bilingual)	English: 0 French: 2	French (instructional)	English
2	Simultaneous bilingual	English: 0 French: 0	naturalistic	English and French
3	Simultaneous bilingual	English: 0 French: 0	naturalistic	English and French
4	Simultaneous bilingual	English: 0 French: 0	naturalistic	English and French
5	Sequential (early bilingual)	English: after 6 French: 0	English (instructional, naturalistic)	French

Note: AoI = age of immersion; MoA = manner of acquisition; L2 = second language; y = year

Based on the LBQ, all participants were bilingual. Three were simultaneous bilinguals and had French and English as their native languages as they were exposed to both languages continuously and frequently in their households. Two were sequential bilinguals. One had French as a native language and the other one had English. Both were immersed early in the second language, namely before the age of 6 (Sabourin & Vinerte, 2019). All participants, except for Participant 1, were immersed in French since birth. Participant 1 was immersed in French before the age two through daycare. Each participant had a least some knowledge of English, but only Participant 5 was immersed in English in both a naturalistic and institutional environment after the age of six. Furthermore, Participant 1 was also exposed at home to some Mandarin and Participant 2 to some Spanish. Parents of both children noted the proficiency in these third language as being very low.

Material

Repeated outcome measures. Two metrics were created and used as repeated outcome measures before, during and after the intervention: the *Questionnaire des situations d'écoute difficile*, (QSED; translation: Questionnaire of difficult listening situations) and the *Test de phrases filtrées* (TPF, translation: filtered sentences test). Developing outcome measures that can be used reliably

multiple times without practice effects and that are sensitive to change as well as short to administer is often part of the process when conducting a SCED (Krasny-Pacini & Evans, 2018). The QSED (Bigras et al., in preparation) was inspired by the model of the Canadian Occupational Performance Measure (COPM; (Law et al., 1990, 2019)). The COPM facilitates the development of prioritized and individualized intervention goals and the assessment of changes following an intervention (Law et al., 2019; McColl et al., 2023). It is also worth noting that the COPM, from which the QSED is inspired, has previously been used in single-case designs, further supporting the validity of this methodological approach (Lebrault et al., 2024; Metcalfe et al., 2019). The administration of the QSED is inspired by the COPM and allows children to identify five problematic and important listening situations in their daily lives, which serve as a basis for establishing intervention goals. The difficult listening situations are identified through a list of 16 situations pertaining to the speaker, the environment, the message or the listener (e.g., the participant). For each of the important difficult situations identified by the child, both the parent and child rate, individually and on a scale of 1 (always difficult/not satisfied at all) to 10 (always easy/extremely satisfied), the performance as well as their degree of satisfaction with this performance. The QSED underwent a content validation process to ensure that it accurately captures relevant aspects of challenging listening situations, and a face validation to confirm comprehensibility from the perspective of users. The QSED serves as an outcome measure that provides insights into generalization, revealing the intervention's impact beyond the trained task (Krasny-Pacini & Evans, 2018) and allows for the measurement of changes that may be small but significant for the child or their parent (Law et al., 2019).

As the QSED was employed as a repeated measure within a single-case design, both children and parents assessed performance and satisfaction multiple times prior to the intervention to verify the stability of their responses. This approach ensured a certain level of stability within the single-case design. The stability within the pre-intervention phase enhances the ability to detect changes during or after the intervention, allowing for conclusions regarding potential effects of the intervention (Cohen et al., 2014).

The TPF (Bigras et al., in preparation) is the second metric that was developed for this study. This test is an adaptation of the *Test de phrases dans le bruit* (TPB, translation: sentences in noise test) (Lagacé et al., 2010). The recordings of the sentences from the TPB were passed through a low-pass filter with a cut-off frequency of 750Hz, and the babble noise was removed from the recording. The audio files of the TPF sentences were saved on a computer and presented binaurally to the listener through headphones at a comfortable volume. The volume remained the same throughout the test and for each measurement. The TPF includes four lists of 40 sentences presented binaurally to the participant. Each list is composed of 20 sentences with a highly predictable (HP) last word and 20 sentences with a low predictability (LP) last word. The participants were asked to repeat the last word of each sentence, regardless of whether it comes from LP or HP sentence. A total score was computed for the 40 sentences, along with separate scores for the 20 LP sentences and for the 20 HP sentences, allowing for the assessment of the degraded speech perception and the listener's auditory closure capacity (Lagacé et al., 2010). Auditory closure refers to the ability to use the linguistic context to predict the last word of the sentence when listening in unfavorable acoustic conditions (Lagacé et al., 2010). The TPF explored the listener's ability to perceive degraded speech signals, as well as their auditory closure capacity, a skill that is targeted during the intervention.

309 A pilot study explored the feasibility of the TPF with ten French-speaking participants aged 8 to
310 12 years, all of whom had neurotypical development (Bigras et al., in preparation). Each child
311 completed a list of the TPF at three different testing times, with a one-week interval between each
312 testing session. For the total TPF score (40 sentences), the agreement between the three test
313 measurement times was just below the recommended value limit ($ICC = 0.70$) but was considered
314 adequate ($ICC = 0.659$) (Koo & Li, 2016; MacDermid et al., 2014). The 95% confidence interval
315 suggests variability in individual scores, indicating that the test's stability was not high among all
316 participants (Bigras et al., in preparation). Examining the individual scores for HP and FP
317 sentences, the ICCs revealed poor agreement between measures. However, the total score showed
318 the greatest stability, and was used as the indicator of change.

319 **Pre- and post-intervention outcome measures.** Various tests and questionnaires were completed
320 by the participants or their parent both pre- and post-intervention. The French Canadian version of
321 the CDTT (Giguère et al., 2020), undertaken by the children, involves a list of digit triplets
322 presented under headphones binaurally and simultaneously with a competing speech-shaped noise.
323 The children repeated the digits heard. A speech reception threshold, corresponding to the signal-
324 to-noise ratio at which the child can correctly identify 50 % of the digit triplets, was calculated.
325 This test was conducted to explore changes in participants' abilities to perceive speech in noise.
326 Measures of validity and reliability of the French version of the CDTT with children have not been
327 completed yet. However, the original Dutch version of the test was validated and deemed effective
328 for assessing speech perception in noise among children with hearing loss (Vroegop et al., 2021).
329 Subtests from the CELF battery (Secord et al., 2009) were administered to the children. The CELF
330 battery (Secord et al., 2009) is a validated and standardized assessment tool designed to evaluate
331 various aspects of language development. The Understanding Spoken Paragraphs (USP) subtest

was administered to explore the participants' ability to use linguistic context for understanding spoken instructions, making inferences, and answering questions about a short story. This subtest aligns with the intervention's focus on enhancing this specific metalinguistic skill. Additionally, the Number Repetition (NR) subtest was used to explore short-term auditory memory and working memory, using both forward (NR-F) and backward (NR-B) sequences. For both the USP and NR subtests, equivalence scores and percentile ranks were calculated. Retesting is recommended no sooner than 6 months. Therefore, the subtests were only administered once before and once after the intervention to minimize practice effects. The repeated measures of the CELF demonstrate adequate stability and reliability (Secord et al., 2009).

Children completed the second section of the LIFE-R (Anderson et al., 2011) in which they rated, using a Likert Scale, their degree of difficulty in various listening situations in the daily life, including ten at school and five in social situations. A total score was calculated for listening difficulties at school. The validity and reliability of the LIFE-R have not been evaluated (Gan et al., 2018). However, the LIFE-R, along with various adaptations, has been utilized as an outcome measure in intervention studies involving children with APD (Cameron et al., 2012; Johnston et al., 2009; Smart et al., 2018).

The parents completed the ECLiPS questionnaires (Barry et al., 2015). The ECLiPS determines the primary areas in which the child experiences listening difficulties: 1) speech and auditory processing; 2) pragmatic and social skills; 3) memory and attention; 4) language, literacy, laterality; and, 5) environmental and auditory sensitivity. The questionnaire consists of 37 items, and the parent rates their agreement with each item on a likert scale. The ECLiPS has good test-retest (ICC greater than 0.8 for each area) and inter-rater reliability as well as good internal consistency (Barry et al., 2015). The authors suggest the ECLiPS could potentially be utilized to

evaluate whether an intervention yields benefits, although they have not yet assessed this capability of the questionnaire (Barry & Moore, 2015).

Training program for communication breakdown repair strategies (RéBriCo). RéBriCo was created by the first author of this study (J.B.) as a tool to teach children how to effectively use repair strategies during communication breakdowns, incorporating metacognitive and metalinguistic approaches (Table 3). Metacognitive approaches are employed to guide children in reflecting on their communication processes, helping them recognize when a breakdown occurs and evaluate how to address it. When a communication breakdown occurs, the practitioner helps the children identify the problem, select an appropriate repair strategy, and evaluate the effectiveness of that strategy. During metacognitive activities, children are encouraged to find solutions for repairing communication breakdowns while using the problem-solving principles (Gagné & Jennings, 2011; Gravel, 2018), namely: 1) recognize and identify the problem (i.e., the breakdown), 2) research the cause of the breakdown, 3) state your hypothesis (i.e., propose a reason explaining the breakdown), 4) conduct your experiment (i.e., use the best strategy based on your hypothesis), 5) analyze your data (i.e., analyze whether the strategy was effective), 6) draw your conclusion (i.e., determine if the breakdown was repaired or re-state your hypothesis). Children analyzed situations presented through scenes, participated in role-playing activities, and practiced following instructions (Table 4).

Table 3: Strategies practiced for repairing communication breakdowns. *

1. Let your conversation partner know you did not understand.
2. Move away from the noise.
3. Turn off the noise.
4. Get closer to who is talking.
5. Look at the person when they talk.
6. Face the person when they talk.
7. Ask the person to repeat.
8. Ask the person to speak louder.
9. Ask the person to speak slower.
10. Ask the person to use a different word.
11. Ask the person to make shorter sentences (or to give one instruction at a time).
12. Ask what a word means.
13. Use what your knowledge, experience, and context to fill in the gaps.

*adapted from (Plante & Paquet, 2013; Tye-Murray, 2015).

The RéBriCo program also included metalinguistic activities, during which the children were prompted to use context and language knowledge (including syntax and semantics) to enhance their auditory compensatory skills (Table 4). The activities involved completing sentences with missing portions and guessing the meaning of words. During these activities, children explained how they arrived at their answer. This process encourages active engagement with language, supporting the development of auditory comprehension skills and improving communication effectiveness.

Throughout the intervention sessions, participants received ongoing feedback regarding the effectiveness of the strategies used (Rodger & Polatajko, 2010). New repair strategies were introduced as the sessions progressed, and activities gradually increased in difficulty. Opportunities were provided for participants to transfer their learned skills into daily life activities (Rodger & Polatajko, 2010). Two to three metacognitive activities and one to two metalinguistic activities were completed during each session (Table 4).

Table 4: Activities targeting metalinguistic and metacognitive skills.

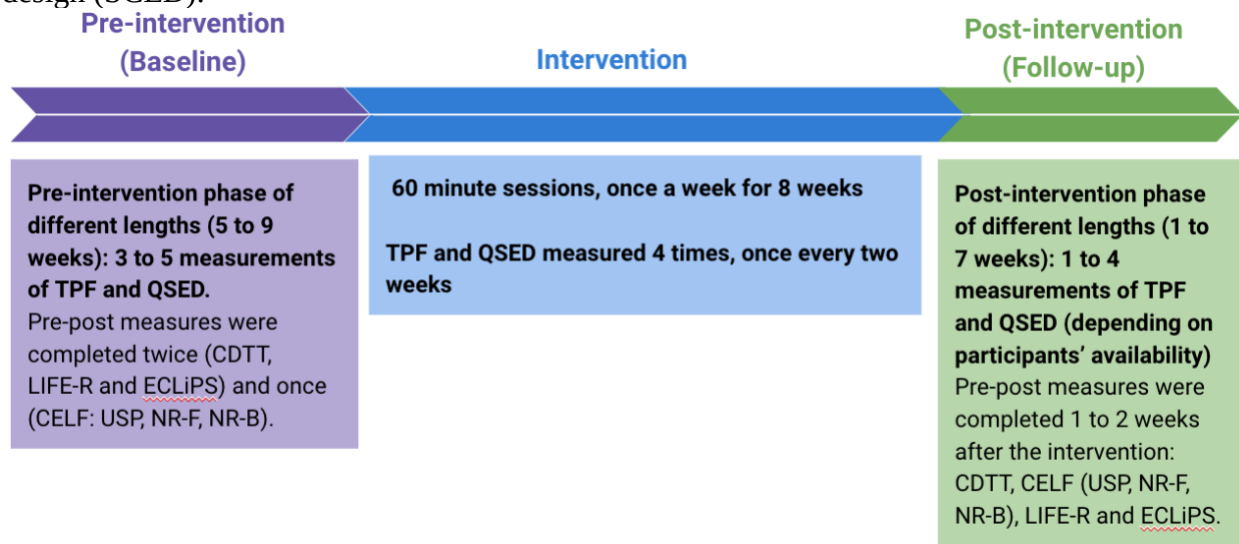
Metacognitive	Metalinguistic
1. Discussing the effect of noise on listening. 2. Choosing the ideal place in different environments, including your classroom. 3. Repairing communication breakdowns using pictured scenarios. 4. Discussing principles of active listening. 5. Practicing repair strategies through various step-by-step activities (e.g., draw me a picture, movement sequences, finger knitting, crafts, building Lego structures, etc.).	1. Completing semantic maps (making word connections) 2. Solving riddles. 3. Filling in missing words in sentences (predictable and less predictable words) 4. Finding the main idea of a text. 5. Answering 5W questions after listening to a text. 6. Making inferences. 7. Guessing word meaning from context. 8. Following directions. 9. Listening to podcasts.

Children were assigned weekly homework aimed at identifying and describing communication breakdowns in their daily lives as well as documenting the strategies they used to address them. Homework was discussed at the beginning of the following session.

Procedure

Figure 1 presents a visual overview of the three-phase SCED protocol implemented in the current study, comprising the baseline, intervention, and follow-up phases.

Figure 1: Visual overview of the three phases of the non-concurrent single-case experimental design (SCED).



Baseline phase. Following the initial assessment to determine participant eligibility, pre-intervention outcome measures (CDTT, CELF [USP, NR-F, NR-B], LIFE-R and ECLiPS), as well as repeated measures (QSED and TPF) were conducted. The CELF subtests were administered

during the second testing session. The CDTT, LIFE-R and ECLiPS were administered twice: once during the initial assessment and again the week before the intervention. The time between these two assessments varied depending on how often the repeated outcome measures (QSED and TPF) were set to be conducted. Due to the non-concurrent design, the length of the baseline phase and the frequency of repeated outcome measures varied from one participant to another. Repeated measures were completed three, four or five times, with each assessment occurring every two weeks and through videoconference or in person. The baseline phase varied in length across participants and the number of baseline measures was allocated through a randomization procedure across participants. To assess level stability and data trend, a minimum of three repeated measures was applied (Gast & Spriggs, 2010; Krasny-Pacini & Evans, 2018).

Intervention phase. Repeated measures were conducted every two weeks during the intervention phase. The TPF and the QSED were administered to the child before the session. The parent completed the QSED either before or after the session, depending on their availability. The intervention sessions were held once a week, lasting for 60 minutes each. Sessions took place either at the child's home, at the laboratory, or via videoconference, depending on the family's preferences. Parents were encouraged to observe the session, but their level of their participation varied. Homework typically required about one hour to complete (four activities of 15 minutes each), although the actual time varied depending on the child's motivation and their abilities in reading and writing.

Post-intervention phase (follow-up). One to two weeks after the last intervention session, post-intervention outcome measures were administered as well as the repeated measures to Participants 1, 2, 3 and 5. Due to summer vacation, only Participant 1 completed both post-intervention

evaluations, including further assessment using the QSED and TPF measures. Due to scheduling conflicts, post-intervention testing was not completed with Participant 4.

Data analysis

Repeated measures. Data obtained with the QSED (performance and satisfaction for both parent and child) and the TPF (total score, HP score and LP score) were graphed for visual inspection and to examine both within-phase and between-phase patterns. Median levels were calculated for each phase, and a parallel median line was drawn along the abscissa (Cohen et al., 2014; Ledford & Gast, 2018). Stability envelopes were individually created for each dataset and participant. A stability envelope was established around the median line, based on the baseline phase. This envelope is demarcated by two parallel lines indicating a $\pm 25\%$ range within which 80% of the data points should fall to denote stability (Cohen et al., 2014; Gast & Spriggs, 2010; Ledford et al., 2018). The same stability envelope was applied to the subsequent phases (Ledford et al., 2018). Trend lines were drawn in each phase using a split-middle method and were categorized as being accelerating, decelerating or zero-celerating based on the direction of the trend (Gast & Spriggs, 2010). The relative level change within each condition was calculated for each phase when more than one data point was measured. In such cases, the median of the first half of the data series was subtracted from the second half of the data series, which provides information regarding the amount of change within each phase (Gast & Spriggs, 2010). Relative level change was categorized as improving, deteriorating, or stable.

Relative level change between phases was calculated to determine if there was a noticeable change measures at the beginning of the intervention. Since the effects of the intervention were not expected to be immediate, relative level change, rather than absolute change, was calculated by subtracting the median of second half of the first phase from the median of the first half of the

subsequent phase (Gast & Spriggs, 2010). Change in trend direction between adjacent phases were characterized as improving, stable or deteriorating (Gast & Spriggs, 2010; Kratochwill et al., 2010). The percentage of nonoverlapping data (PND) was calculated to measure the proportion of data points in one phase that do not overlap with those in the previous phase. Specifically, this involved identifying the highest value in the initial phase and then counting the number of data points in the subsequent phase that exceed this value (Cohen et al., 2014; Gast & Spriggs, 2010; Kratochwill et al., 2010). The higher the PND, the greater the likelihood that the intervention had an effect (Kratochwill et al., 2010).

Pre- and post-intervention outcome measures. Statistical group analyses were not performed due to the small number of participants and the data were analyzed individually. There are no published data on the minimal detectable changes or the clinically significant changes for these pre- and post-intervention outcome measures. For each metric, the results for pre- and post-intervention measures are presented in a table format. To assess stability during the pre-intervention phase, when applicable, the difference between the second and first pre-intervention measures (Pre2 - Pre1) was calculated for analysis. The post-intervention measure was compared to the best pre-intervention measure to explore whether any changes or improvements occurred following the intervention.

Normative data, including percentiles, were available in the accompanying booklets for the ECLiPS questionnaire and the USP, NR-F, and NR-B subtests of the CELF. Participants' raw scores were converted into corresponding percentiles and z-scores using these normative data. To assess the degree of improvement, z-scores from the pre- and post-intervention assessments were compared.

3. Results

Four participants completed eight intervention sessions, and one participant (Participant 4) completed seven sessions due to a scheduling conflict. The parent of Participant 2 did not answer the QSED for one repeated measure in the post-intervention phase as she was not present during the appointment. Participant 1 completed seven sessions via videoconference and one at the research laboratory. Participants 2 and 3 had all their sessions at the research laboratory, while participants 4 and 5 had their intervention sessions at home.

Repeated measures (baseline, intervention and follow-up phases)

For each participant, the five most challenging and significant listening situations, as identified by the child, are presented. This is followed by a table summarizing the analysis of both the QSED and TPF data. Additionally, the results are illustrated graphically in an appendix containing two figures. The first figure depicts the average performance and satisfaction ratings on the QSED for both the parent and child, across the baseline, intervention, and post-intervention phases. The second figure presents the participant's TPF results, including the total score, as well as the scores for sentences categorized as high predictability (HP) and low predictability (LP).

Participant 1

Table 5 lists the five situations of the QSED that were the most difficult and important for Participant 1.

Table 5: Key and challenging situations identified by Participant 1 in the QSED.

- 2.1 Listen to and understand my teacher or classmates when other students are noisy in the classroom.
- 2.3 Listen to and understand my teacher or classmates during group activities outside.
- 3.1 Listen to and understand my teacher's instructions for a task or assignment.
- 4.1 Use strategies when I haven't understood my teacher or coach. It is difficult to tell my teacher I have trouble understanding.
- 4.3 Use strategies when it's too noisy to understand at school or home. It is difficult to tell when there's too much noise and I can't understand.

Table 6 summarizes Participant 1's analysis for both the QSED and TPF data.

Table 6: Summary of Participant 1's analysis of both the TPF and QSED data.

Phase	QSED				Test de phrases filtrées (TPF)		
	Child		Parent		Child		
	Performance	Satisfaction	Performance	Satisfaction	Total	HP	LP
Within-condition analysis	Level of stability (based on percent of data on or within the stability envelope, Gast and Lane, 2014)						
	A1	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable
	B	Stable	Stable	Variable	Stable	Variable	Variable
	A2	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Variable
	Direction of trend						
	A1	Decelerating	Decelerating	Decelerating	Decelerating	Zero-celerating	Decelerating
	B	Decelerating (less steep than A1)	Decelerating (less steep than A1)	Accelerating	Accelerating	Accelerating	Accelerating
	A2	Accelerating	Accelerating	Decelerating	Accelerating	Accelerating (steeper than B)	Accelerating (less steep than B)
	Relative level change within each condition (Lane and Gast, 2014)						
	A1	-2 (Deteriorating)	-1.6 (Deteriorating)	-0.6 (Deteriorating)	0 (Stable)	-2 (Deteriorating)	-2 (Deteriorating)
Between-condition analysis	B	-0.1 (Deteriorating)	-0.3 (Deteriorating)	1.5 (Improving)	1.9 (Improving)	4.5 (Improving)	0.5 (Improving)
	A2	0.4 (Improving)	0.2 (Improving)	-0.6 (Deteriorating)	-0.2 (Deteriorating)	5 (Improving)	2 (Improving)
	Relative level change between conditions (Gast and Sprigg, 2010, p. 214)						
	B:A1	0.6 (Improving)	0.8 (Improving)	1.7 (Improving)	1.7 (Improving)	3 (Improving)	2 (Improving)
	A2:B	1.3 (Improving)	0.8 (Improving)	0.8 (Improving)	0.4 (Improving)	-1.5 (Deteriorating)	-0.5 (Deteriorating)
	Median level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 230-231)						
	B:A1	0.1 (Improving)	-0.3 (Deteriorating)	2.2 (Improving)	2.4 (Improving)	3.5 (Improving)	2.5 (Improving)
	A2:B	1.7 (Improving)	0.8 (Improving)	1.6 (Improving)	1.6 (Improving)	3.5 (Improving)	1.5 (Improving)
	A2:A1	1.8 (Improving)	0.5 (Improving)	3.8 (Improving)	4 (Improving)	7 (Improving)	4 (Improving)
	Mean level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 231)						
	B:A1	0.2 (Improving)	-0.2 (Deteriorating)	2.2 (Improving)	2.9 (Improving)	3.9 (Improving)	2.6 (Improving)
	A2:B	1.4 (Improving)	0.8 (Improving)	1.4 (Improving)	1.4 (Improving)	5.4 (Improving)	1.4 (Improving)
	A2:A1	1.6 (Improving)	0.5 (Improving)	3.6 (Improving)	4.2 (Improving)	7 (Improving)	4 (Improving)
	Change in trend direction (Gast and Sprigg, 2010, pp. 216-218)						
	B:A1	Improving**	Improving**	Improving	Improving	Improving	Improving
	A2:B	Improving	Improving	Deteriorating	Deteriorating	No Change	Improving**
	A2:A1	Improving	Improving	No change	Deteriorating	Improving	Improving
	Percentage of non-overlapping data (PND) (Gast and Sprigg, 2010, p. 231; Land and Gast 2014, p. 455-456)						
	B:A1	50%	0%	100%	100%	75%	75%
	A2:B	100%	75%	33%	0%	67%	33%

Note: A1 = baseline; B = Intervention; A2 = post-intervention; HP = high predictability; LP = low predictability; Data is stable when 80% of the data points within the stability envelope (Lane and Gast, 2014, p. 451). **same trend, but rate is increasing

QSED

Within-phase inspection. The performance and satisfaction ratings from both the child and the parent showed stability in the data during the baseline (A1 to A3) and post-intervention phases (A8 to A11). During the intervention phase (B4 to B7), performance and satisfaction ratings were stable for the child, but variable for the parent.

As shown in Table 6 and Figure 2 (Appendix 1), during the intervention phase, the child's performance and satisfaction continued to decline, but the rate of deterioration was slower than during the baseline phase. Following the intervention, both the child's performance and satisfaction showed marked improvement. In contrast, the parent's performance and satisfaction improved

during the intervention phase, but these gains were not fully sustained in the post-intervention phase, where both their performance and satisfaction began to slowly deteriorate.

Between-phase inspection. The parent perceived more substantial improvements in both performance and satisfaction during the intervention phase compared to the child, with clear positive changes observed. However, some of these gains were not sustained into the post-intervention phase, as indicated by trend deterioration or stability. The child also perceived benefits from the intervention, particularly in the post-intervention phase, with improvements in both performance and satisfaction, but the changes were less pronounced compared to the parent.

TPF

Within-phase inspection. As shown in Table 6 and Figure 3 (Appendix 1), visual inspection of the data shows stability in the baseline for all three sets of scores. Post-intervention data was stable for total scores and HP sentences. Within the intervention and post-intervention phases, trend direction and relative level change improved for each modality, especially for total and LP scores.

Between-phase inspection. Between conditions, changes in trends suggest improvement between baseline and intervention phases as well as baseline and post-intervention phases for each set of scores (total, HP and LP sentences). However, in the post-intervention phase, the trend direction was steeper for HP scores, deteriorating for LP scores and stable for total scores when compared to the intervention phase. The greatest improvement was observed between the baseline and post-intervention phases. Mean total scores increased by seven words (17,5%), mean HP scores by four words (20%), and mean LP scores by 3.3 words (16,5%).

Participant 2

Table 7 lists the five situations of the QSED that were the most difficult and important for Participant 2.

Table 7: Key and challenging situations identified by Participant 2 in the QSED.

- 2.5 Listen to and understand others during family gathering.
- 3.1 Listen to and understand my teacher's instructions for a task or assignment.
- 3.2 Understand long or multi-step instructions at home.
- 4.1 Use strategies when I haven't understood my teacher or coach. It is difficult to tell my teacher I have trouble understanding.
- 4.3 Use strategies when it's too noisy to understand at school or home. It is difficult to tell when there's too much noise and I can't understand.

Table 8 summarizes Participant 2's analysis for both the QSED and TPF data. Graphical analyses are presented in Appendix 2 (Figures 4 and 5). Only one assessment session was completed post-intervention, which prevented the calculation of a trend.

Table 8: Summary of Participant 2's analysis of both the TPF and QSED data.

Phase	QSED				Test de phrases filtrées (TPF)		
	Child		Parent		Total	Child HP	LP
	Performance	Satisfaction	Performance	Satisfaction			
Within-condition analysis	Level of stability (based on percent of data on or within the stability envelope, Gast and Lane, 2014)						
	A1	Variable	Variable	Stable	Stable	Stable	Stable
	B	Variable	Variable	Stable	Stable	Stable	Stable
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Direction of trend						
	A1	Decelerating	Accelerating	Accelerating	Zero-celerating	Decelerating	Accelerating
	B	Accelerating	Accelerating (less steep than A1)	Accelerating (Steeper than A1)	Accelerating	Accelerating	Accelerating (less steep than A1)
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Relative level change within each condition (Lane and Gast, 2014)						
	A1	-2.2 (Deteriorating)	1.4 (Improving)	0 (No change)	-0.6 (Stable)	0 (No change)	-2 (Deteriorating)
Between-condition analysis	B	0.6 (Improving)	0.4 (Improving)	1.7 (Improving)	2.2 (Improving)	3.5 (Improving)	2.5 (Improving)
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Relative level change between conditions (Gast and Sprigg, 2010, p. 214)						
	B:A1	1.3 (Improving)	1.5 (Improving)	0.3 (Improving)	1.4 (Improving)	3.5 (Improving)	2.5 (Improving)
	A2:B	0.5 (Improving)	3.5 (Improving)	-0.4 (Deteriorating)	0.2 (Improving)	3 (Improving)	0 (No change)
	Median level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 230-231)						
	B:A1	0.1 (Improving)	2.7 (Improving)	1.1 (Improving)	2 (Improving)	4.5 (Improving)	3.5 (Improving)
	A2:B	0.5 (Improving)	3.9 (Improving)	0.5 (Improving)	1.2 (Improving)	5.5 (Improving)	1.5 (Improving)
	A2:A1	0.6 (Improving)	6.6 (Improving)	1.5 (Improving)	3.1 (Improving)	10 (Improving)	5 (Improving)
	Mean level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 231)						
	B:A1	0.3 (Improving)	2.6 (Improving)	0.9 (Improving)	1.9 (Improving)	6.3 (Improving)	3.1 (Improving)
	A2:B	0.8 (Improving)	3.7 (Improving)	0.4 (Improving)	1.3 (Improving)	4.8 (Improving)	1.3 (Improving)
	A2:A1	1.1 (Improving)	6.3 (Improving)	1.3 (Improving)	3.2 (Improving)	11 (Improving)	4.3 (Improving)
	Change in trend direction (Gast and Sprigg, 2010, pp. 216-218)						
	B:A1	Improving	No change	Improving**	Improving	Improving	Improving
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	A2:A1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Percentage of non-overlapping data (PND) (Gast and Sprigg, 2010, p. 231; Land and Gast 2014, p. 455-456)						
	B:A1	0%	75%	50%	100%	100%	75%
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Note: A1 = baseline; B = Intervention; A2 = post-intervention; HP = high predictability; LP = low predictability; Data is stable when 80% of the data points within the stability envelope (Lane and Gast, 2014, p. 451); N/A = not applicable because there was only one measure in the post-intervention phase or no measure at all. *same trend, but rate is decreasing **same trend, but rate is increasing.

QSED

Within-phase inspection. As shown in Table 8 and Figure 4 (Appendix 2), the performance and satisfaction ratings from the parent showed stability in the data during the baseline (A1 to A3).

During the intervention phase (B4 to B7), the parent's ratings were stable for the performance but declining for the satisfaction. The child's performance ratings were variable and declining during the baseline phase while satisfaction ratings were variable and improving. Both performance and satisfaction ratings from the child were variable and showing improvement during the intervention phase.

Between-phase inspection. When comparing trend directions and median level change between phases, improvements were noted for the parent in both performance and satisfaction. Between baseline and intervention phases, the trend direction remained the same for the child's satisfaction ratings, but was improving for the performance ratings. The greatest improvement was noted for satisfaction in both the child's and the parent's ratings.

TPF

Within-phase inspection. As shown in Table 8 and Figure 5 (Appendix 2), data was stable in both the baseline and intervention phases for all three sets of sentences, but the trend direction and relative level change within conditions indicated that the baseline scores were stable for total score, deteriorating for HP scores and improving for LP scores. During the intervention phase, both the trend direction and relative level change improved across all sets of sentences, with the most improvement seen in the total and HP scores.

Between-phase inspection. Between baseline and intervention phases, changes in trend direction suggest improvements for total and HP scores. However, during the intervention phase, the trend for LP scores was less steep than during the baseline phase, but still improving. Except for HP sentences, improvement continued after the end of the intervention. For the three sets of sentences, median level change between conditions suggests improvements across phases. The greatest

improvement was observed between the pre- and post-intervention phases. Indeed, total scores increased by ten words (25%), HP scores by five words (13,8%), and LP scores by 7 words (35%).

Participant 3

Difficult and important situations identified by Participant 3 can be found in Table 9.

Table 9: Key and challenging situations identified by Participant 3 in the QSED.

- 1.5 Listen to and understand my sports coach during leisure activities.
- 2.1 Listen to and understand my teacher or classmates when other students are noisy in the classroom.
- 2.2 Listen to and understand my teacher, coach, or classmates in a large room, like the gym.
- 3.1 Listen to and understand my teacher's instructions for a task or assignment.
- 3.2 Understand long or multi-step instructions at home.
- 4.3 Use strategies when it's too noisy to understand at school or home. It is difficult to tell when there's too much noise and I can't understand.

Table 10 summarizes Participant 3's analysis for both the QSED and TPF data. Graphical analyses are presented in Appendix 3 (Figures 6 and 7). Participant 3 also completed only one measure post-intervention.

Table 10: Summary of Participant 3's analysis of both the TPF and QSED data.

Phase	QSED				Test de phrases filtrées (TPF)		
	Child		Parent		Total	Child HP	LP
	Performance	Satisfaction	Performance	Satisfaction			
Within-condition analysis	Level of stability (based on percent of data on or within the stability envelope, Gast and Lane, 2014)						
	A1	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable
	B	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Direction of trend						
	A1	Accelerating	Decelerating	Accelerating	Decelerating	Accelerating	Accelerating
	B	Decelerating	Decelerating	Zero-celerating	Zero-celerating	Accelerating (steeper than A1)	Accelerating (slightly steeper than A1)
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Relative level change within each condition (Lane and Gast, 2014)						
	A1	0.3 (Improving)	-1.1 (Deteriorating)	0.5 (Improving)	-0.3 (Deteriorating)	1.5 (Improving)	3.5 (Improving)
Between-condition analysis	B	-0.4 (Deteriorating)	-0.7 (Deteriorating)	0 (No change)	0 (No change)	3 (Improving)	1.5 (Improving)
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Relative level change between conditions (Gast and Sprigg, 2010, p. 214)						
	B:A1	-0.5 (Deteriorating)	-0.3 (Deteriorating)	-0.2 (Deteriorating)	-0.2 (Deteriorating)	7 (Improving)	3 (Improving)
	A2:B	0.1 (Improving)	0.2 (Improving)	-0.1 (Deteriorating)	0 (No change)	0 (No change)	1.5 (Improving)
	Median level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 230-231)						
	B:A1	-0.7 (Deteriorating)	-1.2 (Deteriorating)	-0.1 (Deteriorating)	-0.4 (Deteriorating)	10 (Improving)	5 (Improving)
	A2:B	-0.1 (Deteriorating)	0 (No change)	-0.1 (Deteriorating)	0 (No change)	2 (Improving)	2 (Improving)
	A2:A1	-0.8 (Deteriorating)	-1.2 (Deteriorating)	-0.2 (Deteriorating)	-0.4 (Deteriorating)	12 (Improving)	7 (Improving)
	Mean level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 231)						
	B:A1	-0.7 (Deteriorating)	-1.1 (Deteriorating)	0 (No change)	-0.4 (Deteriorating)	9.5 (Improving)	4.4 (Improving)
	A2:B	-0.1 (Deteriorating)	-0.2 (Deteriorating)	-0.1 (Deteriorating)	0 (No change)	1.5 (Improving)	2.3 (Improving)
	A2:A1	-0.8 (Deteriorating)	-1.2 (Deteriorating)	-0.1 (Deteriorating)	-0.4 (Deteriorating)	11 (Improving)	6.6 (Improving)
	Change in trend direction (Gast and Sprigg, 2010, pp. 216-218)						
	B:A1	Deteriorating	No change	Deteriorating	Improving	Improving**	Improving**
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	A2:A1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Percentage of non-overlapping data (PND) (Gast and Sprigg, 2010, p. 231; Land and Gast 2014, p. 455-456)						
	B:A1	0%	0%	0%	0%	100%	75%
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Note: A1 = baseline; B = Intervention; A2 = post-intervention; HP = high predictability; LP = low predictability; Data is stable when 80% of the data points within the stability envelope (Lane and Gast, 2014, p. 451); N/A = not applicable because there was only one measure in the post-intervention phase or no measure at all. **same trend, but rate is increasing.

QSED

Within-phase inspection. As shown in Table 10 and Figure 6 (Appendix 3), ratings for performance and satisfaction by both the child and the parent were stable in all three phases. During the baseline, the trend direction aligned with the relative level change, showing improvement in the performance ratings for both the child and the parent, but a deceleration in their satisfaction ratings. During the intervention phase, the trend direction and relative level change indicated a deterioration in the child's ratings of both performance and satisfaction, while the parent's ratings showed no change.

Between-phase inspection. When comparing the trend direction between baseline and intervention phases, an improvement was noted in the parent's satisfaction ratings, while both the child and the parent reported a deterioration in performance ratings. Trend direction between phases showed no change in the child's satisfaction ratings. The median level change between phases was deteriorating across phases for the child's and the parent's satisfaction and performance ratings.

TPF

Within-phase inspection. As shown in Table 10 and Figure 7 (Appendix 3), data remained stable in both the baseline and intervention phases across all three sets of sentences. The trend direction and relative level change show that the scores for total and HP sentences improved in the baseline phase, while scores for LP sentences remained stable. Trend directions and relative level change suggest improvement in scores for each set of sentences in the intervention phase.

Between-phase inspection. Changes in trend directions between baseline and intervention phases suggest improvement for all three sets of sentences. For the scores of the total and HP sentences, the trend direction became steeper during the intervention phase. For the three sets of sentences,

median level changes suggest improvement between baseline and intervention phases and baseline and post-intervention phases. LP sentence scores showed a deterioration between intervention and post-intervention phases. Between the baseline and intervention phases, the median of the total scores increased by ten words (25%), HP scores by five words (13,8%), and LP scores by 4.5 words (22.5%). When comparing baseline median level with post-intervention medial level, total scores improved by twelve words (30%), HP scores by seven words (35%), and LP scores by 4 words (20%).

Participant 4

The five situations that were most difficult and important for Participant 4 are displayed in Table 11.

Table 11: Key and challenging situations identified by Participant 4 in the QSED.

-
- 2.4 Listen to and understand others while driving in a car.
 - 3.1 Listen to and understand my teacher’s instructions for a task or assignment.
 - 3.2 Understand long or multi-step instructions at home.
 - 4.2 Use strategies when I don’t understand a student’s answer in class. It is difficult to say when I have trouble understanding.
 - 4.4 Use strategies if I don’t understand my friends while playing. It is difficult to say when I have trouble understanding.
-

Table 12 summarizes Participant 4’s analysis for both the QSED and TPF data. Graphical analyses are presented in Appendix 4 (Figures 8 and 9). Note that no measures were completed after the intervention.

Table 12: Summary of Participant 4's analysis of both the TPF and QSED data.

Phase	QSED				Test de phrases filtrées (TPF)		
	Child		Parent		Total	Child HP	LP
	Performance	Satisfaction	Performance	Satisfaction			
Within-condition analysis	Level of stability (based on percent of data on or within the stability envelope, Gast and Lane, 2014)						
	A1	Variable	Stable	Variable	Variable	Stable	Variable
	B	Variable	Variable	Stable	Variable	Stable	Variable
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Direction of trend						
	A1	Decelerating	Decelerating	Accelerating	Accelerating	Accelerating	Decelerating
	B	Accelerating	Accelerating	Accelerating (steeper than A1)	Accelerating (steeper than A1)	Decelerating	Accelerating (steeper than A1)
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Relative level change within each condition (Lane and Gast, 2014)						
	A1	-0.5 (Deteriorating)	-0.7 (Deteriorating)	1.2 (Improving)	1.4 (Improving)	1 (Improving)	-1 (Deteriorating)
Between-condition analysis	B	1.2 (Improving)	1.3 (Improving)	1.4 (Improving)	2.4 (Improving)	2.5 (Improving)	-1 (Deteriorating)
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4 (Improving)
	Relative level change between conditions (Gast and Sprigg, 2010, p. 214)						
	B:A1	1.5 (Improving)	1 (Improving)	1.1 (Improving)	0.9 (Improving)	4 (Improving)	4 (Improving)
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-0.5 (Deteriorating)
	Median level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 230-231)						
	B:A1	2.3 (Improving)	1.8 (Improving)	2.4 (Improving)	2.6 (Improving)	5 (Improving)	2.5 (Improving)
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3 (Improving)
	A2:A1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Mean level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 231)						
	B:A1	1.9 (Improving)	1.3 (Improving)	2.2 (Improving)	2.4 (Improving)	5.8 (Improving)	3 (Improving)
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.5 (Improving)
	A2:A1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Change in trend direction (Gast and Sprigg, 2010, pp. 216-218)						
	B:A1	Improving	Improving	Improving**	Improving	Improving	No change
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Improving
	A2:A1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Percentage of non-overlapping data (PND) (Gast and Sprigg, 2010, p. 231; Land and Gast 2014, p. 455-456)						
	B:A1	75%	75%	67%	33%	100%	100%
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	75%	N/A

Note: A1 = baseline; B = Intervention; A2 = post-intervention; HP = high predictability; LP = low predictability; Data is stable when 80% of the data points within the stability envelope (Lane and Gast, 2014, p. 451); N/A = not applicable because there was only one measure in the post-intervention phase or no measure at all. **same trend, but rate is increasing.

QSED

Within-phase inspection. As shown in Table 12 and Figure 8 (Appendix 4), Participant 4's performance ratings were variable during both baseline and intervention phases. Their satisfaction ratings were stable during the baseline phase, but variable during the intervention phase. The parent's performance ratings were variable during the baseline phase and stable during the intervention phase. Satisfaction ratings were variable in both phases for the parents. Trend direction and relative level change indicated that the parent's performance and satisfaction ratings were improving in both baseline and intervention phases. Both the child's performance and satisfaction ratings were deteriorating in the baseline phase and improving in the intervention phase.

Between-phase inspection. For between phases trend direction, positive changes were noted for both the child and the parent’s satisfaction and performance ratings. However, a lesser magnitude of change in the parent’s performance ratings was observed. The median level change between phases was improving from baseline to intervention for each condition.

TPF

Within-phase inspection. As can be seen in Table 11 and Figure 9 (Appendix 4), data was stable in the baseline and intervention phases for the total score, while it was variable and improving in both phases for LP sentences. For HP sentences, data was stable in the baseline phase and variable and deteriorating in the intervention phase.

Between-phase inspection. Trend directions for total score and LP scores did not change, but were steeper in the intervention phase compared to the baseline phase. Thus, trend direction suggest improvement between baseline and intervention phases for total score and LP sentences scores. For HP scores, there was no change in trend direction, indicating stability in the results for HP sentences. Between baseline and intervention phases, the median of the total scores increased by five words (12.5%), HP scores by four words (20%), and LP scores by three words (13%).

Participant 5

Table 13 lists the five situations of the QSED that were the most difficult and important for Participant 5.

Table 13: Key and challenging situations identified by Participant 5 in the QSED.

-
- 1.1 Listen to and understand the teacher is talking in front of the class.
 - 1.3 Listen to and understand my friends when we work together in a group.
 - 3.1 Listen to and understand my teacher’s instructions for a task or assignment.
 - 3.2 Understand long or multi-step instructions at home.
 - 4.1 Use strategies when I haven’t understood my teacher or coach. It is difficult to tell my teacher I have trouble understanding.
-

Table 14 summarizes Participant 5's analysis for both the QSED and TPF data. Graphical analyses are displayed in Appendix 5 (Figures 10 and 11).

Table 14: Summary of Participant 5's analysis of both the TPF and QSED data.

Phase	QSED				Test de phrases filtrées (TPF)		
	Child Performance	Satisfaction	Parent Performance	Satisfaction	Total	Child HP	LP
Within-condition analysis	Level of stability (based on percent of data on or within the stability envelope, Gast and Lane, 2014)						
	A1	Stable	Variable	Stable	Stable	Variable	Stable
	B	Variable	Variable	Variable	Stable	Stable	Stable
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Direction of trend						
	A1	Decelerating	Accelerating	Accelerating	Zero-celerating	Accelerating	Accelerating
	B	Accelerating	Accelerating	Accelerating (Steeper than A1)	Accelerating	Accelerating (less steep than A1)	Accelerating
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Relative level change within each condition (Lane and Gast, 2014)						
	A1	-0.3 (Deteriorating)	1 (Improving)	0.1 (Improving)	0 (Stable)	3 (Improving)	2.5 (Improving)
Between-condition analysis	B	0.9 (Improving)	0.9 (Improving)	0.9 (Improving)	0.5 (Improving)	1 (Improving)	0.5 (Improving)
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Relative level change between conditions (Gast and Sprigg, 2010, p. 214)						
	B:A1	1.4 (Improving)	0.8 (Improving)	0 (No change)	0.2 (Improving)	0.5 (Improving)	0.5 (Improving)
	A2:B	0.4 (Improving)	0.1 (Improving)	1.3 (Improving)	2.2 (Improving)	2.5 (Improving)	-0.5 (Deteriorating)
	Median level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 230-231)						
	B:A1	1.3 (Improving)	1.3 (Improving)	0.6 (Improving)	0.4 (Improving)	3.5 (Improving)	2.5 (Improving)
	A2:B	1.1 (Improving)	1 (Improving)	1.6 (Improving)	2.5 (Improving)	2 (Improving)	3 (Improving)
	A2:A1	2.4 (Improving)	2.3 (Improving)	2.2 (Improving)	2.9 (Improving)	5.5 (Improving)	5.5 (Improving)
	Mean level change (Gast and Sprigg, 2010, p. 231)						
	B:A1	1.7 (Improving)	1.8 (Improving)	0.5 (Improving)	0.5 (Improving)	2.8 (Improving)	2.3 (Improving)
	A2:B	0.9 (Improving)	0.6 (Improving)	1.8 (Improving)	2.5 (Improving)	2.8 (Improving)	3 (Improving)
	A2:A1	2.6 (Improving)	2.3 (Improving)	2.3 (Improving)	2.9 (Improving)	5.5 (Improving)	5.3 (Improving)
	Change in trend direction (Gast and Sprigg, 2010, pp. 216-218)						
	B:A1	Improving	No change	Improving**	Improving	Deteriorating*	Deteriorating*
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	A2:A1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Percentage of non-overlapping data (PND) (Gast and Sprigg, 2010, p. 231; Land and Gast 2014, p. 455-456)						
	B:A1	100%	50%	75%	75%	25%	0%
	A2:B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Note: A1 = baseline; B = Intervention; A2 = post-intervention; HP = high predictability; LP = low predictability; Data is stable when 80% of the data points within the stability envelope (Lane and Gast, 2014, p. 451); N/A = not applicable because there was only one measure in the post-intervention phase or no measure at all. *same trend, but rate is decreasing

**same trend, but rate is increasing.

QSED

Within-phase inspection. As shown in Table 14 and Figure 9 (Appendix 5), during the baseline phase, data was stable for the parent's ratings of performance and satisfaction as well as the child's ratings of performance. Variability was observed in the child's satisfaction ratings. In the intervention phase, all the data was variable and improving.

Between-phase inspection. When comparing trend directions between phases, improvements were noted for the parent's ratings in both performance and satisfaction as well as the child's ratings of performance. However, no change was noted in trend direction for the child's satisfaction ratings. The greatest improvements were noted between baseline and post-intervention

phases. Continued progress after the intervention ended was seen in the parent's performance and satisfaction ratings. Some improvement was also noted by the child, but with lesser magnitude.

TPF

Within-phase inspection. As shown in Table 14 and Figure 9 (Appendix 5), data was stable in the baseline and intervention phases for the total score and LP sentence scores. For HP sentence scores, data was variable in the baseline phase and stable in the intervention phase. The trend direction and relative level change within the baseline phase indicated that the scores were improving for the three sets of sentences, but with less magnitude for LP sentence scores. Within the intervention phase, improvement across the three sets of sentences was noted.

Between-phase inspection. Between baseline and intervention phases, the trend direction remained unchanged. However, the trend for total and HP sentence scores was less steep during the intervention phase. Between baseline and intervention phases, the median of sets of scores increased, with the greatest improvement being in the total and HP sentence scores. Median level change was greatest between baseline and post-intervention phases for the total score (13.8%) and HP sentence scores (26.5%). No change was noted for the LP sentence scores between baseline and post-intervention phases.

Outcome measures: Pre- and Post-intervention

Children's results obtained at the two series of outcome measures during the baseline phase of the study, as well as the post-intervention outcome measures, are displayed in Table 15. The parent's results at the ECLiPS are displayed in Table 16. Participant 4 and the parent did not complete post-intervention measures.

The LIFE-R questionnaire was completed by each child twice before the intervention and once after. Baseline results at the LIFE-R did not show stability particularly for Participant 2. Indeed,

Participant 2's scores improved 3.6 points during the baseline measures suggesting the results were not stable before the intervention. Compared to pre-training scores, the results did not show improvements after the intervention, suggesting that the children did not perceive any reduction in their listening difficulties at school.

Table 15: Children's results on the pre- and post-intervention outcome measures.

Outcome measure	Participant	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2
LIFE-R (Mean score for the 15 questions)	1	7.5	7.9	6.9	7.7
	2	3.5	7.1	4.7	N/A
	3	4.3	4.9	4.5	N/A
	5	6.2	5.4	5.5	N/A
CDTT SRT in noise dB (S.D.)	1	-10.4 (2.1)	-11.6 (1.9)	-10.9 (2)	-10.2 (1.9)
	2	-10.6 (2)	-10.0 (2.3)	-11.5 (1.7)	N/A
	3	-11.3 (2)	-11.5 (1.9)	-12.0 (1.7)	N/A
	5	-10.6 (1.3)	-10.7 (2.2)	-10.0 (1.4)	N/A
CELF USP Percentile (z-score)	1	N/A	16 (-0.99)	75 (0.67)	N/A
	2	N/A	9 (-1.34)	16 (-0.99)	N/A
	3	N/A	75 (0.67)	91 (1.34)	N/A
	5	N/A	25 (-0.67)	50 (0)	N/A
CELF NR-F Percentile (z-score)	1	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	16 (-0.99)	16 (-0.99)	N/A
	3	N/A	50 (0)	50 (0)	N/A
	5	N/A	16 (-0.99)	25 (-0.67)	N/A
CELF NR-B Percentile (z-score)	1	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	37 (-0.33)	37 (-0.33)	N/A
	3	N/A	84 (0.99)	25 (-0.67)	N/A
	5	N/A	5 (-1.66)	37 (-0.33)	N/A
CELF NR-Total Percentile (z-score)	1	N/A	N/A	N/A	N/A
	2	N/A	16 (-0.99)	16 (-0.99)	N/A
	3	N/A	75 (0.67)	50 (0)	N/A
	5	N/A	5 (-1.66)	25 (-0.67)	N/A

Legend: CDTT = Canadian Digit Triplet Test; CELF = Clinical Evaluation of Fundamental Language – French Canadian Version Life-R = Listening Inventory for Education – Revised; USP = Understanding spoken paragraphs; NR-F = Number repetition – forward; NR-B = Number repetition – backward; NR-Total = Number repetition – total; S.D. = standard deviation; SRT = speech recognition threshold.

The speech recognition thresholds (SRT) obtained at the CDTT during the baseline measures (Pre1 and Pre2) show an improvement of 1.2 dB for Participant 1, a deterioration of 0.6 dB for Participant 2, an improvement of 0.2 dB for Participant 3, and an improvement of 0.1 dB for Participant 5. When comparing the post-intervention scores to the best SRT obtained at the baseline measures, Participant 2 and Participant 3 showed an improvement. Participant 2's SRT in noise improved by 0.9 dB compared to the best pre-intervention score, while Participant 3's SRT in noise improved by 0.5 dB compared to the pre-intervention results. However, these difference in scores do not

exceed the standard deviation of the normative data (0.98 dB for 9 years old, and 0.85 dB for 11 years old) (Lagacé, 2018) suggesting that these improvements were not significant.

The USP and NR subtests of the CELF (Secord et al., 2009), were only administered once before and once after the intervention. Results in percentiles were converted to z-score. To explore improvement, the z-scores before and after the intervention were compared.

Percentiles for the three CELF subtests are presented in Table 15. For the USP subtest, scores improved for all the children, with Participant 1 showing the most change, improving approximately by 1.66 standard deviation (S.D.). Participant 2 improved by 0.35 (S.D.), Participant 3 by 0.67 S.D. and Participant 5 by 0.67 S.D.

For the NR-F subtest, participants showed no notable changes, except for a slight improvement in Participant 5, which increased by 0.32 S.D. In the NR-B subtest, Participant 5 improved by nearly 1.3 S.D., moving from below to within the normative range. Conversely, Participant 3's scores declined by 1.68 S.D. between pre- and post-intervention assessments. However, this decrease is less noticeable when considering the total score for NR. Results for Participant 2' remained unchanged between pre- and post-assessments.

The ECLiPS questionnaires provides information on the parent's perception of their child's communication skills (refer to Table 16). The scores for each category were converted to percentiles. A score below the 10th percentile is clinically significant and suggests difficulties (Barry & Moore, 2015).

Table 16: Parent's pre- and post-intervention results for the ECLiPS.

Category	Participant	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2
Speech & Auditory Processing (Percentile)	1	1	1	1	< 1
	2	25	5	3	N/A
	3	< 1	< 1	< 1	N/A
	5	1	3	1	N/A
Environmental & Auditory Sensitivity (Percentile)	1	2	5	< 1	5
	2	20	10	25	N/A
	3	1	1	1	N/A
	5	2	1	1	N/A
Language, Literacy, Laterality (Percentile)	1	< 1	< 1	2	1
	2	< 1	5	2	N/A
	3	1	< 1	< 1	N/A
	5	< 1	< 1	< 1	N/A
Memory & Attention (Percentile)	1	< 1	1	1	< 1
	2	1	1	1	N/A
	3	< 1	< 1	< 1	N/A
	5	1	1	10	N/A
Pragmatic & Social Skills (Percentile)	1	5	5	5	< 1
	2	10	5	5	N/A
	3	10	5	5	N/A
	5	10	5	10	N/A

Legend: ECLiPS = Evaluation of Children's Listening and Processing Skills

Overall, most items show reasonable stability, but a few show some differences, indicating that some variability may be present in the measurements. Namely, Participant 2's results changed from 20th to 10th percentile for *environmental and auditory sensitivity* and from 25th to 5th percentile for *speech and auditory processing* during the baseline phase.

Except for some of the pre-intervention measures of Participant 2, all the results from the pre- and post-assessments are below the 10th percentile for the *speech and auditory processing* category, suggesting no change following the intervention. Except for Participant 2, no noticeable change was noted for any participant in the *environmental and auditory sensitivity* category. Participant 2's scores declined from the 20th to the 10th percentile during the baseline assessment, but improved to the 25th percentile after the intervention. Furthermore, there were no changes observed in the categories of *language/ literacy/laterality* and *pragmatic and social skills* both during the baseline phase and when compared to the post-intervention measures. Post-intervention, Participant 5 was the sole individual in the *memory and attention* category to achieve scores above the first percentile, contrasting with all other children who maintained scores at or below this percentile.

Relative to the first result, Participant 5 showed an improvement of approximately 1.05 S.D., indicating a shift towards better performance.

4. Discussion

The aim of this non-concurrent multiple baseline single subject design was to explore the impact of RéBriCo on the listening abilities and participation in daily activities of school-aged children who have listening in noise difficulties.

Effectiveness of the Training program for communication breakdown repair strategies (RéBriCo)

The results of this study demonstrate that RéBriCo can be beneficial for children experiencing SIN difficulties. RéBriCo may be an effective intervention for enhancing listening and communication skills. All children showed improvement in HP sentences which could suggest improvement in using linguistic context and perceiving degraded speech. However, these conclusions are limited by the low test-retest stability of the TPF, particularly with individual scores for HP and LP sentences. Nonetheless, during the baseline phase, total scores were stable, as well as the scores of HP sentences, with the exception of Participant 5, and LP sentences, except for Participant 4. Therefore, looking at the scores for these sentence sets may offer insights into the types of improvements that contributed to the overall enhancement in total scores.

Additionally, four children reported enhanced self-assessment of their performance and satisfaction with their listening and communication abilities in important situations. However, one child and their parent did not observe any noticeable change.

The impact of the intervention was less clear on the various abilities explored by the pre- and post-intervention measures. First, the speech recognition thresholds (SRT) measured at the CDTT showed variability between baseline and post-intervention scores. Only two participants showed

782 improved SRT in noise post-intervention; however, these improvements were not clinically
783 significant, suggesting that the intervention did not lead to substantial enhancements in speech in
784 noise abilities overall.

785 Second, the scores at the USP subtest indicated that all children showed improvement in their
786 ability to use linguistic context for understanding spoken instructions, making inferences, and
787 answering questions about a short story. This assessment aligns with the intervention's focus on
788 enhancing this specific metalinguistic skill and the results corroborates the improvements noted at
789 the HP sentences during and post-intervention. This suggests that the intervention had a positive
790 impact on the children's performance in the USP subtests, particularly in Participant 1.

791 Third, the impact of the intervention on short-term auditory memory and working memory was
792 explored with the NR subtest while one participant demonstrated improvements in auditory short-
793 term and working memory, the overall variability in responses suggests that the intervention's
794 impact was limited.

795 Finally, the ECLiPS was filled out by the parents before and after the intervention to determine
796 the primary areas in which the child experiences listening difficulties and whether changes in these
797 areas were noted post-intervention (ie, speech and auditory processing; pragmatic and social skills;
798 memory and attention; language, literacy, laterality; and, environmental and auditory sensitivity).
799 While the intervention led to some improvements for specific participants, particularly in memory
800 and attention for Participant 5 and auditory sensitivity for Participant 2, it did not result in
801 significant changes across most areas and participants. The overall effectiveness of the intervention
802 seems limited when explored with this particular outcome measure. The ECLiPS may not be
803 sensitive enough to detect the changes brought about by RéBriCo. Additionally, the skills acquired

during the intervention sessions may not have fully translated into the specific listening abilities assessed by the ECLiPS.

Tailoring interventions to individual needs or exploring alternative methods might enhance effectiveness for a broader range of participants. No known study has focus on teaching children with APD or SIN difficulties how to use metacognitive skills, such as problem solving, to repair communication breakdowns (Bigras et al., 2024). As reported in Bigras et al. (2024)'s scoping review, two studies (Bellis & Anzalone, 2008; Putter-Katz et al., 2008) included metacognitive awareness in a multimodal intervention program for children who had APD or AP difficulties. Improvements in auditory processing skills were noted post-intervention; however, it is difficult to determine the extent to which metacognitive skills training contributed to the results (Bellis & Anzalone, 2008; Putter-Katz et al., 2008).

For an intervention to be successful and impactful, it must address specific deficits as well as the daily challenges that are important for the individual, thereby producing meaningful and relevant changes (Crosby et al., 2003; Law et al., 2019). In the current study, the QSED, a novel questionnaire, was used to identify listening situations that are particularly challenging and important for the child. This approach, which tailors the outcome measure to the needs of the individual, can result in varying degrees and types of change, partly because the selected situations differ for each individual, as was illustrated with this study. This questionnaire also highlights the impact of the intervention on the child's participation in daily life, particularly the generalization of the skills learned during the intervention and their application in interactions with others (Peterson, 2009). Incorporating generalization measures can contribute to the external validity of the intervention studied (Krasny-Pacini & Evans, 2018). The QSED provides more comprehensive information than the typical LIFE used in intervention studies (Cameron et al., 2012; Cameron &

Dillon, 2011; Stavrinou et al., 2020; Tomlin & Vandali, 2019), as it measures the impact of the intervention on children's perceptions of their listening difficulties in a broader range of situations, not just in school settings, but also in situations that are valuable for them.

As noted in the scoping review by Bigras et al. (2024), only Negin et al. (2018) employed a single subject design protocol to measure the effectiveness of an intervention for school-aged children with AP difficulties. They specifically investigated the impact of phonemic training on enhancing phonemic awareness and dichotic listening abilities (Negin et al., 2018). Single subject designs contribute valuable information to the body of research on interventions by measuring changes over time and offer insights into the immediacy of intervention effectiveness (Cohen et al., 2014). They may also provide a more naturalistic setting that could enhance external validity.

Limitations and future research

The current study has some limitations that warrant consideration. In regard to the repeated outcome measures, the QSED relied on self-assessment, which may introduce biases and limitations in capturing proper objective outcomes as children needed to grasp the concept of subjectively measuring their ability to perform a task or skill. Moreover, the number of situations identified with the QSED may have been overly ambitious and focusing on fewer listening situations might have led to more significant improvements. Furthermore, the reliability of the results obtained with the TPF may be questioned as it is still under development. Psychometric data are needed to better understand its test-retest stability and responsiveness, for example.

There is a lack of clear guidelines regarding the ideal intervention schedule, specifically concerning the duration and the frequency of the sessions (Bigras et al., 2024). An optimal schedule could lead to better outcomes by ensuring participants have enough time to learn and practice new concepts without being overwhelmed or losing interest. Future studies should provide

more insights on the rationale behind the selection of the intervention schedule, which is crucial for replicating successful outcomes and informing best practices in clinical and educational settings. By exploring these aspects, future research can help tailor interventions to address the unique needs of various populations and contexts.

The intervention program RéBriCo's impact was explored on only five participants with SIN or binaural integration difficulties, limiting generalizability to a broader population. Group-level measurements would be necessary to draw more comprehensive conclusions.

Visually analyzing data stability revealed inconsistencies in baseline phases, indicating inadequate experimental control in some cases. Although there was a general trend towards improvement over time, variations could be attributed to factors such as recalibration (QSED), maturation (QSED and TPF), measurement instability (notably the ICC for children's performance was suboptimal), and the effects of practice (TPF).

While the study enhances understanding of intervention impacts and the behavior of questionnaires and performance measures over time, its findings are limited to the study participants. Concurrent issues, such as ADHD affecting executive functions like problem-solving and planning abilities, may have influenced progress rates. Addressing these limitations could provide a more robust foundation for future research in this area.

The present pilot study did not include children with a formal diagnosis of APD. Therefore, a critical next step would be to explore the effectiveness of the program specifically within this population. The current findings demonstrated improvement among a broader group of children who experienced listening difficulties, suggesting that the program has potential for children with APD. Additionally, the study established the feasibility of the program, as all participants were able to complete the intervention, with the exception of one child who attended seven out of eight

sessions due to a scheduling conflict. This feasibility, combined with the observed improvements, supports further investigation with children diagnosed with APD to determine the program's efficacy in this specific population.

5. Conclusion

This SCED explored the impact of RéBriCo on five school-aged children who have listening difficulties, namely SIN or binaural integration difficulties. RéBriCo has shown promise as a beneficial intervention in these five cases, potentially enhancing their listening and communication skills. The current study demonstrated that all children made improvement in using linguistic context and perceiving degraded speech. Most participants reported improved self-assessment of their performance and increased satisfaction with their listening and communication abilities in key situations. These self-reports corroborated parents' assessment scores of their children's performance and their satisfaction level. Further studies are needed to examine the impact of such a training in a multimodal approach to intervention and with a greater cohort.

Acknowledgments: The authors extend their heartfelt thanks to Professor Benoît Jutras and Professeure Jacinthe Savard for generously providing invaluable comments and insights on the manuscript. The authors would like to thank Caryn Bursch, Josée Lemaire, Catherine Belzile, and the Conseil scolaire de district catholique de l'Est ontarien, particularly Isabelle Arcand and Charlotte Laflèche, for their invaluable support during participant recruitment. To the children who participated in the project, the authors extend their deepest gratitude. They also thank the parents of the children who participated in both phases of the study, whose collaboration was essential.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

6. References

- American Speech-Language-Hearing Association. (2005). *Central auditory processing disorder*. American Speech-Language-Hearing Association. [https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20\(2005\)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization](https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20(2005)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization)
- Anderson, K., L., Smaldino, J., J., & Spangler, C. (2011). *Listening Inventory for Education—Revised*. <https://teachertoolstakeout.com/0099-observation-checklists>
- Auclair, N., Frigon, C., & St-Amant, G. (2023). *Faits saillants sur la langue française en Ontario en 2021*. Statistiques Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/89-657-x/89-657-x2023017-fra.htm>
- Bamiou, D.-E., Campbell, N., & Sirimanna, T. (2006). Management of auditory processing disorders. *Audiological Medicine*, 4(1), 46–56. <https://doi.org/10.1080/16513860600630498><http://dx.doi.org/10.1080/16513860600630498>
- Barry, J. G., & Moore, D. R. (2015). *ECLiPS: Evaluation of Children’s Listening and Processing Skills. Technical Manual. Edition 2*. MRC.
- Barry, J. G., Tomlin, D., Moore, D. R., & Dillon, H. (2015). Use of questionnaire-based measures in the assessment of listening difficulties in school-aged children. *Ear and Hearing*, 36(6), e300–e313. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000180>
- Bellis, T., & Anzalone, A. (2008). Intervention approaches for individuals with (central) auditory processing disorder. *Contemporary Issues in Communication Science & Disorders*, 35, 143–153. CINAHL. https://doi.org/10.1044/cicsd_35_f_143

919 Bigras, J., Lagacé, J., El Mawazini, A., & Lessard-Dostie, H. (2024). Interventions for school-
 920 aged children with auditory processing disorder: A scoping review. *Healthcare*, 12(12),
 921 1161. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121161>
 922 Cameron, S., & Dillon, H. (2011). Development and evaluation of the LiSN & Learn auditory
 923 training software for deficit-specific remediation of binaural processing deficits in
 924 children: Preliminary findings. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(10),
 925 678–696. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.10.6>
 926 Cameron, S., Glyde, H., & Dillon, H. (2012). Efficacy of the LiSN & Learn auditory training
 927 software: Randomized blinded controlled study. *Audiology Research*, 2(1), 86–93.
 928 <https://doi.org/10.4081/audiores.2012.e15>
 929 Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology.
 930 (2012). *Canadian guidelines on auditory processing disorder in children and adults:*
 931 *Assessment and intervention*. 83. Canadian Interorganizational Steering Group for
 932 Speech-Language Pathology and Audiology.
 933 Chermak, G. D. (2014). Central resources training: Cognitive, metacognitive, and metalinguistic
 934 skills and strategies. In F. E. Musiek & G. D. Chermak, *Handbook of central auditory*
 935 *processing disorder: Comprehensive intervention*. (2nd ed., Vol. 2, pp. 243–309). Plural
 936 Publishing Inc.
 937 Christmann, C. A., Lachmann, T., & Steinbrink, C. (2015). Evidence for a general auditory
 938 processing deficit in developmental dyslexia from a discrimination paradigm using
 939 speech versus nonspeech sounds matched in complexity. *Journal of Speech, Language,*
 940 *and Hearing Research*, 58(1), 107–121. https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-L-14-0174

941 Chung, H., Baik, K., Cheon, J., Kim, Y. T., & Yim, D. (2024). Children's communication repair
 942 strategies: Online versus face-to-face interaction. *Journal of Communication Disorders*,
 943 108, 106406. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2024.106406>
 944 Cohen, L. L., Feinstein, A., Masuda, A., & Vowles, K. E. (2014). Single-case research design in
 945 pediatric psychology: Considerations regarding data analysis. *Journal of Pediatric*
 946 *Psychology*, 39(2), 124–137. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jst065>
 947 Crosby, R. D., Kolotkin, R. L., & Williams, G. R. (2003). Defining clinically meaningful change
 948 in health-related quality of life. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56(5), 395–407.
 949 [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(03\)00044-1](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(03)00044-1)
 950 Denman, I., Banajee, M., & Hurley, A. (2015). Dichotic listening training in children with
 951 autism spectrum disorder: A single subject design. *International Journal of Audiology*,
 952 54(12), 991–996. Scopus. <https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1070308>
 953 Dockrell, J. E., & Shield, B. M. (2006). Acoustical barriers in classrooms: The impact of noise
 954 on performance in the classroom. *British Educational Research Journal*, 32(3), 509–525.
 955 <https://doi.org/10.1080/01411920600635494>
 956 Dunn, L. M., Dunn, L. M., & Thériault-Whalen, C. M. (1993). *L'Échelle de vocabulaire en*
 957 *images Peabody (EVIP)* (Version Quatrième édition) [Computer software]. Toronto:
 958 PSYCAN.
 959 Elfenbein, J. L. (1992). Coping with communication breakdown: A program of strategy
 960 development for children who have hearing losses. *American Journal of Audiology*, 1(3),
 961 25–29. <https://doi.org/10.1044/1059-0889.0103.25>
 962 Ferguson, M. A., & Moore, D. R. (2014). Auditory processing performance and nonsensory
 963 factors in children with specific language impairment or auditory processing disorder.

964 *Seminars in Hearing*, 35(1), 1–14. CINAHL. <https://doi.org/10.1055/s-0033->
965 1363520.ISSN

966 Fitzpatrick, E., Squires, B., & Kay-Raining Bird, E. (2020). What’s that you say?
967 Communication breakdowns and their repairs in children who are deaf or hard of hearing.
968 *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 25(4), 490–504.
969 <https://doi.org/10.1093/deafed/ena010>

970 Fortin, S., Plante, S., McMahon-Morin, P., Rezzonico, S., Rioux, E. J., Paquet, M., Leroux, T., &
971 Jutras, E. B. (2024). Exploring the effects of a repair strategies training program among
972 children with auditory processing disorder: A pilot study. *International Journal of*
973 *Pediatric Otorhinolaryngology*, 111995. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2024.111995>

974 Gagné, J.-P., & Jennings, M. B. (2011). Incorporating a client-centered approach to audiologic
975 rehabilitation. *ASHA Leader*, 16(8), 10–13. Gale Academic OneFile.

976 Gan, R. W. C., Daniel, M., Ridley, M., & Barry, J. G. (2018). Quality of questionnaires for the
977 assessment of otitis media with effusion in children. *Clinical Otolaryngology*, 43(2),
978 572–583. <https://doi.org/10.1111/coa.13026>

979 Gast, D. L., Lloyd, B. P., & Ledford, L. (2018). Multiple Baseline and Multiple Probe Designs.
980 In *Single case research methodology: Applications in special education and behavioral*
981 *sciences* (Third Edition, pp. 239–281). Routledge.

982 Gast, D. L., & Spriggs, A. D. (2010). Visual Analysis of Graphic Data. In *Single subject*
983 *research methodology in behavioral sciences* (pp. 199–233). Routledge.
984 <https://doi.org/10.4324/9780203877937>

985 Gheller, F., Lovo, E., Arsie, A., & Bovo, R. (2020). Classroom acoustics: Listening problems in
986 children. *Building Acoustics*, 27(1), 47–59. <https://doi.org/10.1177/1351010X19886035>

- 987 Gibson, C. L., & Caissie, R. (1994). The Effectiveness of Repair Strategy Intervention with a
 988 Hearing-Impaired Adult. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 18(1),
 989 14–22.
- 990 Giguère, C., Lagacé, J., Ellaham, N. N., Pichora-Fuller, M. K., Goy, H., Bégin, C., Alary, É., &
 991 Bowman, R. (2020). Development of the Canadian Digit Triplet Test in English and
 992 French. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(3), EL252–EL258.
 993 <https://doi.org/10.1121/10.0000825>
- 994 Giroux, S., Parent, V., & Guay, M.-C. (2010). La remédiation cognitive et la remédiation
 995 métacognitive pour les personnes ayant un TDAH: Deux stratégies d'intervention
 996 novatrices et pourquoi pas complémentaires ? *Journal de Thérapie Comportementale et*
 997 *Cognitive*, 20(3), 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2010.09.004>
- 998 Gravel, E. (2018, January 29). Olga explains the scientific method: Free printable. *Elise Gravel*.
 999 <https://elisegravel.com/en/blog/olga-explains-the-scientific-method/>
- 1000 Johnston, K. N., John, A. B., Kreisman, N. V., Hall III, J. W., & Crandell, C. C. (2009). Multiple
 1001 benefits of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD).
 1002 *International Journal of Audiology*, 48(6), 371–383. Education Source.
- 1003 Jutras, B., Mayer, D., Joannette, E., Carrier, M.-E., & Chenard, G. (2012). Assessing the
 1004 development of binaural integration ability with the French dichotic digit test: Écoute
 1005 dichotique de chiffres. *American Journal of Audiology*, 21(1), 51–59. Education Source.
- 1006 Klatte, M., Lachmann, T., & Meis, M. (2010). Effects of noise and reverberation on speech
 1007 perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting.
 1008 *Noise and Health*, 12(49), 270. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.70506>

1009 Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation
 1010 coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163.
 1011 <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>

1012 Krasny-Pacini, A., & Evans, J. (2018). Single-case experimental designs to assess intervention
 1013 effectiveness in rehabilitation: A practical guide. *Annals of Physical and Rehabilitation*
 1014 *Medicine*, 61(3), 164–179. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2017.12.002>

1015 Kratochwill, T. R., Hitchcock, J., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., &
 1016 Shadish, W. R. (2010). Single-case designs technical documentation. *What Works*
 1017 *Clearinghouse*, 34.

1018 Lagacé, J., Jutras, B., Giguère, C., & Gagné, J.-P. (2010). Development of the Test de Phrases
 1019 dans le Bruit (TPB). *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*,
 1020 34(4), 261–270.

1021 Lagacé, J., LeBlanc, L., Boisvert, V., Arseneau, M. J., & Breau-Godwin, S. (2013). Mise à jour
 1022 sur le développement du Test de Mots dans le Bruit. *Canadian Acoustics / Acoustique*
 1023 *canadienne*, 41(2), 8.

1024 Law, M. C., Baptiste, S., Carswell, A., McColl, M. A., Polatajko, H. J., & Pollock, N. (2019).
 1025 *Canadian occupational performance measure* (5th edition-revised.). COPM.

1026 Law, M. C., Baptiste, S., McColl, M., Opzoomer, A., Polatajko, H., & Pollock, N. (1990). The
 1027 Canadian Occupational Performance Measure: An outcome measure for occupational
 1028 therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 57(2), 82–87.
 1029 <https://doi.org/10.1177/000841749005700207>

1030 Lebrault, H., Martini, R., Manolov, R., Chavanne, C., Krasny-Pacini, A., & Chevignard, M.
 1031 (2024). Cognitive Orientation to daily Occupational Performance to improve

1032 occupational performance goals for children with executive function deficits after
 1033 acquired brain injury. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 66(4), 501–513.
 1034 <https://doi.org/10.1111/dmcn.15759>
 1035 Ledford, J. R., & Gast, D. L. (Eds.). (2018). *Single case research methodology: Applications in*
 1036 *special education and behavioral sciences* (Third Edition). Routledge.
 1037 Ledford, J. R., Lane, J. D., & Severini, K. E. (2018). Systematic use of visual analysis for
 1038 assessing outcomes in single case design studies. *Brain Impairment*, 19(1), 4–17.
 1039 <https://doi.org/10.1017/BrImp.2017.16>
 1040 Lussier, F., & Flessas, J. (2010). Rééduquer les fonctions attentionnelles et exécutives. In
 1041 Entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelle (Ed.), *Trouble Déficit De*
 1042 *L'attention Avec Ou Sans Hyperactivité: De la théorie à la pratique*. (pp. 54–64).
 1043 Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71115-2.50007-9>
 1044 MacDermid, J. C., Law, M., & Michlovitz, S. L. (2014). Outcome measurement in evidence-
 1045 based rehabilitation. In *Evidence-based rehabilitation: A guide to practice* (Third
 1046 edition., pp. 65–104). Slack Incorporated.
 1047 McColl, M. A., Denis, C. B., Douglas, K.-L., Gilmour, J., Haveman, N., Petersen, M., Presswell,
 1048 B., & Law, M. (2023). A clinically significant difference on the COPM: A review.
 1049 *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 90(1), 92–102.
 1050 <https://doi.org/10.1177/00084174221142177>
 1051 Metcalfe, V., Egan, M., & Sauvé-Schenk, K. (2019). LSVT BIG in late stroke rehabilitation: A
 1052 single-case experimental design study. *Canadian Journal of Occupational Therapy*,
 1053 86(2), 87–94. <https://doi.org/10.1177/0008417419832951>

1054 Mishra, S. K., Saxena, U., & Rodrigo, H. (2022). Hearing impairment in the extended high
 1055 frequencies in children despite clinically normal hearing. *Ear and Hearing*, 43(6), 1653–
 1056 1660. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001225>

1057 Moore, D. R., Ferguson, M. A., Edmondson-Jones, A. M., Ratib, S., & Riley, A. (2010). Nature
 1058 of auditory processing disorder in children. *Pediatrics*, 126(2), e382–e390.
 1059 <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2826>

1060 Negin, E., Mohammadkhani, G., Jalaie, S., & Jarollahi, F. (2018). Efficacy of phonemic training
 1061 program in rehabilitation of Persian-speaking children with auditory processing disorder:
 1062 A single subject study. *Auditory and Vestibular Research*, 116–125.
 1063 <https://doi.org/10.18502/avr.v27i3.52>

1064 Peterson, P. (2009). *Promoting Generalization and Maintenance of Skills Learned via Natural*
 1065 *Language Teaching*. 4.

1066 Plante, S., & Paquet, M. (2013). *Programme Chasse et pêche | Un apprentissage ludique et*
 1067 *efficace des stratégies de communication*.
 1068 <https://programmechasseetpeche.wordpress.com/>

1069 Putter-Katz, H., Adi-Bensaid, L., Feldman, I., & Hildesheimer, M. (2008). Effects of speech in
 1070 noise and dichotic listening intervention programs on central auditory processing
 1071 disorders. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 19(3–4), 301–
 1072 316.

1073 Rodger, S., & Polatajko, H. (2010). Cognitive Orientation for Daily Occupational Performance
 1074 (CO-OP): A Uniquely Occupation-Centred Intervention Created for Children. In S.
 1075 Rodger, *Occupation-centred Practice with Children. A Practical Guide for Occupational*
 1076 *Therapists* (pp. 160–182). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444319699.ch8>

- 1077 Rosenman, R., Tennekoon, V., & Hill, L. G. (2011). Measuring bias in self-reported data.
1078 *International Journal of Behavioural and Healthcare Research*, 2(4), 320.
1079 <https://doi.org/10.1504/IJBHR.2011.043414>
- 1080 Sabourin, L., Brien, C., & Burkholder, M. (2014). The effect of age of L2 acquisition on the
1081 organization of the bilingual lexicon: Evidence from masked priming. *Bilingualism:*
1082 *Language and Cognition*, 17(3), 542–555. <https://doi.org/10.1017/S1366728913000643>
- 1083 Sabourin, L., Leclerc, J.-C., Lapierre, M., Burkholder, M., & Brien, C. (2016). *The language*
1084 *background questionnaires in L2 research: Teasing apart the variables*. In L. Hracs (ed.),
1085 *Proceedings of the 2016 Annual Conference of the Canadian Linguistics Association*,
1086 *Calgary, AB*.
- 1087 Sabourin, L., & Vinerte, S. (2019). Cognitive control among immersed bilinguals: Considering
1088 differences in linguistic and non-linguistic processing. *Bilingualism: Language and*
1089 *Cognition*, 22(3), 590–605. <https://doi.org/10.1017/S1366728918000524>
- 1090 Schwartz, C. E., Andresen, E. M., Nosek, M. A., & Krahn, G. L. (2007). Response shift theory:
1091 Important implications for measuring quality of life in people with disability. *Archives of*
1092 *Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(4), 529–536.
1093 <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.12.032>
- 1094 Secord, W. A., Wiig, E. H., Boulianne, L., Semel, E., & Labelle, M. (2009). *Évaluation clinique*
1095 *des notions langagières fondamentales®—Version pour francophones du Canada*.
1096 Pearson.
- 1097 Sharma, M., Dhamani, I., Leung, J., & Carlile, S. (2014). Attention, memory, and auditory
1098 processing in 10- to 15-year-old children with listening difficulties. *Journal of Speech*,

1099 *Language & Hearing Research*, 57(6), 2308–2321. CINAHL.

1100 https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-H-13-0226

1101 Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2009). Comorbidity of auditory processing, language,
 1102 and reading disorders. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 52(3), 706–
 1103 722. Education Source.

1104 Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2012). A randomized control trial of interventions in
 1105 school-aged children with auditory processing disorders. *International Journal of*
 1106 *Audiology*, 51(7), 506–518. CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.670272>

1107 Sharma, M., Purdy, S., & Kelly, A. (2014). The contribution of speech-evoked cortical auditory
 1108 evoked potentials to the diagnosis and measurement of intervention outcomes in children
 1109 with auditory processing disorder. *Seminars in Hearing*, 35(01), 051–064.
 1110 <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363524>

1111 Smart, J. L., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2018). Impact of personal frequency modulation
 1112 systems on behavioral and cortical auditory evoked potential measures of auditory
 1113 processing and classroom listening in school-aged children with auditory processing
 1114 disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29(7), 568–586.
 1115 <https://doi.org/10.3766/jaaa.16074>

1116 Statistiques Canada. (2024, February 7). *Statistiques sur les langues officielles au Canada*.
 1117 [https://www.canada.ca/fr/patrimoine-canadien/services/langues-officielles-](https://www.canada.ca/fr/patrimoine-canadien/services/langues-officielles-bilinguisme/publications/statistique.html)
 1118 **bilinguisme/publications/statistique.html**

1119 Stavrinos, G., Iliadou, V. V., Pavlou, M., & Bamiou, D.-E. (2020). Remote microphone hearing
 1120 aid use improves classroom listening, without adverse effects on spatial listening and
 1121 attention skills, in children with auditory processing disorder: A randomised controlled

1122 trial. *Frontiers in Neuroscience*, 14(101478481), 904.

1123 <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00904>

1124 Sugden, E., Baker, E., Williams, A. L., Munro, N., & Trivette, C. M. (2020). Evaluation of
 1125 parent- and speech-language pathologist–delivered multiple oppositions intervention for
 1126 children with phonological impairment: A multiple-baseline design study. *American*
 1127 *Journal of Speech-Language Pathology*, 29(1), 111–126.

1128 https://doi.org/10.1044/2019_AJSLP-18-0248

1129 Tamm, L., Nakonezny, P. A., & Hughes, C. W. (2014). An open trial of a metacognitive
 1130 executive function training for young children with ADHD. *Journal of Attention*
 1131 *Disorders*, 18(6), 551–559. <https://doi.org/10.1177/1087054712445782>

1132 Tomlin, D., Dillon, H., Sharma, M., & Rance, G. (2015). The impact of auditory processing and
 1133 cognitive abilities in children. *Ear and Hearing*, 36(5), 527–542. CINAHL.

1134 <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000172>

1135 Tomlin, D., & Vandali, A. (2019). Efficacy of a deficit specific auditory training program for
 1136 remediation of temporal patterning deficits. *International Journal of Audiology*, 58(7),
 1137 393–400. CINAHL. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1585586>

1138 Tye-Murray, N. (2015). *Foundations of aural rehabilitation: Children, adults, and their family*
 1139 *members* (4th edition.). Cengage Learning.

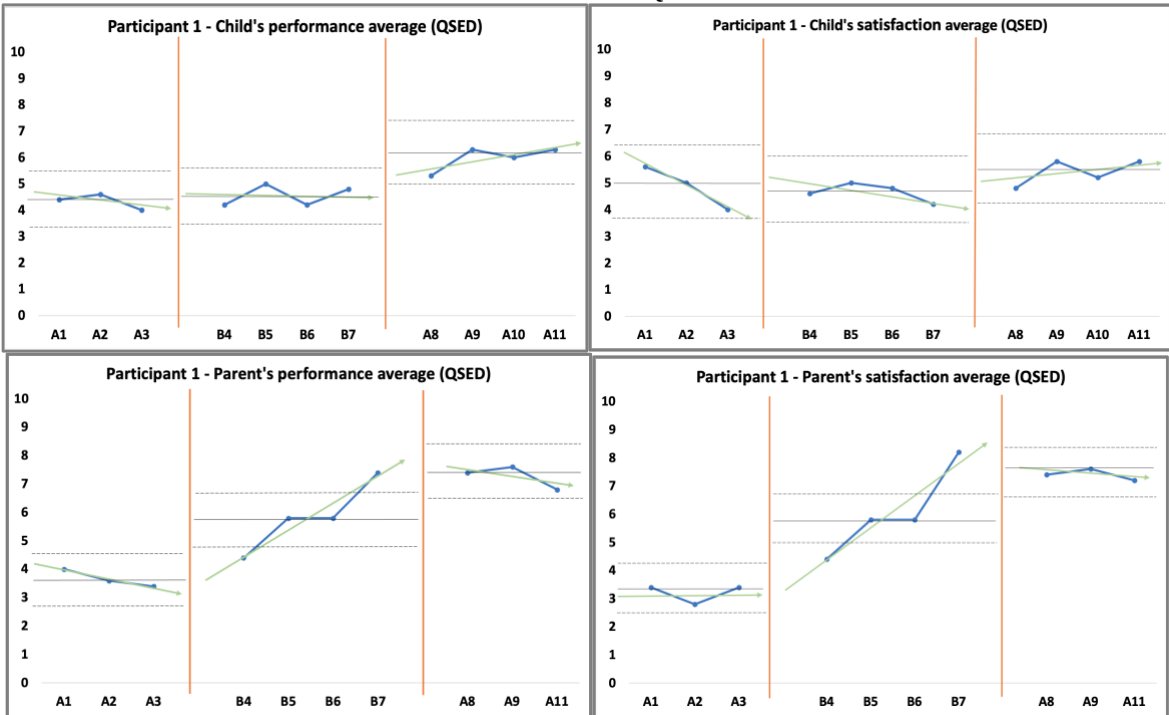
1140 Verkerk, G. J., Wolf, M. J. M., Louwers, A. M., Meester-Delver, A., & Nollet, F. (2006). The
 1141 reproducibility and validity of the Canadian Occupational Performance Measure in
 1142 parents of children with disabilities. *Clinical Rehabilitation*, 20(11), 980–988.

1143 <https://doi.org/10.1177/0269215506070703>

- Vroegop, J., Rodenburg-Vlot, M., Goedegebure, A., Doorduyn, A., Homans, N., & Van Der Schroeff, M. (2021). The feasibility and reliability of a digits-in-noise test in the clinical follow-up of children with mild to profound hearing loss. *Ear and Hearing*, 42(4), 973–981. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000989>
- Weihing, J., Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2015). Auditory training for central auditory processing disorder. *Seminars in Hearing*, 36(4), 199–215. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1564458>
- Weihing, J., Chermak, G. D., Musiek, F. E., & Bellis, T. J. (2014). The efficacy of auditory training in children and adults with central auditory processing deficits. *Handbook of Central Auditory Processing Disorder: Comprehensive Intervention., Volume II, 2nd Ed.*, 65–79.
- Witton, C. (2010). Childhood auditory processing disorder as a developmental disorder: The case for a multi-professional approach to diagnosis and management. *International Journal of Audiology*, 49(2), 83–87. Education Source.
- Yathiraj, A., & Vanaja, C. S. (2015). Age related changes in auditory processes in children aged 6 to 10 years. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 79(8), 1224–1234. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.05.018>

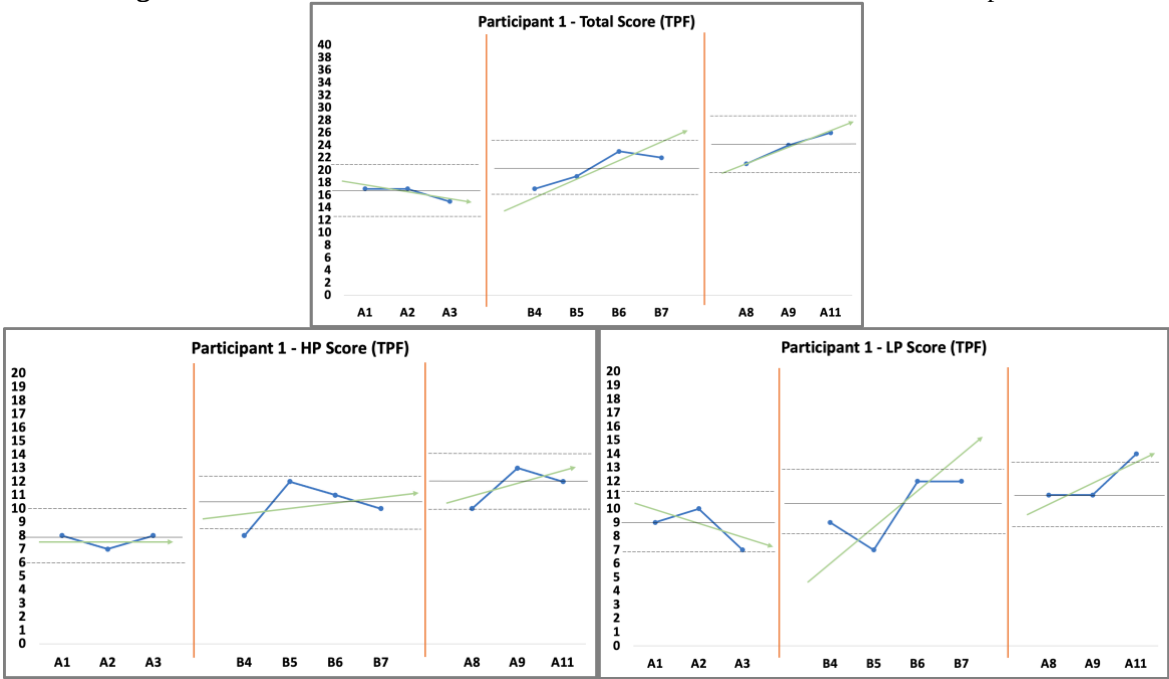
Appendix 1

Figure 2: Average performance and satisfaction ratings of Participant 1 and the parent for the five situations identified in the QSED



Legend: Median = —; Stability envelope = ----; Trend line = —>; A1 to A3 = Baseline phase; B4 to B7 = Intervention phase; A8 to A11 = Post-intervention phase.

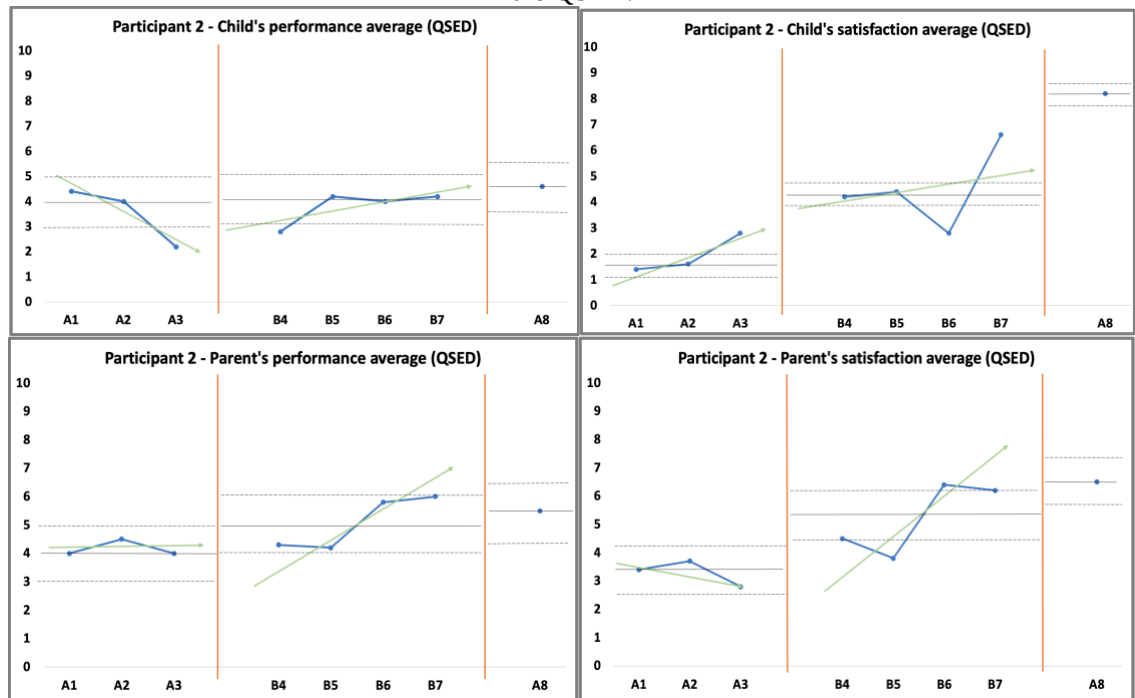
Figure 3: Total, HP Sentences, and LP sentences scores of the TPF for Participant 1.



Legend: Median = —; Stability envelope = ----; Trend line = —>; A1 to A3 = Baseline phase; B4 to B7 = Intervention phase; A8 to A11 = Post-intervention phase.

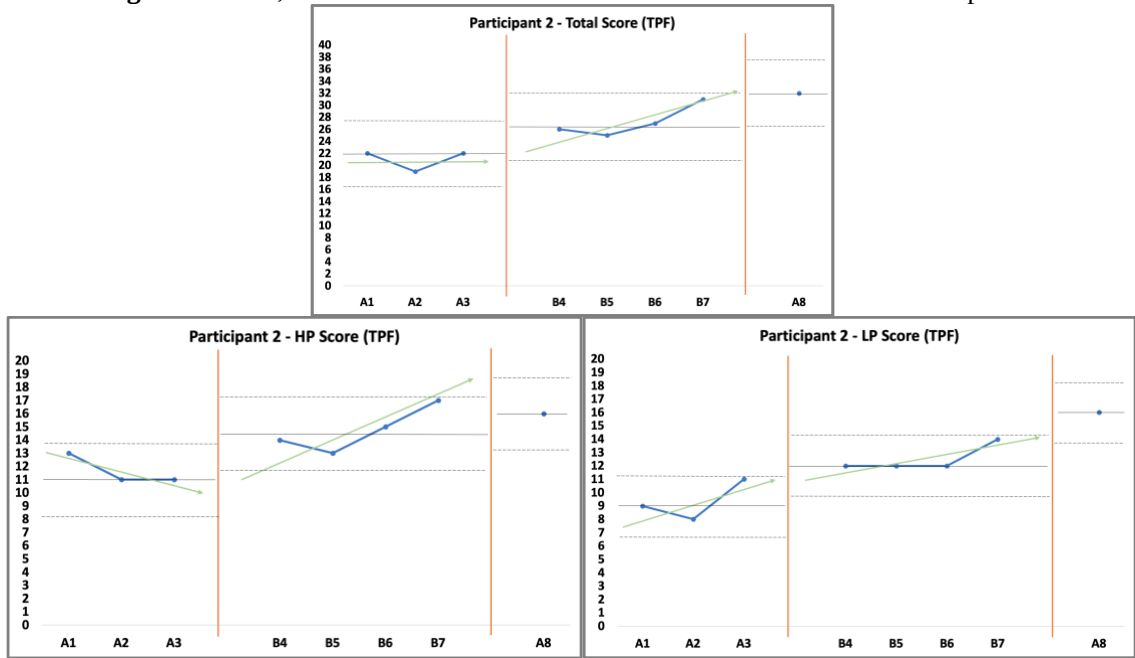
Appendix 2

Figure 4: Performance and satisfaction ratings of Participant 2 and the parent for the situations identified in the QSED.



Legend: Median = —; Stability envelope = ----; Trend line = —>; A1 to A3 = Baseline phase; B4 to B7 = Intervention phase; A8 = Post-intervention phase.

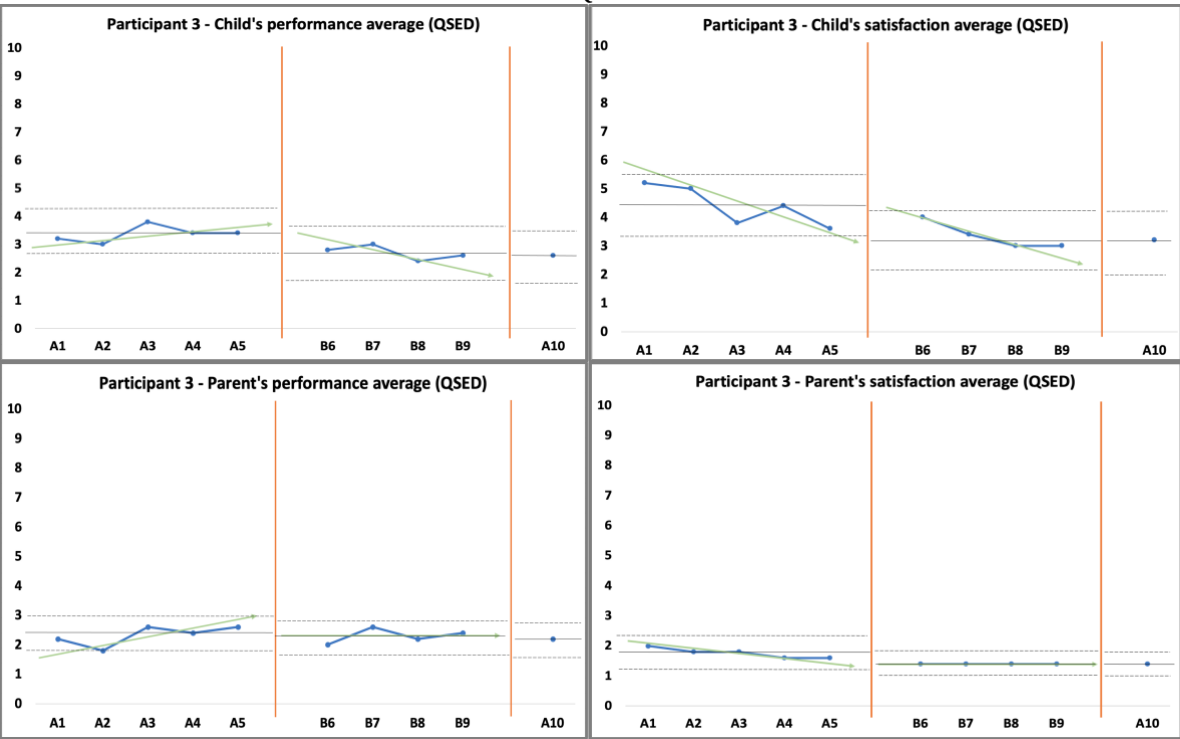
Figure 5: Total, HP sentences and LP sentences scores of the TPF for Participant 2.



Legend: Median = —; Stability envelope = ----; Trend line = —>; A1 to A3 = Baseline phase; B4 to B7 = Intervention phase; A8 = Post-intervention phase.

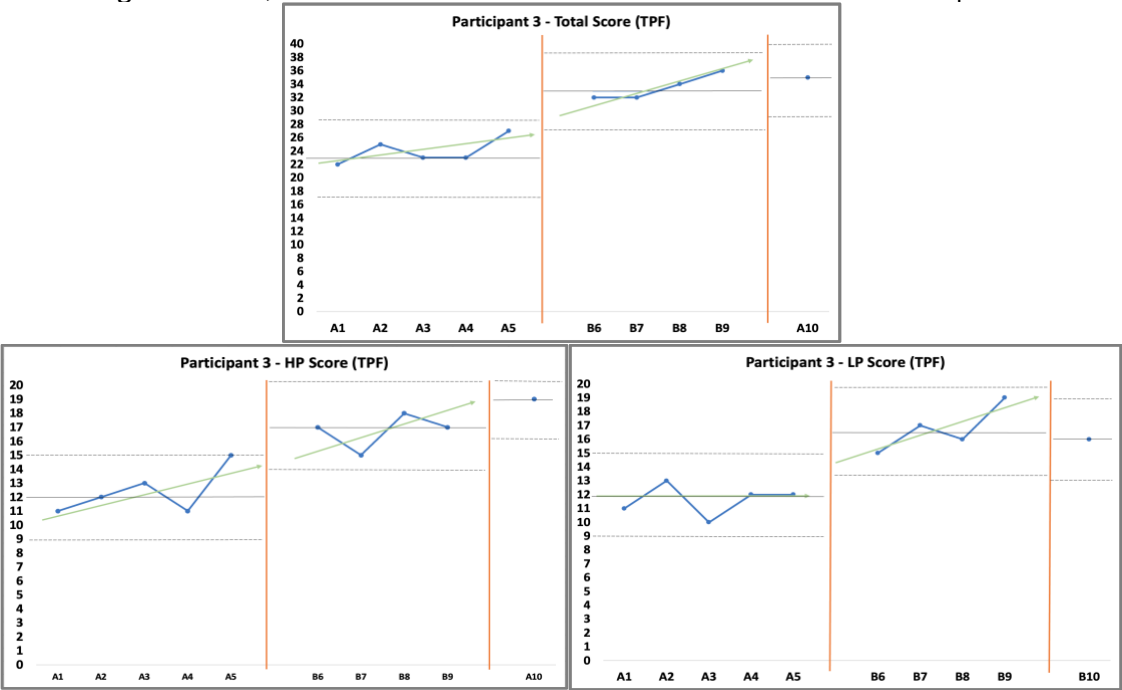
Appendix 3

Figure 6: Performance and satisfaction ratings of Participant 3 and the parent for the situations identified in the QSED.



Legend: Median = —; Stability envelope = - - - - ; Trend line = —>; A1 to A5 = Baseline phase; B6 to B9 = Intervention phase; A10 = Post-intervention phase.

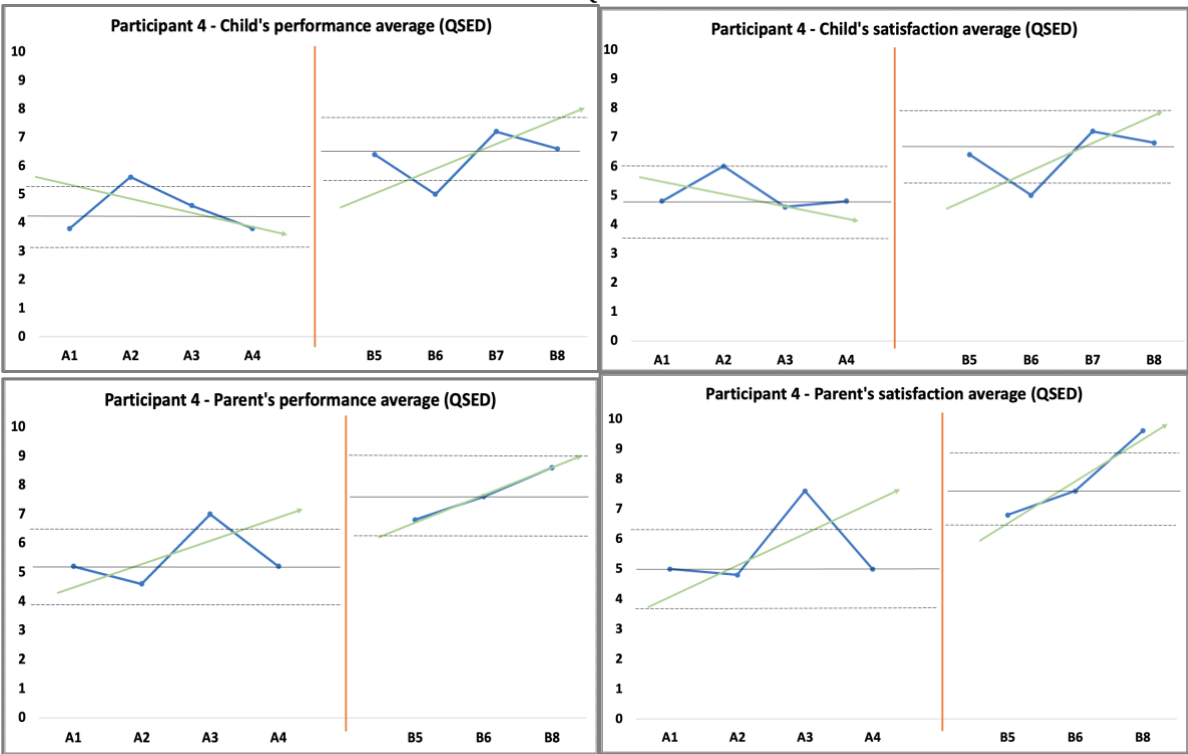
Figure 7. Total, HP sentences and LP sentences scores of the TPF for Participant 3.



Legend: Median = —; Stability envelope = - - - - ; Trend line = —>; A1 to A5 = Baseline phase; B6 to B9 = Intervention phase; A10 = Post-intervention phase.

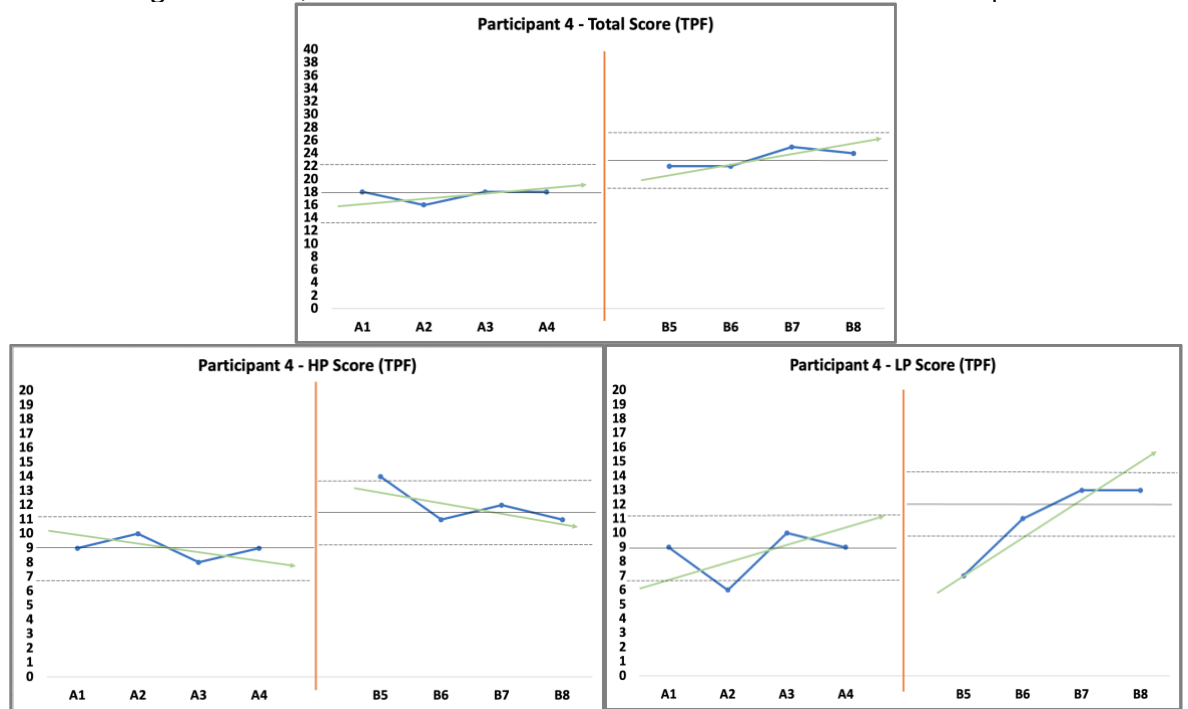
Appendix 4

Figure 8: Performance and satisfaction ratings of Participant 4 and the parent for the situations identified in the QSED.



Legend: Median = —; Stability envelope = - - - - ; Trend line = —▶; A1 to A4 = Baseline phase; B5 to B8 = Intervention phase.

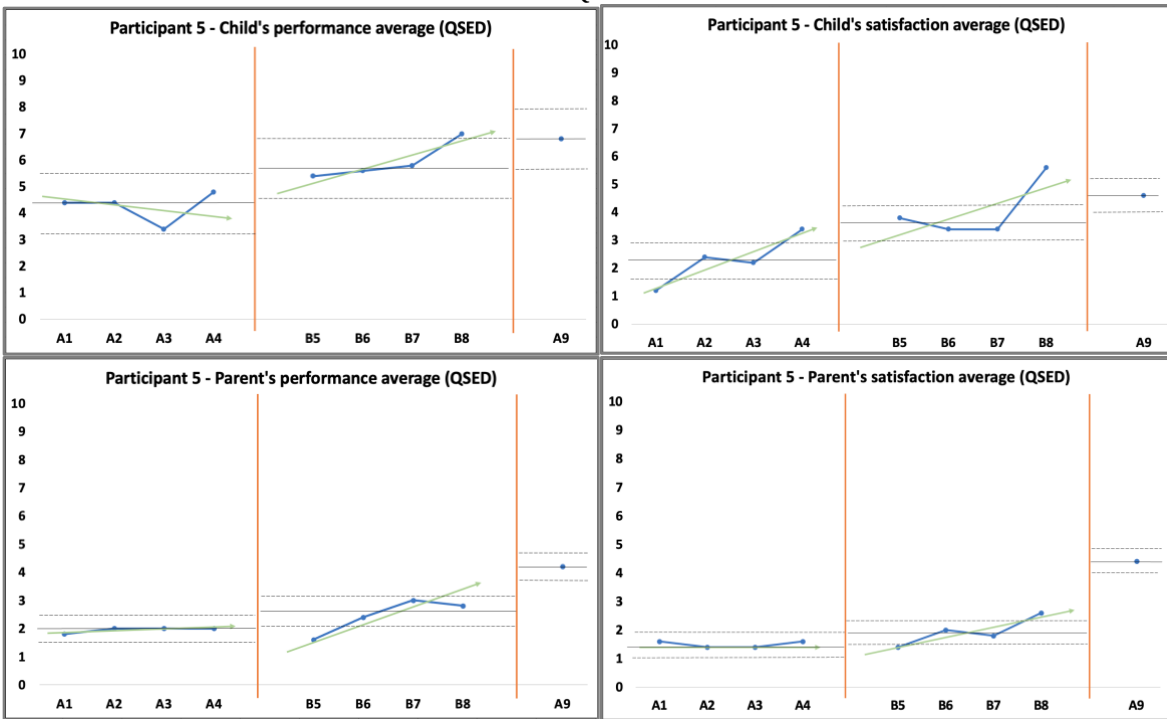
Figure 9: Total, HP sentences and LP sentences scores of the TPF for Participant 4.



Legend: Median = —; Stability envelope = - - - - ; Trend line = —▶; A1 to A4 = Baseline phase; B5 to B8 = Intervention phase.

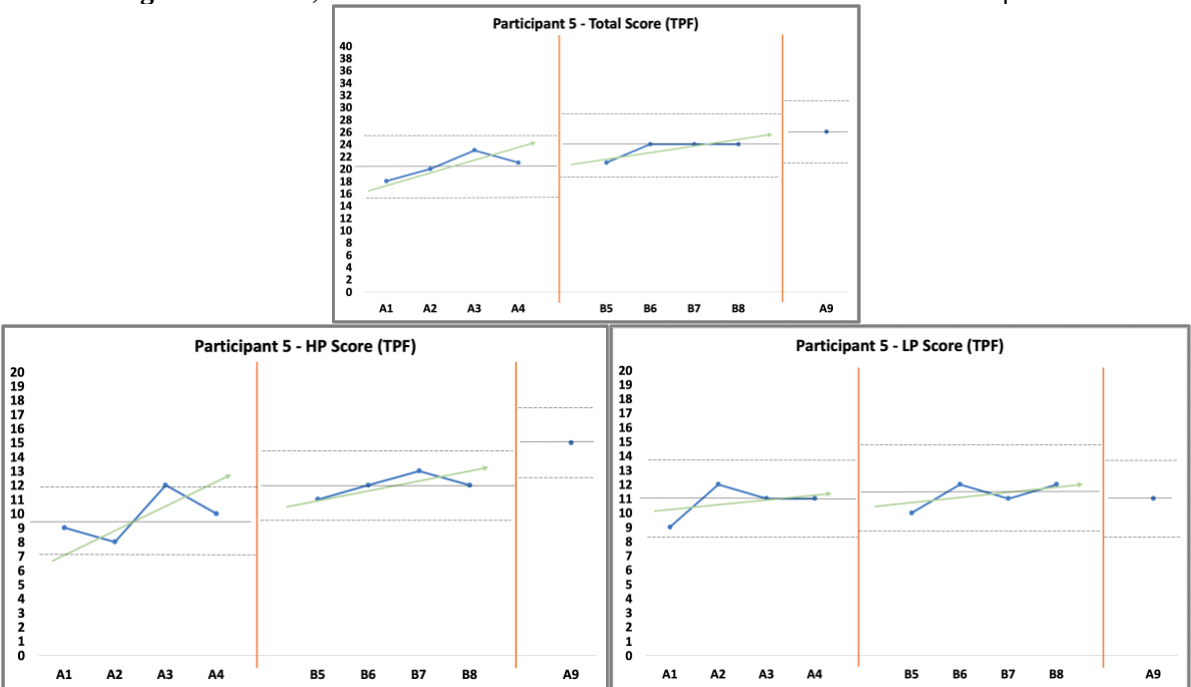
Appendix 5

Figure 10: Performance and satisfaction ratings of Participant 5 and the parent for the situations identified in the QSED.



Legend: Median = —; Stability envelope = - - - - ; Trend line = —>; A1 to A4 = Baseline phase; B5 to B8 = Intervention phase; A9 = Post-intervention phase.

Figure 11: Total, HP sentences and LP sentences scores of the TPF for Participant 5.



Legend: Median = —; Stability envelope = - - - - ; Trend line = —>; A1 to A4 = Baseline phase; B5 to B8 = Intervention phase; A9 = Post-intervention phase.

4.2.3 Mesures complémentaires

Les résultats issus des mesures complémentaires sont présentés dans les prochaines sections. L'effet du programme d'intervention RéBriCo a été exploré sur les habiletés sociales et les problèmes de comportement (section 4.2.3.1), les mesures de PEALL (section 4.2.3.2) et l'utilisation des stratégies de réparation de bris de communication à l'aide de scénarios filmés (section 4.2.3.3).

4.2.3.1 Habiletés sociales et problèmes de comportement

Description de l'outil de mesure et méthodologie

Le questionnaire *Social Skills and Improvement Systems* (SSIS) (Gresham & Elliott, 2008) a été utilisé pour examiner les changements sur le plan des habiletés sociales et des problèmes de comportement à la suite de l'intervention RéBriCo. Ce questionnaire comprend des questions relatives aux habiletés sociales, notamment la communication, la coopération, l'expression des besoins, l'empathie, l'autorégulation, le sens des responsabilités et les interactions avec les autres (Gresham & Elliott, 2008). Il compte également des items qui portent sur les problèmes de comportement suivants : l'intimidation, l'hyperactivité, l'inattention, les comportements externalisés et internalisés ainsi que le tempérament agressif (Gresham & Elliott, 2008).

Ce questionnaire contient 79 questions, dont 46 portants sur les habiletés sociales et 33 sur les problèmes de comportement. Le parent cote la fréquence du comportement décrit dans la question, et ce, depuis les deux derniers mois. Les parents cotent la fréquence selon une échelle à quatre niveaux, soit *jamais (0)*, *parfois (1)*, *souvent (2)* et *presque toujours (3)*. Un score est ensuite calculé pour les diverses habiletés sociales et problèmes de comportement énumérés ci-haut.

Ce questionnaire prend environ 20 à 30 minutes à remplir. Des données normatives pour les enfants âgés entre 3 ans et 18 ans inclusivement sont disponibles selon le genre des enfants (filles, garçons

et scores combinés). Chaque type de comportement peut être catégorisé comme étant sous la norme, dans la norme ou au-delà de la norme. En ce qui a trait à la stabilité test-retest, les coefficients de corrélation de Pearson varient de $r = 0.70$ à 0.92 pour les items des habiletés sociales et des problèmes de comportement (Gresham & Elliott, 2008).

Les parents des cinq participants de l'étude ont rempli le questionnaire à deux reprises avant l'intervention. Après l'intervention, le questionnaire a été rempli par tous les parents, sauf celui du participant 4. Le parent du participant 1 a accepté de refaire ce questionnaire sept semaines après les mesures post-intervention. Le questionnaire SSIS a été rempli en anglais puisqu'il n'est pas disponible en français, ce qui n'était pas un problème selon les parents puisqu'ils étaient tous bilingues. La différence des deux scores pré-intervention (Pré 1 et Pré 2) a permis d'explorer la stabilité des résultats, alors que celle entre les deux scores post-intervention (Post 1 et Post 2) a permis d'explorer la stabilité des changements observés le cas échéant.

Résultats et discussion

Le Tableau 4.5 présente le score obtenu à chaque type de comportements pour chacun des participants aux différents temps de mesure. Le score total et le rang centile sont également présentés dans le tableau pour les deux catégories de comportements, soit les habiletés sociales et les problèmes de comportement. Les résultats avec un astérisque (*) sont sous la norme pour les comportements relatifs aux habiletés sociales, mais au-delà de la norme pour les problèmes de comportement.

Tableau 4.5 : Résultats du *Social Skills and Improvement Systems* (Gresham & Elliott, 2008) rempli par les parents avant et après l'intervention.

Comportement	Participant	Pré 1	Pré 2	Post 1	Post 2
Habiletés sociales (score maximum = 138; rang centile entre parenthèses)	1	77 (10)	83 (16)	82 (15)	79 (12)
	2	94 (43)	88 (30)	93 (41)	s. o.
	3	61 (2)	47 (<1)	59 (2)	s. o.
	5	54 (2)	61 (3)	62 (4)	s. o.
Communication (score total = 21)	1	14	14	13	12*
	2	15	14	14	s. o.

	3	11	8*	10*	s. o.
	5	9*	12*	11*	s. o.
Coopération (score total = 18)	1	9*	11	12	11
	2	10	9*	12	s. o.
	3	9*	6*	10*	s. o.
	5	12	11	12	s. o.
Expression des besoins (score total = 21)	1	15	15	14	16
	2	18	14	15	s. o.
	3	8*	9*	8*	s. o.
	5	4*	8*	8*	s. o.
Sens des responsabilités (score total = 18)	1	11	10	11	12
	2	10	9*	12	s. o.
	3	9*	7*	9*	s. o.
	5	13	11	11	s. o.
Empathie (score total = 18)	1	9*	12	13	10*
	2	16	17	18	s. o.
	3	8*	7*	8*	s. o.
	5	4*	7*	5*	s. o.
Interactions avec les autres (score total = 21)	1	11*	12	10*	9*
	2	15	18	13	s. o.
	3	6*	3*	6*	s. o.
	5	4*	4*	4*	s. o.
Autorégulation (score total = 21)	1	8*	9	9	9
	2	10	7*	9	s. o.
	3	10	7*	8*	s. o.
	5	8	8	11	s. o.
Problèmes de comportement (score maximum est 99; rang centile entre parenthèses)	1	41 (96)	38 (95)	37 (94)	43 (97)
	2	42 (95)	36 (91)	35 (90)	s. o.
	3	36 (94)	35 (93)	36 (94)	s. o.
	5	32 (87)	23 (69)	23 (69)	s. o.
Comportements externalisés (score total = 36)	1	15*	14*	11	10
	2	17*	16*	15*	s. o.
	3	13*	15*	12*	s. o.
	5	4	6	4	s. o.
Intimidation (score total = 15)	1	4*	4*	3	2
	2	4*	2	3	s. o.
	3	3	0	1	s. o.
	5	2	0	0	s. o.
Hyperactivité/inattention (score total = 21)	1	13*	12*	10*	13*
	2	16*	16*	14	s. o.
	3	10*	12*	11*	s. o.
	5	8	8	6	s. o.
Comportements internalisés (score total = 30)	1	10*	11*	9	15*
	2	13*	11*	11*	s. o.
	3	6	12*	14*	s. o.
	5	17*	10*	15*	s. o.

Légende : s.o. = sans objet; *sous la norme pour les habiletés sociales et au-delà de la norme pour les problèmes de comportements.

De façon générale, les scores reliés aux catégories, soit les habiletés sociales et les problèmes de comportement, sont demeurés stables tout au long des mesures suggérant que l'intervention RéBriCo n'a pas eu d'effet significatif sur ces comportements de façon générale. Le même scénario est observé pour les divers comportements sous la catégorie des habiletés sociales. En ce qui concerne les problèmes de comportement, les résultats n'ont pas changé après l'intervention, sauf chez le participant 1, dont les scores d'intimidation et de comportements externalisés sont revenus à la norme après l'intervention, ainsi que ceux du participant 2 dont le score d'hyperactivité et inattention s'est également normalisé.

Il est difficile de déterminer si ces changements positifs sont dus principalement à l'intervention RéBriCo. En effet, les participants représentaient un groupe assez hétérogène en ce qui concerne la nature de leurs difficultés. De plus, aucune tendance générale ne peut être dégagée de ces résultats, car la majorité des comportements observés n'ont montré aucun changement à la suite de l'intervention. Par ailleurs, l'intervention ne ciblait pas directement tous les comportements évalués par le SSIS, ce qui peut expliquer pourquoi l'intervention n'a pas eu d'effet significatif sur ceux-ci. Le nombre de séances ou une durée trop courte du programme d'intervention peuvent aussi expliquer, du moins en partie, le peu d'effet observé au-delà des capacités ou activités d'écoute travaillées en séance d'intervention. Les résultats obtenus avec le questionnaire SSIS pourraient suggérer que les habiletés d'écoute ciblées par le programme RéBriCo ne se sont pas généralisées aux habiletés sociales et aux problèmes de comportement, tels qu'observés par les parents. En d'autres termes, les effets de l'intervention sur les habiletés d'écoute n'ont pas entraîné d'améliorations notables dans les habiletés sociales des enfants ni réduit les problèmes de comportement dans la vie quotidienne, selon les parents. Toutefois, il est aussi possible que le

questionnaire SSIS ne soit pas suffisamment sensible pour détecter des changements subtils, mais significatifs dans les comportements à la suite l'intervention.

4.2.3.2 Potentiels évoqués auditifs de latence longue (PEALL)

Des mesures de PEALL ont été effectuées chez les participants avant et après l'intervention afin de vérifier si des changements peuvent être observés dans le traitement neural des stimuli acoustiques. Ces potentiels sont générés près ou dans le cortex auditif primaire (Schochat et al., 2014). De façon générale, une diminution de la latence des composantes P1, N1, P2 et N2 et une augmentation de leur amplitude respective, à la suite d'une intervention, serait un indice d'un traitement neural plus efficace (Sharma et al., 2014; Smart et al., 2018). Notamment, une étude pilote menée par Jutras et al. (2015) a montré une diminution de la latence de l'onde P1 et une augmentation de l'amplitude de l'onde N2 à la suite d'un entraînement auditif dans le bruit effectué par une audiologiste auprès d'enfants âgés de 8 à 12 ans. Dans leur étude, des stimuli acoustiques, soit des clics, avaient été utilisés pour explorer les changements sur le plan de la réponse neurale à la suite de l'intervention. L'entraînement était composé d'activités auditives telles que la discrimination de syllabes ou de mots, l'identification de mots, la mémorisation et la compréhension de consigne. Les activités ont été réalisées avec divers bruits diffusés par des haut-parleurs, en utilisant un audiomètre et un lecteur de CD (Jutras et al., 2015). Bien que non significatif sur le plan statistique, les auteurs suggèrent que ces changements sur le plan des réponses neurales obtenues à la suite à l'intervention seraient indicateurs d'un meilleur traitement neural des stimuli acoustiques (Jutras et al., 2015).

Dans une autre étude, Jutras et al. (2019) ont examiné l'effet d'un logiciel d'entraînement à l'écoute dans le bruit – Logiciel d'écoute dans le bruit (LEB) (<http://monleb.com/>) (Jutras & Lafontaine, s. d.) – sur les mesures électrophysiologiques, entre autres. Les activités du LEB incluent

l'identification de mots ou de phrases ainsi que la compréhension de consignes et de courtes histoires, réalisées en présence d'un bruit de fond. Les participants, répartis en deux groupes, étaient des enfants ayant un TTA et des difficultés de perceptions de la parole dans le bruit. Le groupe expérimental comprenait dix enfants, tandis que le groupe témoin en comptait six. Après l'entraînement, les résultats obtenus à l'aide de clics ont montré une diminution des latences des composantes P1 et N2, soit d'au moins 10 ms pour 40 à 50 % des enfants, comparé à 17 % dans le groupe témoin. De plus, 40 % des enfants du groupe expérimental ont montré une augmentation notable (0,5 μ V) des amplitudes P1 et N2 après l'entraînement, comparé à 17 % pour le groupe témoin (Jutras et al., 2019). Ces résultats suggèrent des changements neurophysiologiques potentiels pour le groupe expérimental à la suite de l'intervention. Toutefois, les changements n'étaient pas statistiquement significatifs.

D'autres études portant sur l'effet d'interventions de réadaptation auprès d'enfants ayant un TTA ont également montré des changements sur le plan des réponses neurales. Entre autres, dans l'étude de Hassaan et Ibraheem (2016), des enfants ayant des difficultés de perception de la parole dans le bruit ont participé à un entraînement auditif semi-formel lors duquel l'examineur leur présentait une histoire accompagnée d'un bruit de fond, et les enfants devaient répondre à des questions par la suite. Les mesures neurophysiologiques évoquées par la syllabe « ga » dans le silence et dans le bruit ont suggéré une amélioration de la transmission neuronale des stimuli auditifs (Hassaan & Ibraheem, 2016). En effet, une augmentation significative de l'amplitude de crête à crête et une diminution des seuils dans le bruit pour le complexe P1-N1, ont été notées après l'entraînement auditif (Hassaan & Ibraheem, 2016).

Dans l'étude de Sharma et al. (2014), la syllabe « da » avec et sans la présence de bruit a été utilisée pour d'explorer les changements sur le plan de la réponse neurale à la suite d'interventions

multimodales, combinant des composantes *Bottom-Up* (BU) et *Top-Down* (TD). Cette étude a été menée auprès d'enfants âgés de 7 à 12 ans et ayant un TTA. Une augmentation de l'amplitude de la composante N250 a été notée chez les enfants ayant suivi les interventions. Cependant, ceux ayant suivi celle de type BU ont présenté des améliorations de l'amplitude N250 plus marquées comparativement aux autres groupes (Sharma et al., 2014).

Même si ces mesures semblent prometteuses pour investiguer l'effet des interventions sur les potentiels évoqués auditifs, il demeure qu'il n'y a pas encore de protocole bien défini pour mesurer ces effets chez les enfants qui ont des difficultés de traitement auditif. D'ailleurs, les paramètres des stimuli et les protocoles de mesure diffèrent d'une étude à l'autre lorsque les mesures électrophysiologiques sont utilisées dans les études portant sur les interventions pour les enfants ayant un TTA (Bigras et al., 2024).

Description de l'outil de mesure et méthodologie

Participants. Les résultats des participants 1, 2, 3 et 5 sont présentés dans cette section. Ces enfants sont âgés de 9,0 ans à 11,4 ans (moy. = 10,3 ans; é.t. = 0,7 an; médiane = 10.2 ans). La section 4.2.1 et l'article 3, contiennent de plus amples détails sur les participants. Le Participant 4 n'était pas disponible pour les mesures post-intervention.

Procédure. Dans la présente étude, les mesures de réponses neurales, plus précisément des composantes P1, N1, P2, et N2 ont été effectuées avec l'équipement Bio-Logic Nav-PRO. Les paramètres utilisés pour ces mesures s'inspirent en grande partie de Tomlin et Rance (2016) qui les ont employés pour comparer les effets de la maturation du système nerveux auditif central chez des enfants ayant un TTA aux effets chez ceux qui n'en ont pas (Tomlin & Rance, 2016). Le stimulus était composé de bouffées tonales de 500 Hz dans le silence qui étaient présentées à l'oreille droite avec un écouteur intra-auriculaire. Pour réduire le temps requis pour faire les

mesures pré- et post-intervention, une seule oreille a été testée pour les mesures électrophysiologique. Incluant ces mesures, la durée des mesures pré- et post-intervention s'élevaient à deux heures. L'oreille droite a été sélectionnée en raison de l'avantage de l'oreille droite généralement observée chez les enfants lors de certaines mesures comportementales des habiletés de traitement auditif, telles que l'intégration binaurale, une tâche impliquant l'écoute dichotique (Moncrieff, 2011).

Le montage d'électrodes consistait en trois électrodes, soit une sur le vertex (Cz), une sur le lobe de l'oreille droite et une autre sur le front (FPz) pour la mise à la terre, selon le système international 10-20 (Jasper, 1958). Les valeurs d'impédance étaient de 7 k Ω ou moins. Lors de la mesure, les enfants regardaient un film ou une téléserie de leur choix en mode sourdine sur une tablette afin de limiter autant que possible tout mouvement durant les mesures.

Chaque présentation du stimulus avait une durée de 100 ms, dont un plateau de 80 ms avec une montée et une descente de 10 ms. La vitesse de stimulation était lente (0.6 stimulus par seconde), comme recommandé par Macaskill et al., (2022). Le niveau de présentation était de 70 dBnHL (Macaskill et al., 2022). La polarité utilisée était la raréfaction. Les filtres étaient de 1 à 30 Hz.

Lors de chaque séance de mesure, au moins deux tracés ont été enregistrés, tant pour les deux séances pré-intervention que pour la séance post-intervention. Chaque tracé a été collecté avec 250 stimulations. Par la suite, une moyenne des deux tracés obtenus a été calculée afin de générer un tracé final, sur lequel les ondes ont été identifiées. Dans un premier temps, les composantes P1, N1, P2 et N2 de tous ces tracés ont été identifiées par deux juges ayant de l'expérience en électrophysiologie. L'accord interjuge était de 95% (38 des 40 ondes identifiées au même endroit par les deux juges). Un total de dix tracés, au lieu de douze, a été identifié puisque le participant 1 terminait un rhume lors de la première séance de mesure et toussait beaucoup produisant

plusieurs artefacts. Cette mesure n'a pas été considérée. Le participant 5 ne voulait pas faire les mesures électrophysiologiques lors de la deuxième séance de mesure.

Résultats et discussion

Des analyses statistiques n'ont pas pu être effectuées en raison du petit nombre de participants. Les sections suivantes seront dédiées à l'observation des données pour analyser si l'intervention RéBriCo aurait eu un effet sur la latence et l'amplitude ondes des P1, N1, P2, N2 des participants.

Latence des ondes P1, N1, P2, N2

La valeur des latences des quatre composantes obtenues aux séances de mesure avant (Pré 1 et Pré 2) et après l'intervention (Post 1) sont présentées dans le Tableau 4.6.

Tableau 4.6 : Valeurs de la latence des ondes P1-N1-P2-N2 lors des deux mesures électrophysiologiques pré-intervention (Pré 1, Pré 2) et de la mesure post-intervention (Post 1).

Onde	Participant	Pré 1 (ms)	Pré 2 (ms)	Post 1 (ms)	Différence Pré 2 et Pré 1 (ms)	Différence Post 1 et Pré 2 (ms)
P1	1	s. o.	66.9	47.1	s. o.	-19.8
	2	98.1	103.3	92.9	5.2	-10.4
	3	80.4	82.5	78.3	2.1	-4.2
	5	69.0	s. o.	72.1	s. o.	s.o.
N1	1	s. o.	150.2	128.3	s. o.	-21.9
	2	117.9	115.8	120.0	-2.1	4.2
	3	128.3	135.6	128.3	7.3	-7.3
	5	98.1	s. o.	100.2	s. o.	s. o.
P2	1	s. o.	202.2	193.9	s. o.	-8.3
	2	185.5	194.9	186.6	9.4	-8.3
	3	168.9	190.8	181.4	21.9	-9.4
	5	178.3	s. o.	173.1	s. o.	s. o.
N2	1	s. o.	250.1	260.5	s. o.	10.4
	2	288.6	309.4	305.3	20.8	-4.1
	3	235.5	273.0	288.6	37.5	15.6
	5	263.6	s. o.	289.6	s. o.	s. o.

Note : s.o. = sans objet.

En général, il y a très peu de différence entre les deux séries de mesures pré-intervention. Pour la latence des ondes P1 et N1, une différence aussi petite que 2,1 ms est observée entre les mesures Pré 1 et Pré 2, alors que la différence maximum est de 7,3 ms. En ce qui concerne les composantes P2 et N2, la différence la plus petite observée est de 9,4 ms entre les mesures Pré 1 et Pré 2 pour

ces composantes, et la différence maximum est de 37,5 ms. Quoiqu'il s'agisse d'un très petit échantillon, l'ensemble de ces données témoignent tout de même d'une certaine stabilité, et ce, particulièrement pour les ondes P1, N1 et P2.

Quelques changements dans les latences des ondes ont été observés après l'intervention. Étant donné que l'intervalle entre les deux séries de mesures pré-intervention variait d'un participant à l'autre, la différence entre la deuxième mesure pré-intervention (Pré 2) et la mesure post-intervention (Post 1) a été utilisée pour explorer l'effet du programme RéBriCo sur la transmission neurale. Pour la composante P1, la différence de latence entre la mesure Pré 2 et la mesure Post 1 montre une diminution variant de 4.2 à 19.8 ms chez les trois participants ayant effectué les mesures. Pour ce qui est de l'onde N1, la latence a diminué chez deux participants, de 7.3 et 21.9 ms respectivement. La latence de l'onde P2 a également diminué chez tous les participants, variant de 8.3 à 9.4 ms. Enfin, la latence de l'onde N2 a augmenté chez deux participants et diminuée chez un.

La taille limitée de l'échantillon ne permet pas de déterminer de manière certaine s'il y a un effet d'intervention ou non en comparant les latences des composantes P1, N1, P2 et N2 entre les mesures pré- et post-intervention. Cependant, une tendance générale vers une diminution de la latence est observée pour les données obtenues après l'intervention (Post 1) lorsque comparée aux données obtenues juste avant (Pré 2) et ce, sur l'ensemble des ondes. Ces résultats suggèrent, sous toute réserve, un effet positif du programme d'intervention RéBriCo sur la réponse neurale. En effet, une réduction de la latence (moyenne : -11.5 ms) de l'onde P1 entre la mesure Post 1 et Pré 2 est observée chez les trois participants pour qui cette donnée était disponible. Une tendance similaire est observée pour l'onde P2, soit une réduction la latence (moyenne : -8.7 ms) chez les trois participants pour qui cette donnée était disponible. Une diminution de la latence des

composantes N1 et N2 est également observée à la suite de l'intervention, comparativement aux données obtenues en Pré 2, pour deux participants sur trois pour l'onde N1 et pour seulement un enfant pour l'onde N2.

La mesure de la latence des ondes P1-N1-P2-N2 a été effectuée dans quelques études portant sur l'efficacité d'intervention pour enfants ayant un TTA (voir la revue de la portée de Bigras et al., 2024 pour une description des études), mais aucune étude n'a utilisé les mêmes paramètres et stimuli que ceux employés dans la présente étude. Dans l'étude de Jutras et al. (2019), les auteurs ont fait état d'une réduction, bien que statistiquement non significative, de la latence des ondes P1 et N2 chez des enfants ayant un TTA après un entraînement auditif dans le bruit. Dans cette étude, une réduction de 10 ms pour les ondes P1 et N2 ont été observées chez 40 à 50% des participants (Jutras et al., 2019). Les résultats concernant la latence de l'onde P1 sont cohérents avec ceux de la présente étude, mais les résultats pour l'onde N2 ne correspondent pas précisément à ceux de la présente étude. Cependant, le type d'intervention ne visait pas les mêmes habiletés, soit la perception de la parole dans le bruit pour l'étude de Jutras et al. (2019), et l'utilisation de stratégies métacognitives et métalinguistiques afin de réparer des bris de communication pour la présente étude. Il est possible qu'une intervention d'ordre TD produise des changements neurophysiologiques lors de la présentation de stimuli auditifs, mais les changements pourraient être moins importants (Sharma et al., 2014) ou pourraient se produire dans un délai plus long. De plus, les paramètres et les protocoles utilisés dans l'étude Jutras et al. (2019) et de Sharma et al. (2014) étaient différents de ceux de la présente étude.

Amplitude des composantes P1, N1, P2 et N2

La valeur d'amplitude des quatre composantes P1, N1, P2 et N2, obtenues aux séances de mesures pré et de la séance de mesures post-intervention sont présentées dans le Tableau 4.7.

Tableau 4.7 : Valeurs de l'amplitude des ondes P1-N1-P2-N2 lors des deux mesures électrophysiologiques pré-intervention (Pré 1, Pré 2) et de la mesure post-intervention (Post 1).

Onde	Participant	Pré 1 (μV)	Pré 2 (μV)	Post 1 (μV)	Différence Pré2 et Pré 1 (μV)	Différence Post 1 et Pré 2 (μV)
P1	1	s. o.	1.1	0.3	s. o.	-0.8
	2	-2.8	-2.4	-0.6	0.4	1.8
	3	3.6	2.1	3.2	-1.5	1.1
	5	-1.8	s. o.	-1.1	s. o.	s. o.
N1	1	s. o.	-5.9	-2.9	s. o.	3
	2	-4.1	-2.8	-4.6	1.3	-1.8
	3	-3.3	-4.0	-3.9	-0.7	0.1
	5	-8.1	s. o.	-7.1	s. o.	s. o.
P2	1	s. o.	0.8	1.6	s. o.	0.8
	2	4.4	9.8	7.0	5.4	-2.8
	3	-1.3	0.48	0.9	1.8	0.4
	5	4.95	s. o.	5.2	s. o.	s. o.
N2	1	s. o.	-4.5	-2.9	s. o.	1.6
	2	-5.2	-10.7	-9.0	-5.5	1.7
	3	-5.9	-3.5	-2.0	2.4	1.5
	5	-2.4	s. o.	-4.7	s. o.	s. o.

En général, une variabilité est observée entre les deux séries de mesures pré-intervention pour les quatre ondes. Entre la mesure Pré 1 et la mesure Pré 2, l'étendue des différences d'amplitude varie de - 5.5 μV et à 5.4 μV . Cette variabilité limite la capacité à tirer des conclusions sur l'effet de l'intervention sur l'amplitude des ondes mesurées.

À la suite de l'intervention, l'amplitude de l'onde P1 a augmenté pour deux participants, soit les participants 2 et 3. En effet, ces ondes ont augmenté de 1.8 μV pour le participant 2 et de 1.1 μV pour le participant 3. Cependant, l'amplitude de l'onde P1 du participant 1 a diminué après l'intervention. L'amplitude de l'onde N1 a augmenté de 3 μV pour le participant 1, a augmenté légèrement pour le participant 3 (0.1 μV), mais a diminué de 1.8 μV pour le participant 2. Pour ce qui est de la composante P2, l'amplitude a augmenté de 0.8 μV pour le participant 1, de 0.4 μV pour le participant 3, mais a diminué de 2.8 μV pour le participant 2. Enfin, l'amplitude de l'onde N2 a augmenté de façon similaire pour les participants 1, 2 et 3, avec une augmentation comprise entre 1.5 à 1.6 μV .

Dans l'étude de Jutras et al. (2019), l'amplitude des ondes P1 et N2 se sont améliorées d'au moins 0.5 μ V chez 40% des enfants qui ont suivi un entraînement d'écoute dans le bruit (Jutras et al., 2019). Les résultats de la présente thèse concordent essentiellement avec ceux de Jutras et al. (2019) pour ce qui est de l'amplitude P1 pour les participants 1 et 3 et de N2 chez les trois participants, qui ont augmenté au-delà de la différence de 0.5 μ V rapportée dans Jutras et al. (2019).

De manière similaire à l'étude de Sharma et al. (2014) rapportant des améliorations de l'amplitude de l'onde N250 après des interventions BU, TD ou combinant des composantes TD et BU, la présente étude suggère une augmentation de l'amplitude de l'onde N2 chez tous les participants ayant suivi le programme RéBriCo, suggère qu'une approche TD peut également avoir un effet positif sur la transmission neurale. Bien que des changements neurophysiologiques aient été observés, suggérant potentiellement un meilleur traitement neural après l'intervention, il est difficile de confirmer si ces changements sont directement attribuables à l'intervention. Des études supplémentaires utilisant ce protocole avec un échantillon plus grand sont nécessaires afin de tirer des conclusions plus robustes et d'obtenir des mesures pré-intervention plus stables.

4.2.3.3 Mesures d'utilisation des stratégies de réparation de bris de communication à l'aide de scénarios filmés

L'objectif d'intervention général du programme d'intervention RéBriCo est, entre autres, d'amener l'enfant à identifier un bris de communication et à trouver les stratégies de communication efficaces pour réparer ce bris. L'analyse de l'utilisation de stratégies de réparation de bris de communication s'ajoutait donc à la série de mesures pour explorer l'efficacité du programme RéBriCo.

Description de l'outil de mesure et méthodologie

Afin d'explorer si les enfants ayant participé à la présente étude utilisent spontanément des stratégies de réparation lorsqu'il y a un bris de communication, des activités scénarisées et filmées ont été réalisées. Ces activités comprenaient l'apprentissage de jeux de cartes et n'avaient pas été pratiquées en séances d'intervention. Ces activités ont permis d'explorer si les participants utilisaient plus de stratégies après l'intervention, quels types de stratégies étaient utilisées avant et après l'intervention et si les stratégies étaient plus diversifiées en post-intervention.

Lors de la première séance de mesures pré-intervention, les enfants ont appris à jouer au jeu de cartes Mini-Monsters, lors de la deuxième séance pré-intervention au jeu de cartes Magic School et lors de la troisième séance, après l'intervention, au jeu de cartes Hero Town (voir Figure 4.3). Ces jeux de cartes proviennent de la compagnie Djeco.

Figure 4.3 : Illustrations de la couverture des boîtiers pour chaque jeu de cartes.



Pour l'apprentissage de chaque jeu de cartes, des scénarios ont été élaborés afin d'assurer une uniformité dans les consignes données par l'intervenante à chaque participant. Ces scénarios incluait les instructions pour jouer à chaque jeu de cartes. Elles étaient données par

l'intervenante de manière à créer des bris de communication et d'assurer que les consignes ne soient pas claires. Elles pouvaient être trop longues, contenir des termes complexes, dites trop rapidement ou à voix très basse. Tous les scénarios étaient divisés en six parties : la première consistait à présenter le jeu et son objectif; les deuxième, troisième et quatrième consistaient à présenter les consignes du jeu; la cinquième partie était consacrée au déroulement du jeu; et la sixième partie visait à déterminer si l'enfant comprenait qui avait gagné la partie. Chaque partie de cartes durait environ 10 à 20 minutes et était filmée, afin d'observer, a posteriori, les stratégies de réparation des bris de communication employées par l'enfant.

L'enregistrement des parties de jeux de cartes a été effectué auprès de quatre participants (Participant 1, Participant 2, Participant 3, Participant 5) à trois reprises, soit deux fois avant l'intervention de réadaptation (Pré 1 et Pré 2) et une fois après (Post 1). Lors de l'enregistrement, l'enfant et l'intervenante étaient assis à une table. La caméra était placée à côté de l'intervenante à environ 1 m de l'enfant et pouvait capter l'enfant et le jeu de cartes. Ces enregistrements se sont déroulés dans une cabine insonorisée.

La comparaison des stratégies employées lors des deux premières parties de jeu pré-intervention (Pré 1 et Pré 2) a permis de vérifier la variabilité dans le nombre de stratégies utilisées avant l'intervention. La comparaison des enregistrements des deux premières séances de jeu avec celle après l'intervention (Post 1) a permis d'explorer l'effet du programme RéBriCo sur les stratégies de réparation des bris de communication.

Les propos tenus au cours des douze enregistrements ont été transcrits par une auxiliaire de recherche, étudiante en orthophonie (I.B.), et révisés par l'auteure de l'étude (J.B.). Dans un premier temps, pour chaque transcription, les segments à analyser ont été identifiés indépendamment par I.B. et J.B. Ces segments comprenaient les actions de l'intervenante, soit

lorsqu'elle donnait ou répétait des consignes à l'enfant, offrait son aide, donnait un modèle, posait des questions pour guider l'enfant ou vérifier s'il avait compris. Les segments identifiés dans chaque transcription ont été comparés. Le pourcentage d'accord entre les segments identifiés par I.B. et J.B. pour chaque transcription était entre 84% et 93%. Ce pourcentage a été calculé en divisant le nombre total d'accords entre les segments identifiés par I.B. et J.B. par le nombre total de segments identifiés, puis en multipliant le résultat par 100. Les différences d'accord ont été résolues par discussion.

Dans un deuxième temps, une grille d'analyse et des codes ont été élaborés par J.B. et I.B. afin d'analyser les comportements des enfants à la suite des actions de l'intervenante. Chaque transcription avait sa propre grille d'analyse. Les codes ont été élaborés pour les types d'actions effectués par l'intervenante ainsi que l'action effectuée par l'enfant en réponse aux actions de l'intervante, la présence d'un bris à la suite de l'action de l'intervenante, le type de stratégie utilisée par l'enfant, le cas échéant, et si le bris a été réparé ou non par l'enfant. Deux professeurs ayant de l'expérience en recherche auprès d'enfants ayant un TTA ont été consultés pour d'obtenir leur rétroaction sur la grille d'analyse et les codes. Les codes sont présentés dans le Tableau 4.8.

Ensuite, les douze enregistrements ont été codés par J.B. La même procédure de codage a été suivie par I.B. pour 30 % des transcriptions. Les segments qui ont été codés par J.B. et I.B. ont été comparés pour examiner le pourcentage d'accord entre les codes attribués par J.B. et I.B. pour chaque catégorie, soit les actions de l'intervenante, les actions effectuées par l'enfant, le type de stratégie utilisée par l'enfant s'il y avait un bris de communication, et si le bris avait été réparé par l'enfant ou non. Le pourcentage d'accord moyen était de 88% (étendue : 80% - 93%). Ce pourcentage a été calculé en divisant le nombre total d'accords entre les codes de chaque catégorie par le nombre total de codes pour cette catégorie, puis en multipliant le résultat par 100.

Certaines stratégies, de nature non verbale, comme regarder la personne qui parle, faire face à la personne qui parle et s'en rapprocher, sont moins faciles à repérer sur les enregistrements vidéo et n'ont pas été codées. Ces stratégies, souvent subtiles, ne pouvaient pas être observées visuellement de manière consistante par I.B. et J.B.

Enfin, pour certaines situations, il n'était pas toujours possible de déterminer si un bris était partiellement (RPB) ou entièrement (RB) réparé. Alors, la compilation de RB et RPB a été combinée. Cependant, ils ont été classés en fonction de la personne qui a réparé le bris, soit l'intervenante (RB I ou RPB I) ou l'enfant (RB E ou RPB E).

Pour les quatre participants, le nombre de stratégies utilisées pour chaque scénario a été comptabilisé afin de déterminer si les enfants utilisaient plus de stratégies après l'intervention. Le nombre de bris ainsi que le nombre de bris réparé par l'enfant et par l'intervenante ont chacun été comptabilisés. Ensuite, pour chaque enfant, le type de stratégies utilisé avant et après l'intervention a été comptabilisé. Finalement, pour déterminer le pourcentage de bris réparés par l'enfant, le nombre total de bris a été divisé par le nombre de bris réparés par l'enfant (entièrement ou partiellement) et multiplié par 100. Ce calcul permet de quantifier la proportion de bris que l'enfant a tenté de réparer, ce qui permet d'explorer le changement dans son comportement proactif face aux bris de communication.

Tableau 4.8 : Catégories et codes utilisés pour l'analyse des segments insérés dans la grille d'analyse des transcriptions des activités scénarisées et filmées.

Codes pour les actions de l'intervenante	
CC	L'intervenante donne la consigne SANS la demande de l'enfant.
CCE	L'intervenante donne la prochaine consigne à la demande de l'enfant OU l'intervenante répète la consigne au complet ou en partie à la suite d'une demande de l'enfant.
COA	L'intervenante offre son aide.
CDM	L'intervenante donne un modèle à l'enfant.
CPQ	L'intervenante pose des questions pour guider l'enfant ou l'intervenante pose des questions pour vérifier si l'enfant a compris.
Codes pour l'action effectuée par l'enfant à la suite d'une action de l'intervenante	
EC	L'enfant effectue la consigne au complet.
EPC	L'enfant effectue une partie de la consigne.
ER	L'enfant n'effectue pas la consigne ou ne fait rien (il ou elle attend).
ERQ	L'enfant répond à la question.
ERPLQ	L'enfant répond partiellement à la question.
ERPQ	L'enfant ne répond pas à la question.
ES	L'enfant utilise une stratégie.
Le type de stratégie utilisée par l'enfant si le code précédent est ES.	
1. Stratégies pratiquées en séance d'intervention	
Avertis la personne que tu n'as pas compris.	Demande des clarifications OU pose une ou des questions de précision.
Répète la consigne ou confirme ce que tu as compris.	Éloigne-toi de la source de bruit.
Éteins la source de bruit.	Rapproche-toi de la personne qui parle.
Regarde la personne qui parle.	Fais face à la personne qui parle.
Demande à la personne de répéter.	Demande à la personne de parler plus fort.
Demande à la personne de parler plus lentement.	Demande à la personne d'utiliser un autre mot.
Demande à la personne de faire des consignes plus courtes.	Demande à la personne ce que signifie un mot que tu ne connais pas.
Autre stratégie.	
2. Stratégies non spécifiques (Tye-Murray, 2015).	
Quoi, hein ou pardon	Je sais pas.
Codes pour l'analyse du bris de communication	
RB I/E	Réparation du bris par l'intervenante ou par l'enfant.
RPB I/E	Réparation partielle du bris par l'intervenante ou par l'enfant.
BNR	Bris non réparé.

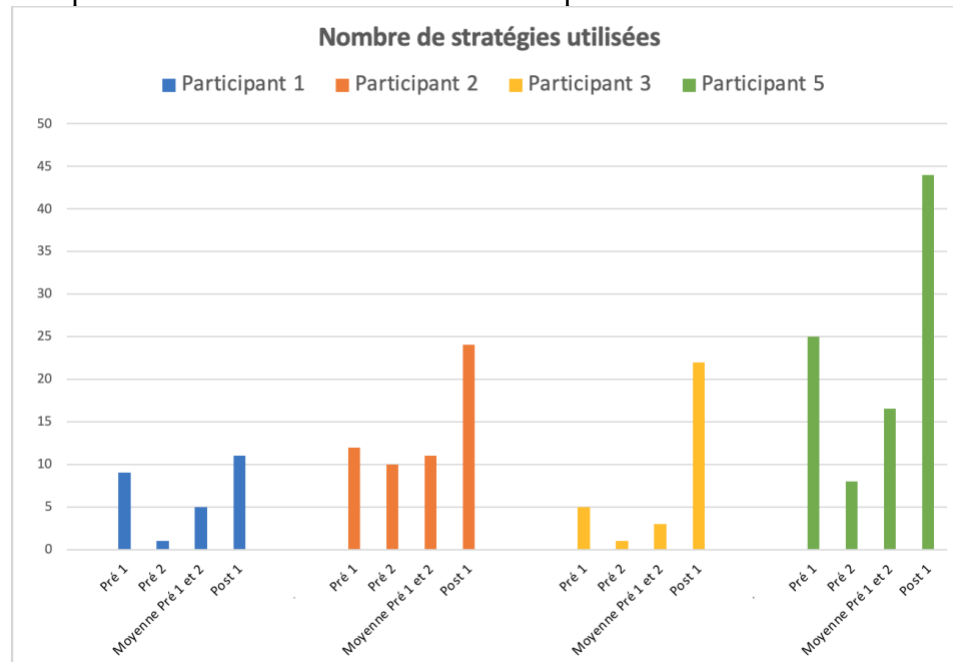
Résultats et discussion

Nombre de stratégies de réparation de bris de communication utilisées avant et après l'intervention

Le nombre d'utilisations de stratégies de réparation de bris de communication lors de l'apprentissage de jeux de cartes par les quatre participants aux trois temps de mesures (Pré 1, Pré 2 et Post 1) est présenté à la Figure 4.4. Les résultats montrent que tous les enfants ont utilisé moins de stratégies de réparation avant l'intervention. Les participants ont utilisé de 5 à 25 stratégies lors de l'activité effectuée pendant la séance Pré 1. De plus, les participants ont utilisé moins de stratégies lors de l'activité deux (Pré 2), soit de 1 à 10 stratégies. Ces résultats suggèrent une variabilité dans les mesures pré-interventions, possiblement en raison du type de jeu de cartes utilisé. Il est possible que les instructions données lors de la deuxième séance de mesures aient entraîné moins de bris de communication que les activités des première et troisième séances de mesures.

Les données présentées à la Figure 4.4 permettent de constater que l'utilisation de stratégies de réparation de bris de communication a augmenté après l'intervention. Le pourcentage d'amélioration a été calculé à l'aide de la formule suivante : $((\text{valeur post-intervention} - \text{valeur moyenne pré-intervention}) / (\text{valeur post-intervention} + \text{valeur moyenne pré-intervention})) \times 100$. Les résultats montrent que le Participant 1 a présenté une amélioration de 37,5%, le participant 2 de 37,1%, le participant 3 de 76% et le Participant 5 de 45,5%. Ces résultats suggèrent une amélioration notable dans le nombre de stratégies utilisées après l'intervention.

Figure 4.4 : Nombre de stratégies utilisées par les quatre participants pour réparer les bris de communication pendant les activités filmées avant et après l'intervention.



Efficacité des stratégies de réparation des bris de communication utilisées avant et après l'intervention

Le pourcentage de bris de communication qui ont été réparés par les quatre participants aux trois temps de mesures est présenté dans la Figure 4.5. En examinant cette figure, des variations quant au nombre de bris réparé sont notées entre Pré 1 et Pré 2. En effet, le participant 1 a réparé 27.6% des bris lors de la première séance, contre 11.1% lors de la deuxième séance. Pour ce qui est du participant 2, un pourcentage plus élevé de bris a été réparé lors de la deuxième séance, soit 34,5%, contre 25% lors de la première séance. Le participant 3 a réparé 20% des bris lors de la première activité et 8,3% des bris lors de la deuxième. Enfin, pour le participant 5, le pourcentage de bris de communication réparé était similaire lors des deux premières mesures, avec 36.1% pour la première séance et 35% pour la deuxième. Ces variations dans les pourcentages de bris réparés avant l'intervention pourraient être dues à différents facteurs, tels que le type de jeux de cartes, les

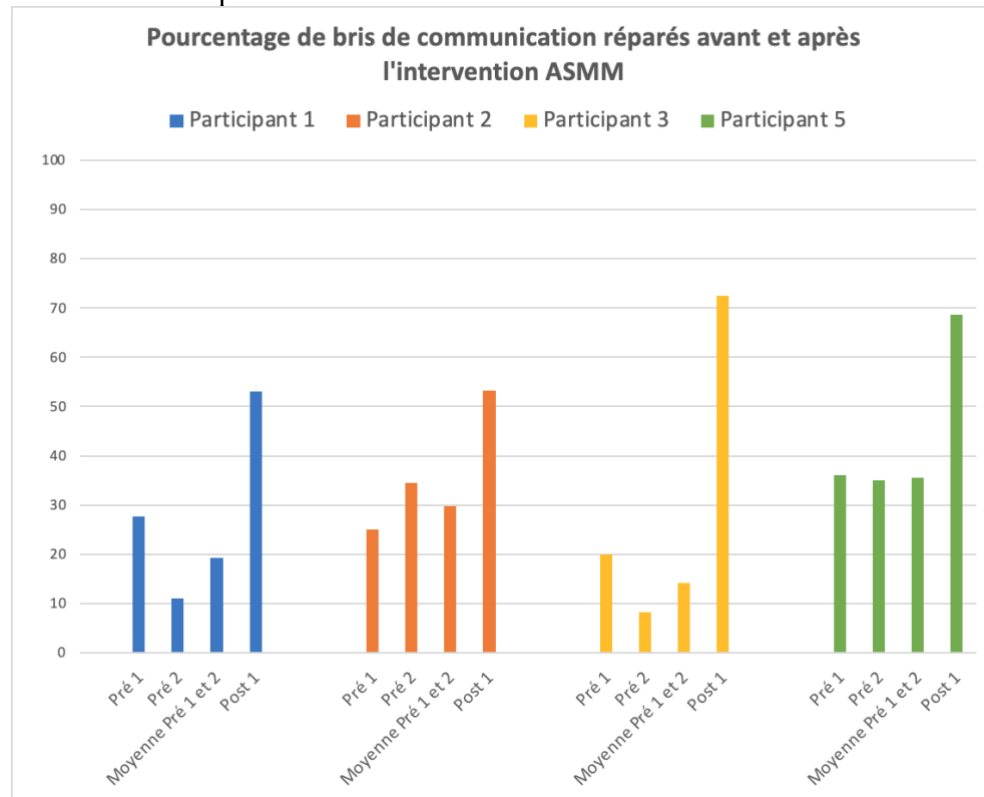
instructions données, les conditions de mesure, dont la fatigue, l'humeur des participants ou même l'effet de pratique.

Cependant, les résultats montrent que tous les enfants ont réparé plus de bris de communication après l'intervention comparativement aux mesures effectuées avant l'intervention. Le pourcentage d'amélioration a été calculé à l'aide de la formule suivante : $((\text{valeur post-intervention} - \text{valeur moyenne pré-intervention}) / (\text{valeur post-intervention} + \text{valeur moyenne pré-intervention})) \times 100$.

Les résultats montrent que le Participant 1 a présenté une amélioration de 46,7%, le participant 2 de 28,3%, le participant 3 de 67,2% et le Participant 5 de 31,7%. Ces résultats suggèrent une amélioration notable dans le nombre de bris réparés après l'intervention. En plus d'utiliser plus de stratégies de réparation de bris de communication, les enfants ont tous réussi à réparer plus de bris après l'intervention. Ces résultats témoignent d'un comportement d'engagement plus grand de la part des enfants, envers l'activité du jeu de cartes, puisqu'ils cherchaient à mieux comprendre le jeu et prenaient moins de risques, comme deviner lorsqu'ils ne comprenaient pas. De plus, il est possible que les enfants aient plus remarqué les bris de communication pendant la mesure post-intervention comparativement aux mesures pré-intervention.

En examinant les données individuelles, certains participants ont également utilisé plus d'une stratégie à la fois pour réparer un même bris de communication, particulièrement le participant 3. En somme, les résultats suggèrent que les enfants utilisent plus souvent les stratégies apprises après l'intervention et ont eu plus de succès à réparer les bris de communication. Ces résultats concordent avec ceux de Fortin et al. (2024) qui ont mené une étude pilote évaluant un programme d'entraînement aux stratégies de réparation pour des enfants ayant un TTA. Après l'intervention, ces enfants utilisaient un plus grand nombre de stratégies de réparation et les bris de communication étaient résolus avec plus de succès (Fortin et al., 2024).

Figure 4.5 : Pourcentage de bris de communication réparés par les quatre participants pendant les activités filmées avant et après l’intervention.



Variété de stratégies de réparation de bris de communication utilisées avant et après l’intervention

Le décompte des différents types de stratégies de réparation de bris de communication utilisées par les quatre participants pendant les activités filmées est présent à la Figure 4.6. Bien qu’elles aient été pratiquées et discutées à plusieurs reprises en séances d’intervention, les stratégies de réparation suivantes n’ont pas été utilisées par les enfants pendant les activités filmées : éloigne-toi de la source de bruit, éteins la source de bruit, fais face à la personne qui parle et rapproche-toi de la personne qui parle. Ces stratégies n’étaient pas pertinentes dans le contexte des activités scénarisées puisqu’elles étaient exécutées dans une cabine insonorisée et que les enfants étaient assis à une table en face de l’intervenante. Fortin et al. (2024) ont également rapporté ces éléments dans leur étude. Pour ce qui est de la stratégie « regarde la personne qui parle », il était difficile de

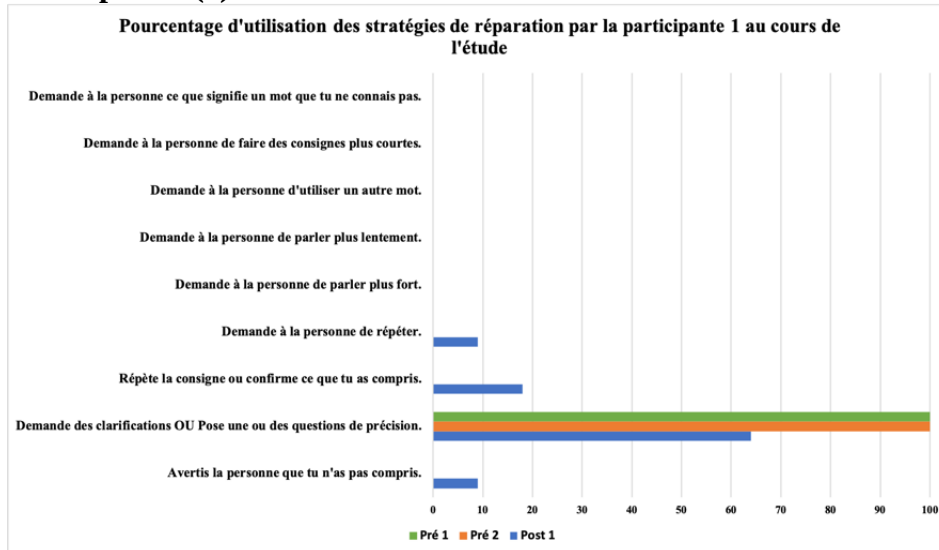
déterminer dans la vidéo où l'enfant regardait lors des instructions pendant la vidéo ou de conclure s'ils regardaient plus souvent l'intervenante après l'intervention. Après l'intervention, le participant 1 utilisait quatre types de stratégies, comparativement à une avant l'intervention (Figure 4.6a). Le participant 2 utilisait déjà trois types de stratégies avant l'intervention et il en utilisait deux types de plus post-intervention (Figure 4.6b).

Le participant 3 (Figure 4.6c) utilisait plus de stratégies après l'intervention, mais pas une plus grande variété de stratégies. Il est intéressant de noter que ce participant utilisait davantage de stratégies et réparait plus de bris de communication post-intervention lors de cette activité, bien que lui et son parent n'aient pas remarqué de changement dans le rendement et la satisfaction (QSED) des activités quotidiennes importantes pour l'enfant. Les activités filmées ont montré que cet enfant pouvait remarquer les bris de communication et utiliser des stratégies pour les réparer. Cependant, il demeure que cette activité a été réalisée avec l'intervenante et dans un laboratoire, ce qui ne constitue pas une situation naturelle.

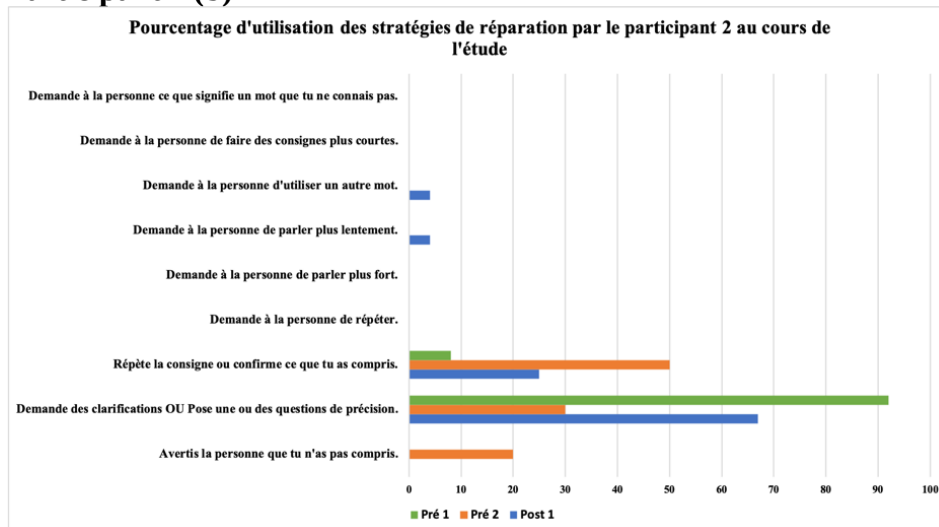
Enfin, le participant 5 utilisait six types de stratégies de réparation après l'intervention, dont trois nouvelles (Figure 4.6d).

Figure 4.6 : Pourcentage d'utilisation des différents types de stratégies de réparation avant et après l'intervention.

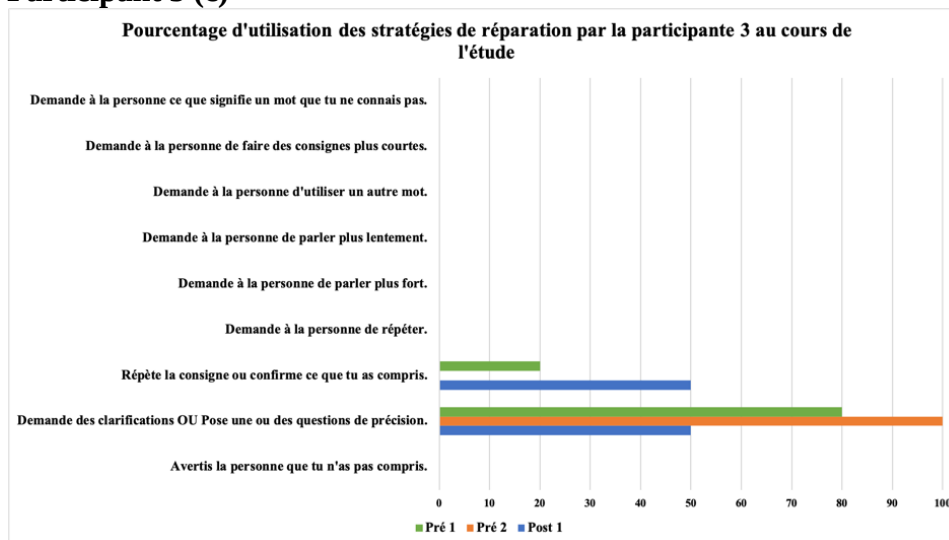
Participant 1 (a)



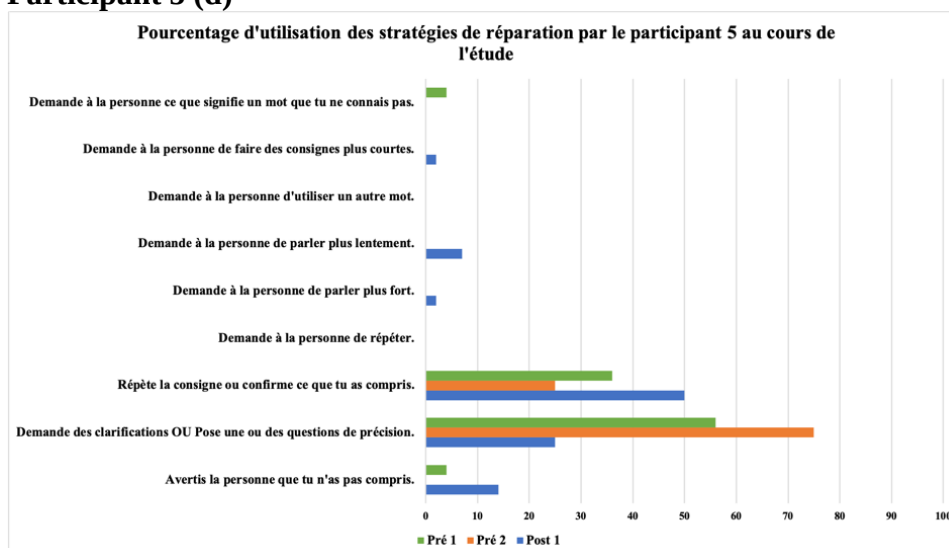
Participant 2 (b)



Participant 3 (c)



Participant 5 (d)



Dans l'étude de Fortin et al. (2024), tant les enfants du groupe témoin que les enfants du groupe expérimental, utilisaient majoritairement des stratégies de validation et de clarification afin de réparer les bris. Cette étude corrobore ces observations. Les quatre enfants qui ont exécuté les activités filmées ont surtout utilisé ce type de stratégies pour mieux comprendre les instructions, tant avant qu'après l'intervention.

Ce type de mesure de rendement, soit les activités scénarisées contenant de multiples bris de communication, offre une vue d'ensemble de l'utilisation des stratégies dans une activité

semblable à la vie quotidienne. Après huit semaines d'intervention, tous les enfants utilisaient plus de stratégies et cherchaient à mieux comprendre le jeu. Les enfants employaient une plus grande variété de stratégies. Parmi les stratégies les plus utilisées post-RéBriCo figurent: demander des clarifications ou des précisions, répéter ou confirmer ce que tu as compris, et avertir la personne que tu n'as pas compris, demander à la personne de parler plus lentement.

Ce type de mesure et cette expérimentation présentent des limites. Tout d'abord, certains bris ou certaines actions étaient difficiles à coder, car les vidéos n'ont pas capté tout le contexte, notamment le regard ou les comportements des enfants. De plus, le codage des segments a été plus difficile pour I.B., car elle n'était pas impliquée dans les activités scénarisées. Également, un plus grand échantillon serait nécessaire pour permettre une analyse plus robuste de l'efficacité du programme d'intervention RéBriCo. Certains jeux de cartes pourraient avoir généré plus de bris ou offert plus d'opportunités pour appliquer les stratégies de réparation. Certains participants ne prenaient pas leur médication pour TDAH de manière consistante, ce qui aurait pu avoir un effet sur la participation des enfants durant les activités. Enfin, le type de diagnostics concomitants et le degré de sévérité auraient pu influencer l'efficacité du programme RéBriCo.

4.3 Références

- Anderson, K., L., Smaldino, J., J., & Spangler, C. (2011). *Listening Inventory for Education—Revised*. <https://teachertoolstakeout.com/0099-observation-checklists>
- Bamiou, D.-E., Campbell, N., & Sirimanna, T. (2006). Management of auditory processing disorders. *Audiological Medicine*, 4(1), 46-56.
<https://doi.org/10.1080/16513860600630498>
- Barry, J. G., Tomlin, D., Moore, D. R., & Dillon, H. (2015). Use of questionnaire-based measures in the assessment of listening difficulties in school-aged children. *Ear and Hearing*, 36(6), e300-e313. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000180>
- Bigras, J., Lagacé, J., El Mawazini, A., & Lessard-Dostie, H. (2024). Interventions for school-aged children with auditory processing disorder : A scoping review. *Healthcare*, 12(12), 1161. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121161>
- Byers-Heinlein, K. (2013). Parental language mixing : Its measurement and the relation of mixed input to young bilingual children’s vocabulary size. *Bilingualism: Language and Cognition*, 16, 32-48. <https://doi.org/doi:10.1017/S1366728912000120>
- Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology. (2012). *Canadian guidelines on auditory processing disorder in children and adults : Assessment and intervention*. 83. Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology.
- Chermak, G. D. (2014). Central resources training : Cognitive, metacognitive, and metalinguistic skills and strategies. In F. E. Musiek & G. D. Chermak, *Handbook of central auditory processing disorder : Comprehensive intervention*. (2nd éd., Vol. 2, p. 243-309). Plural Publishing Inc.

- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick, *The nature of intelligence*. (p. 231-235). Lawrence Erlbaum Associates.
- Fortin, S., Plante, S., McMahon-Morin, P., Rezzonico, S., Rioux, E. J., Paquet, M., Leroux, T., & Jutras, E. B. (2024). Exploring the effects of a repair strategies training program among children with auditory processing disorder : A pilot study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 111995. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2024.111995>
- Gagné, J.-P., & Jennings, M. B. (2011). Incorporating a client-centered approach to audiologic rehabilitation. *ASHA Leader*, 16(8), 10-13. Gale Academic OneFile.
- Giguère, C., Lagacé, J., Ellaham, N. N., Pichora-Fuller, M. K., Goy, H., Bégin, C., Alary, É., & Bowman, R. (2020). Development of the Canadian Digit Triplet Test in English and French. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(3), EL252-EL258. <https://doi.org/10.1121/10.0000825>
- Giroux, S., Parent, V., & Guay, M.-C. (2010). La remédiation cognitive et la remédiation métacognitive pour les personnes ayant un TDAH : Deux stratégies d'intervention novatrices et pourquoi pas complémentaires ? *Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive*, 20(3), 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2010.09.004>
- Gravel, E. (2018, janvier 29). Olga explains the scientific method : Free printable. *Elise Gravel*. <https://elisegravel.com/en/blog/olga-explains-the-scientific-method/>
- Gresham, F. M., & Elliott, SN. (2008). *Social Skills Improvement System—Rating Scales*. Pearson Assessments.
- Hassaan, M. R., & Ibraheem, O. A. (2016). Auditory training program for Arabic-speaking children with auditory figure-ground deficits. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 83(4), 160-167. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.02.003>

- Hébert, J.-M. (2009a). *Apprivoiser l'inférence 2 (3e et 4e année)*. Éditions « À reproduire » : Éditions l'Envolée.
- Hébert, J.-M. (2009b). *Apprivoiser l'inférence 3 (5e et 6e année)*. Éditions « À reproduire » : Éditions l'Envolée.
- Jasper, H. H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10(2), 370-375. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(58\)90053-1](https://doi.org/10.1016/0013-4694(58)90053-1)
- Jutras, B., & Lafontaine, L. (s. d.). *Logiciel d'écoute dans le bruit (LEB)* [Logiciel].
- Jutras, B., Lafontaine, L., East, M.-P., & Noël, M. (2019). Listening in noise training in children with auditory processing disorder : Exploring group and individual data. *Disability and Rehabilitation*, 41(24), 2918-2926. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1482377>
- Jutras, B., Mayer, D., Joannette, E., Carrier, M.-E., & Chenard, G. (2012). Assessing the development of binaural integration ability with the French dichotic digit test : Écoute dichotique de chiffres. *American Journal of Audiology*, 21(1), 51-59. Education Source.
- Jutras, B., Owliaey, M., Gagnon, M., & Phoenix, C. (2015). Impact de l'entraînement auditif sur les habiletés d'écoute dans le bruit des enfants ayant un trouble de traitement auditif : Résultats d'une étude pilote. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 39(4), 346-361. CINAHL.
- Lagacé, J., LeBlanc, L., Boisvert, V., Arseneau, M. J., & Breau-Godwin, S. (2013). Mise à jour sur le développement du Test de Mots dans le Bruit. *Canadian Acoustics / Acoustique canadienne*, 41(2), 8.
- Leblond, M. (2023). *Je lis, j'écoute, je comprends 2 (2e et 3e année)*. Éditions À reproduire : Éditions de l'Envolée.

- Lemire, K. (2005). *Lire—Entre les lignes! : Déduction, inférence, réaction 3 (5e et 6e année)*. Éditions À reproduire, Éditions de l'Envolée.
- Lieutier, P., Filhol, A., Saidani, M.-L., Laumonier, L., Deu, F., & Beausoleil, A. (2024). *La puce à l'oreille | Podcasts décalés pour enfants allumés*. <https://lpalo.com/>
- Lussier, F., & Flessas, J. (2010). Rééduquer les fonctions attentionnelles et exécutives. In Entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelle (Éd.), *Trouble Déficit De L'attention Avec Ou Sans Hyperactivité : De la théorie à la pratique*. (p. 54-64). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71115-2.50007-9>
- Macaskill, M., Omidvar, S., & Koravand, A. (2022). Long latency auditory evoked responses in the identification of children with central auditory processing disorders : A scoping review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 65(9), 3595-3619. https://doi.org/10.1044/2022_JSLHR-21-00544
- Moncrieff, D. W. (2011). Dichotic listening in children : Age-related changes in direction and magnitude of ear advantage. *Brain and Cognition*, 76(2), 316-322. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.03.013>
- Plante, S., & Paquet, M. (2013). *Programme Chasse et pêche | Un apprentissage ludique et efficace des stratégies de communication*. <https://programmechasseetpeche.wordpress.com/>
- Polatajko, H. J., & Mandich, A. (2004). *Enabling occupation in children : The cognitive orientation to daily occupational performance (CO-OP) approach*. Canadian Association of Occupational Therapists.
- Rodger, S., & Polatajko, H. (2010). Cognitive Orientation for Daily Occupational Performance (CO-OP) : A Uniquely Occupation-Centred Intervention Created for Children. In S.

- Rodger, *Occupation-centred Practice with Children. A Practical Guide for Occupational Therapists* (p. 160-182). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444319699.ch8>
- Sabourin, L., Brien, C., & Burkholder, M. (2014). The effect of age of L2 acquisition on the organization of the bilingual lexicon : Evidence from masked priming. *Bilingualism: Language and Cognition*, 17(3), 542-555. <https://doi.org/10.1017/S1366728913000643>
- Sabourin, L., Leclerc, J.-C., Lapierre, M., Burkholder, M., & Brien, C. (2016). *The language background questionnaires in L2 research : Teasing apart the variables*. In L. Hracs (ed.), *Proceedings of the 2016 Annual Conference of the Canadian Linguistics Association*, Calgary, AB.
- Schochat, E., Rabelo, C. M., & Musiek, F. E. (2014). Electroacoustic and electrophysiological auditory measures. In F. E. Musiek & G. D. Chermak, *Handbook of central auditory processing disorder. Volume 1, Auditory neuroscience and diagnosis* (Second edition.). Plural Publishing Inc.
- Secord, W. A., Wiig, E. H., Boulianne, L., Semel, E., & Labelle, M. (2009). *Évaluation clinique des notions langagières fondamentales®—Version pour francophones du Canada*. Pearson.
- Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2012). A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*, 51(7), 506-518. CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.670272>
- Sharma, M., Purdy, S., & Kelly, A. (2014). The contribution of speech-evoked cortical auditory evoked potentials to the diagnosis and measurement of intervention outcomes in children with auditory processing disorder. *Seminars in Hearing*, 35(01), 051-064. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363524>

- Smart, J. L., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2018). Impact of personal frequency modulation systems on behavioral and cortical auditory evoked potential measures of auditory processing and classroom listening in school-aged children with auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29(7), 568-586.
<https://doi.org/10.3766/jaaa.16074>
- Tomlin, D., & Rance, G. (2016). Maturation of the central auditory nervous system in children with auditory processing disorder. *Seminars in Hearing*, 37(1), 74-83.
<https://doi.org/10.1055/s-0035-1570328>
- Tye-Murray, N. (2015). *Foundations of aural rehabilitation : Children, adults, and their family members* (4th edition.). Cengage Learning.
- Villeneuve, S. (2005). *Devinons, devinez, devinettes ! 1 (1ère et 2e année)*. Éditions À reproduire, Éditions de l'Envolée.

CHAPITRE 5 : Discussion générale et conclusion

Cette étude pilote portant sur l'efficacité du programme d'intervention RéBriCo comble une lacune importante dans la littérature scientifique en explorant une intervention originale qui met de l'avant l'importance d'approcher la réparation des bris de communication avec la résolution de problème et la suppléance auditive. En incluant plusieurs types de mesures permettant d'observer les retombées de cette intervention de réadaptation sous plusieurs angles, cette thèse montre que le programme d'intervention RéBriCo peut être bénéfique pour les enfants ayant des difficultés d'écoute dans le bruit et pourrait être une méthode d'intervention efficace pour améliorer les capacités d'écoute et de communication ainsi que la participation dans la vie quotidienne.

Ce chapitre discutera de l'objectif principal de cette étude pilote, soit de l'effet du programme RéBriCo sur plusieurs aspects des capacités d'écoute (section 5.1) chez les enfants présentant des difficultés d'écoute dans le bruit. Plus spécifiquement, il s'agira d'examiner l'effet du programme RéBriCo sur la perception de la parole dégradée, sur la perception de la parole dans le bruit, ainsi que sur les habiletés cognitivo-langagières. L'effet a également été exploré sur les mesures électrophysiologiques (section 5.2) et la participation des enfants dans leur vie quotidienne, telle que perçue à la fois par les enfants eux-mêmes et par leurs parents (section 5.3). La section 5.4 fournira une analyse des résultats à la lumière de l'expérience linguistique. Après ces sections répondant aux questions de recherche, l'importance d'utiliser des mesures répétées et une diversité d'outils de mesures pour mieux cerner l'effet des interventions en clinique sera discutée à la section 5.5. Les implications cliniques de ces travaux seront décrites dans la partie 5.6. Un compte-rendu des limites est présenté dans la section 5.7, suivi des pistes de recherche future dans la section 5.8.

5.1 Effet du programme RéBriCo sur les capacités d'écoute

5.1.2 Perception de la parole dont les composantes acoustiques sont dégradées

Un des objectifs de l'intervention était d'utiliser la suppléance auditive afin de faciliter la compréhension de la parole lors de rupture dans la communication. Les résultats au TPF portent à croire que l'intervention a eu un effet sur les capacités d'écoute de la parole dégradée des enfants. Après huit semaines d'interventions, tous les enfants ont montré de meilleures capacités à identifier le mot final à la fin de phrases filtrées, c'est-à-dire dont on a changé les caractéristiques acoustiques en appliquant un filtre passe-bas de 750 Hz. Chez les participants 1, 3 et 5, une amélioration du taux de réponses correctes était plus notable au cours de l'intervention pour les phrases HP comparativement aux phrases FP. Les scores pour les phrases faiblement prévisibles se sont améliorés pour certains enfants. Le programme RéBriCo pourrait donc avoir eu des effets divers chez les enfants, certains utilisant mieux le contexte et d'autres profitant mieux des signaux acoustiques. Le système auditif serait donc devenu plus apte à combler les lacunes acoustiques ou la capacité à écouter activement les phrases se serait améliorée.

Étant donné que les mesures préliminaires de stabilité test-retest des phrases du TPF ont révélé un accord juste en dessous de la limite recommandée pour le score total et un accord faible pour les phrases HP et FP, les résultats des participants à ce test doivent être interprétés avec réserve. Il est à noter, cependant, que les scores totaux ainsi que ceux des phrases HP et FP sont restés majoritairement stables pendant la phase pré-intervention, ce qui a permis d'explorer les changements ultérieurs.

5.1.3 Perception de la parole dans le bruit

Un test de perception de la parole dans le bruit, soit le Test canadien de triplets de chiffres (TCTC; (Giguère et al., 2020), a été effectué avant et après l'intervention chez quatre enfants. Les résultats

ont montré une amélioration du seuil chez deux enfants, soit 0.9 dB pour le Participant 2 et 0.5 dB pour le Participant 3. Compte tenu de la stabilité test-retest du TCTC, tout changement noté au SRP dans le bruit de 1 dB correspondrait à un changement équivalent de 20% sur le plan de l'intelligibilité de la parole, selon les auteurs du test. Une petite différence dans les seuils de détection de la parole peut mener à un changement important sur le plan de l'identification de la parole (Lentz, 2020). Il est donc possible que le programme RéBriCo puisse contribuer à une meilleure perception de la parole dans le bruit chez certains enfants. Toutefois, il est difficile de déterminer si cette amélioration s'explique par un meilleur traitement auditif ou à une meilleure attention auditive spécifiquement en raison de l'intervention.

5.1.4 Habiletés langagières et cognitives

Pour explorer l'effet du programme RéBriCo sur les habiletés métalinguistiques et la mémoire, les sous-tests CPO et RN de la batterie Évaluation clinique des notions langagières fondamentales, Version pour francophones du Canada (CELF) (Secord et al., 2009) ont été effectués. Le sous-test CPO évalue la capacité de compréhension d'un paragraphe, dont l'idée principale, les détails et la séquence d'événements ainsi que l'habileté à faire des inférences (Secord et al., 2009). Le sous-test RN, évalue la mémoire auditive à court terme et la mémoire de travail (Secord et al., 2009). Des changements ont été notés chez les quatre participants ayant effectué ces mesures avant et après l'intervention. En effet, les scores au sous-test CPO se sont améliorés pour les quatre participants tandis que des changements ont été notés sur le plan de la mémoire auditive à court terme chez le Participant 5 seulement. Puisque le programme RéBriCo inclut des activités d'inférences, des activités sémantiques et des activités de compréhension du vocabulaire, il est possible que les enfants aient pratiqué ces compétences pendant les séances d'intervention et que ces apprentissages se reflètent dans les scores de ce sous-test. D'ailleurs, ces résultats corroborent

les améliorations notées au TPF puisque ce test nécessite l'utilisation du contexte pour bien identifier les mots à la fin des phrases, une tâche qui requiert un vocabulaire approprié, des connaissances sémantiques et des habiletés à faire des inférences comme pour le sous-test de CPO. Il est difficile d'expliquer pourquoi un enfant s'est amélioré significativement à la répétition de nombres à la suite du programme RéBriCo. Comme ce test requiert beaucoup d'attention et de concentration (Secord et al., 2009), il est possible que cette amélioration soit plutôt liée à une meilleure écoute post-intervention.

5.2 Effet du programme RéBriCo sur PEALL

Les mesures de réponses neurales, plus précisément des composantes P1, N1, P2, et N2 ont été effectuées avec des bouffées tonales de 500 Hz dans le silence et présentées à l'oreille droite. Des changements neurophysiologiques post-intervention ont été notés sur certaines ondes et pour certains participants, mais la taille limitée de l'échantillon ne permet pas de déterminer de manière certaine s'il y a un effet d'intervention ou non. Cependant, une tendance générale vers une diminution des latences a été observée en comparant les mesures avant et après l'intervention. Cette diminution a été notée sur l'ensemble des latences, et pourrait suggérer un changement dans la réponse neurale après l'intervention, mais ce sous toute réserve. Pour ce qui est de l'amplitude des composantes P1-N1-P2-N2, de la variabilité a été notée chez deux participants ce qui limite les conclusions portant sur l'effet de l'intervention sur l'amplitude des ondes. L'amplitude de l'onde N2 a augmenté de façon similaire chez les trois participants ayant effectué les mesures.

Il est difficile de confirmer si ces changements neurophysiologiques sont directement attribuables à l'intervention et s'ils représentent bien un meilleur traitement neural après l'intervention. Des études utilisant ce protocole et avec plus de participants sont nécessaires afin de faire des

conclusions plus robustes. Dans le cadre de ce devis à cas unique, les mesures pré-intervention ont été réalisées à des intervalles différents, ce qui rend difficile l'évaluation des effets de maturation.

5.3 Effet du programme sur la participation des enfants dans les activités de la vie quotidienne

5.3.1 Perception des enfants selon le LIFE-R

Dans un premier temps, le LIFE-R (Anderson et al., 2011) a été rempli par quatre enfants avant et après l'intervention. Les résultats n'ont pas montré de changement ni entre les temps de mesure pré-intervention ni entre les mesures pré et post-intervention suggérant que la perception des enfants quant à leurs difficultés d'écoute à l'école n'a pas changé. Il est possible que ce questionnaire ne soit pas suffisamment sensible aux changements apportés par l'intervention. Les apprentissages effectués lors des séances d'intervention peuvent avoir ciblé des situations au-delà de celles vécues en salle de classe ou dans un contexte scolaire. À l'inverse, ces apprentissages pourraient ne pas s'être généralisés à un plus grand nombre de situations d'écoute que celles identifiées par le QSED. Enfin, il est possible que les situations énumérées dans le LIFE-R n'aient pas une importance significative pour l'enfant, rendant ce questionnaire moins pertinent pour explorer l'effet direct du programme RéBriCo.

5.3.2 Perception des parents selon le ECLiPS

La perception des parents a été explorée avec le questionnaire ECLiPS. Ce questionnaire permet aux parents d'évaluer la source des difficultés auditives et de communication de leur enfant, soit le traitement auditif et le traitement de la parole, les compétences pragmatiques et sociales, la mémoire et l'attention, le langage/littératie/latéralité ou la sensibilité aux sons dans l'environnement. De façon générale, après huit semaines d'intervention, les parents n'ont pas noté de changement notable dans les divers domaines évalués par le questionnaire. Toutefois, un meilleur score post-intervention a été observé chez le Participant 2 pour ce qui est de la sensibilité

aux sons de l'environnement, et chez le Participant 5 pour les habiletés de mémoire et d'attention. Tout comme le questionnaire LIFE-R, le ECLiPS pourrait ne pas être assez sensible aux changements apportés par l'intervention. De plus, les apprentissages effectués pendant les séances d'intervention pourraient ne pas s'être consolidés dans les habiletés d'écoute spécifiques évaluées par le ECLiPS.

5.3.3 Perception de la performance et de la satisfaction des enfants et de leur parent

À l'aide du QSED, chaque enfant a pu identifier cinq situations d'écoute dans sa vie quotidienne qui étaient difficiles pour lui ou elle et importantes à améliorer. Les enfants ont coté leur perception de leur rendement dans ces cinq situations et leur satisfaction quant à leur rendement. Les parents ont également coté leur perception du rendement de leur enfant dans ces mêmes situations ainsi que leur satisfaction envers ce rendement.

À la suite de l'intervention, un seul enfant, soit le Participant 3, et son parent n'ont pas noté de changement tant sur le plan du rendement que de la satisfaction. Chez les quatre autres enfants et leurs parents, la perception du rendement et la satisfaction se sont améliorées au courant de l'intervention ou après celle-ci (mis à part le Participant 4 puisque les mesures post-intervention n'ont pas été effectuées). D'un participant à l'autre, le rendement s'est amélioré à des degrés différents ou pour certaines situations d'écoute plus que d'autres. Cette observation s'applique aussi à la satisfaction et aux réponses des parents. Également, les changements ont été notés à différents moments au courant de l'intervention. Ces résultats montrent que la perception des enfants et des parents peut être différente et qu'il importe d'avoir l'opinion de ces deux personnes pour mieux connaître l'effet de l'intervention au-delà des capacités travaillées en séance.

L'auto-évaluation joue un rôle central dans le développement des habiletés métacognitives, en particulier chez les enfants confrontés à des défis d'écoute. À cet égard, le QSED permet aux

enfants d'évaluer leur propre performance (rendement) et leur satisfaction dans des contextes significatifs pour eux. Ce processus engage des mécanismes métacognitifs essentiels, tels que la prise de conscience de leurs difficultés, l'évaluation réflexive de leurs stratégies d'écoute et la régulation de leurs comportements pour améliorer leur performance. En guidant les enfants à identifier, analyser et ajuster leurs stratégies d'écoute, l'intervention pourrait avoir favorisé leur capacité à réfléchir sur leur rendement et leur satisfaction. Ainsi, l'intervention RéBriCo pourrait ne pas se limiter pas à améliorer l'écoute en contexte difficile, mais également au développement d'une métacognition active et structurée, permettant aux enfants de mieux gérer leurs défis communicationnels. Ce dernier point nécessite plus d'études.

5.3.4 Habiletés sociales et problèmes de comportement

Le questionnaire SSIS (Gresham & Elliott, 2008) a été rempli par le parent. Cette mesure a permis d'explorer si les changements notés dans les capacités auditives ou les activités d'écoute à la suite de l'intervention se sont généralisés aux habiletés sociales ou aux problèmes de comportement. De façon générale, aucun changement n'a été noté sur le plan des habiletés sociales et des problèmes de comportement, mis à part les scores d'intimidation et de comportements externalisés chez le Participant 1 ainsi que le score d'hyperactivité et inattention chez le Participant 2, qui se sont normalisés après l'intervention. Le programme RéBriCo n'aurait donc pas eu d'effet notable sur les habiletés évaluées par le SSIS ou ce dernier pourrait ne pas être assez sensible aux changements à la suite à d'une intervention métacognitive et métalinguistique chez les enfants ayant des difficultés d'écoute dans le bruit.

5.3.5 Utilisation des stratégies de réparation de bris de communication

Les séances d'apprentissage de jeu de cartes qui ont été filmées ont permis d'explorer si les enfants mettent en pratique les stratégies de communication apprises lors de l'intervention. Une

augmentation du nombre d'identifications des bris de communication et du nombre de stratégies de réparation a été observée chez tous les participants ($n = 4$) après les huit semaines d'intervention. En comparant les résultats avant et après l'intervention, une augmentation de comportements proactifs dans leur communication a été observée. À la fin du programme d'intervention, tous cherchaient à davantage mieux comprendre les règles du jeu comparativement à la première séance, et utilisaient une plus grande variété de stratégies.

5.4 Expérience linguistique et effets du programme d'intervention RéBriCo

En plus des problèmes concomitants aux difficultés d'écoute dans le bruit, tels que le TDAH, l'expérience linguistique est un des facteurs pouvant influencer les résultats aux mesures des capacités d'écoute et la participation aux activités auditives ou de la vie quotidienne. Le nombre limité de participants ne permet pas d'explorer des tendances entre les différentes expériences linguistiques. Il est donc difficile de bien cibler l'influence de l'expérience linguistique sur l'effet de l'intervention en grande partie puisqu'il n'y a que cinq participants, dont un qui n'a pas effectué les mesures post-intervention.

En observant les résultats avant et après l'intervention RéBriCo, il ne semble pas y avoir de tendance ou de différence flagrante pour les capacités d'écoute qui pourrait être expliquée par l'expérience linguistique des enfants. Cependant, pour les scores au CDTT, une mesure de perception de la parole dans le bruit, une amélioration plus notable a été observée chez les deux bilingues simultanés (Participants 2 et 3). Les scores pré-intervention ne différaient pas significativement entre les participants.

Bien que certains problèmes de comportement, identifiés par le parent du Participant 1 par l'entremise du SSIS, se soient améliorés au point d'être dans la norme, il est difficile de déterminer si cette amélioration est en lien avec le bilinguisme précoce de l'enfant. Le même scénario se

présente pour l'écoute en lien avec les habiletés de mémoire et d'attention (voir ECLiPS) du Participant 5. Même si des améliorations ont été notées par le parent, il n'est pas clair à quel point l'expérience linguistique y a eu un effet.

En ce qui concerne les mesures répétées, des améliorations sont notées au Test de phrases filtrées pour tous les participants. Des résultats mixtes ont été observés avec le QSED en ce qui a trait à la performance et à la satisfaction selon les parents et les enfants. Des tendances qui s'expliqueraient par l'expérience linguistique sont difficiles à noter.

Lors des activités filmées pendant lesquelles les enfants apprenaient à jouer à un jeu de cartes, le Participant 1 est l'enfant qui a utilisé le moins de stratégies comparativement aux autres enfants post-intervention. Le Participant 5 est l'enfant qui a utilisé le plus de stratégies et une plus grande variété de stratégies post-intervention comparativement aux autres enfants, en plus d'en utiliser plus que les autres avant l'intervention. Cette observation est intéressante lorsqu'on examine l'expérience linguistique de ces enfants. Le Participant 1 a l'anglais comme langue maternelle et est bilingue séquentiel précoce ayant été immergé dans le français dans un contexte institutionnel et le Participant 5 est un bilingue séquentiel tardif exposé à l'anglais dans des contextes divers dont naturels et institutionnels. La langue maternelle du Participant 5, de même que sa langue parlée à la maison et sa langue de scolarisation, est le français. Il faudrait vérifier si ces éléments se produisent auprès de plus de participants pour déterminer si les enfants utilisent plus de stratégies de réparation lorsqu'ils ont des conversations dans leur langue maternelle plutôt que dans leur langue seconde et s'il y a des variations selon s'ils sont bilingues simultanés. Aucune étude connue n'a investigué l'utilisation de stratégies de réparation des bris de communication chez des enfants ayant des expériences linguistiques diverses en plus de difficultés d'apprentissage. Il est possible que les différences dans l'utilisation des stratégies de réparation

soient reliées à l'expérience linguistique ou encore qu'elles soient dues au fait que les habiletés pragmatiques des participants se développent à des rythmes différents. Par ailleurs, quelle que soit leur expérience linguistique, tous les enfants ont pu suivre les séances d'intervention et chacun a montré des améliorations dans au moins une capacité auditive ou dans sa participation.

5.5 Repenser l'évaluation de l'effet des interventions en milieu clinique

Les différentes études qui se sont penchées sur les interventions de réadaptation auprès des enfants d'âge scolaire ayant un TTA ont utilisé une panoplie de mesures de rendement (Bigras et al., 2024). Des tests psychoacoustiques pour mesurer le changement sur le plan des habiletés de traitement auditif (Maggu & Yathiraj, 2011; Sharma et al., 2012; Smart et al., 2018) ou langagières (Negin et al., 2018; Tomlin & Vandali, 2019) ont été employés, ainsi que des épreuves pour mesurer les changements sur le plan des capacités d'attention (Kuk et al., 2008; Stavrinos et al., 2020; Tomlin & Vandali, 2019) ou de mémoire (Hassaan & Ibraheem, 2016; Kumar et al., 2021a; Moossavi et al., 2015). Également, des mesures électrophysiologiques (Filippini et al., 2012; Hassaan & Ibraheem, 2016; Jutras et al., 2015, 2019; Kumar et al., 2021b; Sharma et al., 2014) ainsi que des questionnaires avec les parents (Cameron et al., 2012; De Melo et al., 2018; Graydon et al., 2018; Kuk et al., 2008), les enseignants (Jutras et al., 2015, 2019; Loo et al., 2016; Smart et al., 2018) et les enfants (Cameron et al., 2012; Cameron & Dillon, 2011; Graydon et al., 2018; Tomlin & Vandali, 2019) ont été effectués. L'importance d'inclure plus d'un type de mesures pour explorer ou évaluer le rendement de l'intervention fait partie des constats qui se dégagent de ces études. En incluant plus d'un type de mesure, cela permet d'observer les retombées des interventions de réadaptation sous plusieurs angles.

Cette étude pilote propose une perspective innovante pour évaluer l'effet des interventions sur diverses composantes chez les enfants ayant des difficultés de traitement auditif ou d'écoute. Les

méthodologies de recherche dans ce domaine reposent sur des mesures pré- et post-intervention effectuées sur des groupes de participants, où les chercheurs comparent les résultats moyens avant et après l'intervention. En l'absence de groupe témoin, deux mesures pré-intervention sont généralement réalisées afin d'évaluer la stabilité des résultats et les effets de maturation. Si des outils fonctionnent bien pour détecter des changements dans un groupe de participants, ils pourraient ne pas être aussi fiables lorsqu'ils sont appliqués à un individu en raison de la variabilité intra-individuelle. Le manque actuel de connaissances approfondies sur la stabilité temporelle des épreuves utilisées pour évaluer l'efficacité des interventions de réadaptation chez les enfants ayant des difficultés de traitement auditif, particulièrement au plan individuel, souligne la pertinence de la présente étude. De plus, cette recherche met en évidence l'importance d'une compréhension approfondie et d'une utilisation adaptée des outils d'évaluation du rendement en contexte clinique. En intégrant des mesures répétées pendant l'intervention, ainsi qu'avant et après celle-ci, il pourrait être possible d'évaluer les changements de manière plus efficace et fiable pour chaque client individuellement, à condition que les mesures pré-intervention soient stables et que les changements observés pendant ou après l'intervention surpassent les effets de pratique ou de familiarisation avec le test, le cas échéant.

Ainsi, cette étude pilote souligne la nécessité d'adopter des stratégies d'évaluation plus robustes et individualisées afin d'améliorer la précision et la pertinence des conclusions sur l'efficacité des interventions en réadaptation auditive. En clinique, se baser uniquement sur une mesure avant et après l'intervention pourrait ne pas suffire à expliquer si les changements sont directement attribuables ou non à l'intervention.

Les changements pendant l'intervention ont été examinés par divers auteurs dans des études interventionnelles portant sur des enfants d'âge scolaire ayant un TTA (Cameron et al., 2012;

Cameron & Dillon, 2011; Jutras et al., 2015, 2019). Cette approche a principalement été utilisée dans le cadre d'études portant sur l'efficacité d'entraînement auditif. Les données issues des changements observés au cours de l'intervention ont fourni des informations pertinentes sur les progrès des enfants, soulignant les avantages potentiels d'incorporer des mesures répétées pour optimiser l'évaluation de l'efficacité des interventions.

De plus, l'utilisation de différentes mesures de rendement, telles que les tests psychoacoustiques et les questionnaires portant sur la perception des enfants, des parents ou de tout autre individu ayant un rôle important dans la vie de l'enfant effectuant l'intervention, est cruciale pour obtenir une évaluation complète et nuancée des capacités auditives et des expériences des enfants. Les mesures psychoacoustiques permettent d'évaluer de manière objective les capacités auditives. Cependant, ces tests ne capturent pas toujours l'effet réel des difficultés auditives sur la vie quotidienne des enfants. Des questionnaires qui recueillent des informations sur la perception subjective des enfants et sur la manière dont ils vivent leurs difficultés d'écoute dans des situations concrètes, sont essentiels pour comprendre l'effet des interventions. En combinant ces deux types de mesures, on obtient une évaluation plus complète qui tient compte non seulement des performances objectives, mais aussi des défis perçus par les enfants dans leur vie quotidienne. Cette approche intégrative permet d'orienter les interventions de manière plus ciblée et efficace, en tenant compte à la fois des aspects auditifs et de l'expérience vécue des enfants.

Dans le cadre de cette étude pilote, le QSED, un outil permettant aux enfants d'identifier des situations d'écoute difficiles et importantes qu'ils souhaitent améliorer, a été administré de manière répétée à travers un devis expérimental à cas unique à niveaux de base multiples non simultanés. Ce questionnaire a généralement présenté une stabilité pendant la phase pré-intervention, tant du côté des enfants que des parents, et a pu détecter des changements au cours de l'intervention. Ces

changements ont varié en fonction des aspects de performance et de satisfaction évalués par les parents ou les enfants. Le TPF a également montré une stabilité dans les mesures pré-intervention pour la majorité des participants et des types de phrases, avec des changements observés pendant ou après l'intervention. Le QSED et le TPF sont deux outils évaluant des éléments différents et qui offrent des perspectives différentes sur l'effet de l'intervention RéBriCo.

5.6 Approches *Top-Down* et *Bottom-Up* : Vers des interventions centrées sur le fonctionnement et la participation

Selon les principes de la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) (Organisation mondiale de la santé, 2001), l'objectif des interventions ne consiste pas à éliminer le trouble sous-jacent, mais plutôt à optimiser le fonctionnement et la participation des individus dans leurs activités quotidiennes. Les approches Top-Down (TD) et Bottom-Up (BU) en audiologie sont recommandées pour intervenir auprès des enfants qui ont des difficultés en lien avec le traitement auditif afin d'offrir une prise en charge globale et adéquate (AAA, 2010; American Speech-Language-Hearing Association, 2005; Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012). En combinant ces deux approches, il devient possible de cibler à la fois les capacités auditives et les habiletés de plus hauts niveaux, soit la cognition et le langage, optimisant ainsi la participation dans les activités quotidiennes. Cette approche intégrée permet non seulement d'optimiser l'écoute ou le traitement auditif, mais aussi de soutenir l'adaptation des enfants aux défis de communication, favorisant une meilleure inclusion dans leur environnement social et éducatif.

Les interventions de type BU se concentrent sur l'entraînement des capacités auditives, telles que la perception de la parole dans le bruit et l'écoute dichotique (Bigras et al., 2024). Toutefois, bien que ces interventions montrent des effets positifs sur le plan des habiletés auditives ciblées lors

des entraînements, ils ne démontrent pas systématiquement des améliorations à d'autres habiletés auditives ainsi qu'aux activités de la vie quotidienne (Bigras et al., 2024).

Dans la présente étude, plusieurs mesures pré- et post-intervention ont été effectuées et, dans l'ensemble, certains changements ont été notés sur le plan des capacités auditives, sans être notables et cohérents. En revanche, des améliorations ont été observées dans la participation des enfants grâce au QSED, une mesure répétée. Ces résultats mettent en évidence que le fonctionnement réel dans la vie quotidienne ne repose pas uniquement sur des gains perceptifs, mais sur la capacité des enfants à mobiliser des stratégies TD pour surmonter les défis communicationnels.

Dans cette optique, les interventions qui intègrent des éléments TD jouent un rôle crucial. Les stratégies TD sollicitent les processus de plus haut niveau, comme l'attention, la mémoire de travail, le langage et la résolution de problèmes. En enseignant aux enfants les stratégies efficaces pour réparer les bris de communication, et ce, en suivant une approche métacognitive et métalinguistique, il devient possible de renforcer leur capacité à s'adapter à des environnements complexes. Les résultats du programme RéBriCo démontrent qu'une approche TD permet des gains notables dans l'habileté des enfants à résoudre des bris de communication. Les enfants deviennent non seulement plus efficaces dans leurs interactions quotidiennes, mais ils développent également une autonomie communicationnelle essentielle pour leur inclusion sociale.

La combinaison des approches BU et TD pourrait donc être essentielle pour maximiser les bénéfices des interventions. Bien que les interventions BU renforcent les capacités auditives, elles ne suffisent pas toujours pour améliorer la participation dans des situations réelles. À l'inverse, les approches TD permettent aux enfants de mobiliser des stratégies adaptatives afin de surmonter des défis communicationnels qui ne peuvent pas être résolus par des gains auditifs seuls.

L'intégration des approches TD et BU dans les programmes d'intervention représente une voie prometteuse pour améliorer le fonctionnement et la participation des enfants présentant des difficultés auditives. En combinant le renforcement des capacités auditives avec l'enseignement de stratégies de réparation, il devient possible d'offrir une prise en charge plus complète et mieux alignée sur les besoins réels des enfants. Cette approche intégrée pourrait transformer les pratiques cliniques en audiologie, en offrant des solutions durables qui favorisent l'inclusion et la réussite des enfants dans leur vie quotidienne.

Cependant, cette approche intégrée, bien qu'essentielle, présente des limites. Il est souvent difficile de déterminer avec précision si les changements observés proviennent principalement des modalités BU, TD, ou d'une combinaison des deux. Cette incertitude souligne l'importance de poursuivre des recherches pour isoler les contributions spécifiques de chaque approche tout en respectant les principes de la CIF en termes du fonctionnement ou les recommandations des lignes directrices (AAA, 2010; American Speech-Language-Hearing Association, 2005; Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology, 2012).

Enfin, cette approche intégrée s'inscrit dans les principes de la CIF, qui met l'accent sur une vision holistique de l'individu. L'amélioration de la participation ne dépend pas uniquement des capacités auditives, mais de la capacité à transférer les acquis dans la vie quotidienne. Il apparaît donc nécessaire d'intégrer des outils d'évaluation qui mettent l'accent sur les activités liées à l'écoute et sur la participation dans la vie quotidienne, conformément au modèle CIF. Cette approche faciliterait une meilleure compréhension comment les enfants s'adaptent aux interventions et d'optimiser les programmes futurs.

5.7 Utilité clinique

Cette section traitera, dans un premier temps, de l'utilité clinique des outils de mesure développés, puis dans un deuxième temps de l'applicabilité clinique du programme RéBriCo. La pratique factuelle veut que les décisions cliniques se basent sur les recherches scientifiques, l'expérience clinique ainsi que les valeurs ou les besoins des clients (Law & MacDermid, 2014). Ainsi, le QSED permet aux cliniciennes et aux cliniciens de recueillir une information à la base d'un des piliers de la pratique factuelle, soit celle concernant les valeurs du client. Le QSED offre aux clients la possibilité d'exprimer leurs besoins et leurs objectifs face à l'intervention. Ce questionnaire pourrait donc servir de mesure de rendement pour les cliniciens et les cliniciennes qui effectuent des interventions et contribuer à l'avancement de la pratique factuelle.

Cette étude pilote montre que les enfants sont capables d'identifier des situations difficiles qui sont importantes pour eux et de noter leur satisfaction et leur rendement, et ce, même si leurs scores peuvent être moins fidèles que ceux de leurs parents, comme présentés dans l'étude portant sur l'élaboration et la validation du QSED (voir chapitre 3). Il importe d'utiliser un vocabulaire approprié et concret particulièrement pour les enfants plus jeunes (Sturges et al., 2002). Cette information est appuyée par les commentaires et la rétroaction apportés par les enfants et leurs parents lors des mesures de validation apparente du QSED.

Le TPF est un autre outil en cours d'évaluation qui pourrait potentiellement être utilisé comme mesure de rendement en clinique à l'avenir, notamment au sein des communautés francophones. Cependant, la stabilité test-retest du TPF doit être davantage investiguée avec un échantillon plus grand. De plus, sa sensibilité au changement doit également être évaluée afin de pouvoir utiliser cet outil comme mesure de rendement.

En ce qui concerne l'intervention RéBriCo, des changements positifs ont été montrés dans différentes capacités d'écoute et diverses activités d'écoute. La mise en pratique de stratégies de communication est un moyen d'intervention peu étudié dans les écrits scientifiques, mais très souvent recommandé par les cliniciens et cliniciennes. Les changements ont été transmis au-delà des séances d'intervention comme noté par le QSED et les activités de jeux de cartes. Cette thèse permet d'ajouter aux outils d'intervention disponibles aux cliniciennes et cliniciens travaillant auprès des enfants ayant un TTA. De plus, les séances d'intervention ayant été effectuées au laboratoire, à la maison et en vidéoconférence témoignent de la flexibilité du programme RéBriCo, permettant aux familles de faire moins de déplacements pour les séances.

Les résultats contribuent à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'enfance en difficulté. Éventuellement, RéBriCo pourrait être utilisée par tous professionnels de la santé ou par le personnel scolaire qui intervient auprès des enfants qui ont des besoins particuliers.

Enfin, puisque les outils d'évaluation et d'intervention ont été développés en français auprès d'une population franco-ontarienne, les résultats de cette étude pilote contribuent à l'amélioration des soins de santé pour les Communautés francophones en situation minoritaire.

5.8 Limites de l'étude

Bien que cette étude ait fourni des résultats intéressants, plusieurs limites doivent être reconnues. Tout d'abord, l'utilisation de plusieurs instruments de mesure pourrait avoir engendré de la fatigue chez les enfants, ce qui a pu affecter la performance notée à certaines mesures. De plus, le type de devis utilisé n'a pas permis de réaliser des mesures de groupes, ce qui aurait permis de généraliser les résultats obtenus aux mesures pré- et post-intervention. Par ailleurs, la nature sous-jacente des difficultés d'écoute des participants n'était pas entièrement connue. De plus, bien que leurs diagnostics de conditions concomitantes soient semblables (par exemple, TDAH et trouble

d'apprentissages en lecture), ils n'étaient pas identiques, ce qui pourrait limiter la comparabilité des résultats et la généralisation à une population plus large. Bien qu'elle puisse constituer une limitation en recherche, l'hétérogénéité observée dans les caractéristiques des participants, reflète la réalité clinique; par conséquent, des résultats concluants malgré cette variabilité renforcent la pertinence de leur application en milieu clinique.

Le nombre de séries de mesures post-intervention est une autre limite de la présente étude. Il a été possible d'effectuer certaines mesures de rendement à deux reprises après l'intervention, avec un intervalle d'environ trois mois, uniquement chez le Participant 1. Cependant, il serait également pertinent de prolonger la période post-intervention au-delà de trois mois pour explorer les effets à long terme de RéBriCo.

Un autre point à considérer est le risque élevé de biais puisque la même personne a effectué les mesures d'admissibilité et de rendement ainsi que les interventions. Cette situation pourrait introduire des biais d'observateur, de confirmation et de performance. Enfin, le fait que les participants savaient qu'ils recevaient l'intervention étudiée augmente le risque d'effets placebo ou même de l'effet Hawthorne, pouvant ainsi biaiser les résultats. Ainsi, des améliorations auraient pu être entraînées indépendamment de l'efficacité réelle du programme RéBriCo simplement parce que les enfants ou les parents s'attendent à des améliorations ou parce qu'ils essaient de mieux performer ou de répondre de manière plus favorable aux évaluations parce qu'ils sont conscients que leur comportement est observé.

D'autres limites concernent celles associées aux outils employés pour les mesures répétées, plus particulièrement le QSED et le TPF. En effet, ces deux mesures ont été créées pour les besoins de la présente étude et nécessitent davantage d'évaluation de leur qualité métrologique. Les effets de pratique avec le TPF sont possibles et la recalibration des réponses avec le QSED aurait pu

influencer les résultats. Enfin, les analyses visuelles typiques dans les devis à cas unique peuvent être subjectives, ce qui peut également influencer l'interprétation des résultats et des conclusions quant à l'efficacité de du programme d'intervention RéBriCo. Afin de réduire la subjectivité, plusieurs méthodes ont été prises pour analyser les données de manière visuelle.

Les mesures pré- et post-intervention utilisées dans cette étude ne fournissent pas d'informations sur la validation de la sensibilité au changement, un élément important pour évaluer l'efficacité d'une intervention. Sans cette validation, il est difficile de confirmer que les changements observés après l'intervention sont réellement dus à celle-ci et non à d'autres influences externes, telles que la maturation ou les effets de l'environnement.

Enfin, les variables externes pouvant influencer les résultats, comme l'environnement familial ou scolaire et l'implication du parent à l'extérieur des séances, ne pouvaient pas être contrôlées pendant la période de collecte de données. Ces éléments auraient pu introduire de la variabilité dans les résultats, rendant les conclusions moins faciles à interpréter quant à l'efficacité réelle de l'intervention RéBriCo.

5.9 Orientations futures

Cette étude présente plusieurs retombées significatives. Toutefois, il est important de nuancer ces retombées. Bien que les résultats soient prometteurs, il serait prématuré de considérer que les outils développés et le programme d'entraînement sont entièrement prêts à être utilisés en contexte clinique. Des validations supplémentaires, des ajustements méthodologiques et des études complémentaires seront nécessaires afin d'assurer leur efficacité, leur fiabilité et leur applicabilité auprès des populations ciblées dans des environnements cliniques réels.

Premièrement, elle propose une méthode d'intervention novatrice pour les enfants ayant des difficultés d'écoute dans le bruit, offrant ainsi des stratégies concrètes afin qu'ils soient des

communicateurs plus actifs. Deuxièmement, elle introduit un outil pour identifier les situations d'écoute qui sont particulièrement difficiles pour ces enfants et qu'ils considèrent comme importantes, permettant ainsi de cibler plus efficacement les interventions. Troisièmement, elle met de l'avant un outil de mesure de reconnaissance de la parole dont les caractéristiques acoustiques ont été altérées. L'utilisation de signaux filtrés présente plusieurs avantages, notamment la possibilité de simuler des conditions d'écoute plus réalistes. Enfin, cette étude contribue à l'offre de services en français, en fournissant des outils et des interventions adaptés aux besoins des enfants francophones, ce qui est essentiel pour garantir une prise en charge équitable et efficace.

RéBriCo devrait être évaluée auprès d'un plus grand nombre d'enfants et, possiblement, sur une période prolongée. Les effets à court et moyen termes devraient être explorés afin de déterminer si l'enfant continue d'utiliser ses nouvelles connaissances. Joindre RéBriCo à un programme d'entraînement auditif pourrait constituer une avenue prometteuse à explorer dans le but de maximiser la participation des enfants dans leur vie quotidienne.

Pour les orientations futures, il serait important de poursuivre les évaluations du TPF afin de mieux comprendre sa fiabilité. Par ailleurs, il serait pertinent de tester le QSED dans un plus grand nombre d'interventions et de continuer à évaluer ses qualités métrologiques. Il serait également bénéfique de tester le QSED auprès d'autres populations et son applicabilité plus large, soit avec des enfants ayant une perte auditive, par exemple.

Avec le QSED, l'enfant identifie des situations qu'il ou elle considère comme étant difficiles, mais importantes. Certaines de ces situations peuvent se dérouler uniquement à l'école, ce qui complique l'évaluation de la perception des parents pour ce qui est de la performance de leur enfant et leur satisfaction dans ces situations. Pour évaluer l'effet des interventions, il serait pertinent de

considérer également les situations difficiles, mais importantes, identifiées par les parents afin de déterminer si leurs perceptions concordent avec celles des enfants.

5.10 CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude visait à créer une méthode d'intervention *Top-Down* et à explorer son efficacité. Le programme RéBriCo a ainsi été créé avec l'objectif d'améliorer les capacités auditives et la participation des enfants présentant des difficultés d'écoute dans le bruit. Deux instruments de mesure du rendement, soit le QSED et le TPF, ont été développés et utilisés dans le cadre de cette étude à devis expérimental à cas unique à niveaux de base multiple non simultané. Les résultats ont montré que le programme RéBriCo peut améliorer certaines capacités d'écoute et la participation des enfants dans leur vie quotidienne. Le QSED et le TPF ont, entre autres, permis de mesurer certains changements au cours de l'intervention et après celle-ci. Cette recherche apporte une contribution innovante et significative en ce qui concerne les méthodes d'intervention de réadaptation auprès des enfants francophones d'âge scolaire et qui expérimentent des difficultés d'écoute lorsqu'en présence de bruits ou de parole compétitifs. En plus d'ajouter une méthode d'intervention en réadaptation, deux outils de mesure du rendement, le QSED et le TPF, pourraient éventuellement être disponibles lorsque d'autres études auront prouvé leur potentielle efficacité auprès d'un plus grand nombre d'enfants. Malgré ses limites, la présente étude ouvre la voie à des recherches futures prometteuses qui pourraient renforcer l'efficacité des interventions en audiologie et améliorer la qualité de vie des enfants avec des difficultés d'écoute dans le bruit ou un TTA.

5.11 Références

- AAA. (2010). *Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder*. American Academy of Audiology.
https://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%208-2010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf
- American Speech-Language-Hearing Association. (2005). *Central auditory processing disorder*. American Speech-Language-Hearing Association. [https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20\(2005\)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization](https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#:~:text=ASHA%20(2005)%20uses%20the%20term,sound%20localization%20and%20lateralization)
- Anderson, K., L., Smaldino, J., J., & Spangler, C. (2011). *Listening Inventory for Education—Revised*. <https://teachertoolstakeout.com/0099-observation-checklists>
- Bigras, J., Lagacé, J., El Mawazini, A., & Lessard-Dostie, H. (2024). Interventions for school-aged children with auditory processing disorder : A scoping review. *Healthcare*, 12(12), 1161. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121161>
- Cameron, S., & Dillon, H. (2011). Development and evaluation of the LiSN & Learn auditory training software for deficit-specific remediation of binaural processing deficits in children : Preliminary findings. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(10), 678-696. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.10.6>
- Cameron, S., Glyde, H., & Dillon, H. (2012). Efficacy of the LiSN & Learn auditory training software : Randomized blinded controlled study. *Audiology Research*, 2(1), 86-93.
<https://doi.org/10.4081/audiores.2012.e15>

- Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology. (2012). *Canadian guidelines on auditory processing disorder in children and adults : Assessment and intervention*. 83. Canadian Interorganizational Steering Group for Speech-Language Pathology and Audiology.
- De Melo, Â., Mezzomo, C. L., Garcia, M. V., & Biaggio, E. P. V. (2018). Computerized auditory training in students : Electrophysiological and subjective analysis of therapeutic effectiveness. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 22(1), 23-32. Scopus.
<https://doi.org/10.1055/s-0037-1600121>
- Filippini, R., Befi-Lopes, D. M., & Schochat, E. (2012). Efficacy of auditory training using the auditory brainstem response to complex sounds : Auditory processing disorder and specific language impairment. *Folia Phoniatrica Et Logopaedica*, 64(5), 217-226.
<https://doi.org/10.1159/000342139>
- Giguère, C., Lagacé, J., Ellaham, N. N., Pichora-Fuller, M. K., Goy, H., Bégin, C., Alary, É., & Bowman, R. (2020). Development of the Canadian Digit Triplet Test in English and French. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(3), EL252-EL258.
<https://doi.org/10.1121/10.0000825>
- Graydon, K., Van Dun, B., Tomlin, D., Dowell, R., & Rance, G. (2018). Remediation of spatial processing disorder (SPD). *International Journal of Audiology*, 57(5), 376-384.
<https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1431403>
- Gresham, F. M., & Elliott, SN. (2008). *Social Skills Improvement System—Rating Scales*. Pearson Assessments.

- Hassaan, M. R., & Ibraheem, O. A. (2016). Auditory training program for Arabic-speaking children with auditory figure-ground deficits. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 83(4), 160-167. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.02.003>
- Jutras, B., Lafontaine, L., East, M.-P., & Noël, M. (2019). Listening in noise training in children with auditory processing disorder : Exploring group and individual data. *Disability and Rehabilitation*, 41(24), 2918-2926. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1482377>
- Jutras, B., Owliaey, M., Gagnon, M., & Phoenix, C. (2015). Impact de l'entraînement auditif sur les habiletés d'écoute dans le bruit des enfants ayant un trouble de traitement auditif : Résultats d'une étude pilote. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 39(4), 346-361. CINAHL.
- Kuk, F., Jackson, A., Keenan, D., & Lau, C. (2008). Personal amplification for school-age children with auditory processing disorders. *Journal of the American Academy of Audiology*, 19(06), 465-480. <https://doi.org/10.3766/jaaa.19.6.3>
- Kumar, P., Singh, N. K., & Hussain, R. O. (2021a). Effect of speech in noise training in the auditory and cognitive skills in children with auditory processing disorders. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 146(gs2, 8003603), 110735. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110735>
- Kumar, P., Singh, N. K., & Hussain, R. O. (2021b). Efficacy of computer-based noise desensitization training in children with speech-in-noise deficits. *American journal of audiology, dgg*, 9114917, 1-16. https://doi.org/10.1044/2021_AJA-20-00153
- Law, M. C., & MacDermid, J. (2014). *Evidence-based rehabilitation : A guide to practice* (Third edition.). Slack Incorporated.

- Lentz, J. J. (2020). *Psychoacoustics : Perception of normal and impaired hearing with audiology applications*. Plural Publishing Inc.
- Loo, J. H. Y., Rosen, S., & Bamiou, D.-E. (2016). Auditory training effects on the listening skills of children with auditory processing disorder. *Ear and Hearing*, 37(1), 38-47.
<https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000225>
- Maggu, A. R., & Yathiraj, A. (2011). Effect of noise desensitization training on children with poor speech-In-noise scores. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 35(1), 56-63. CINAHL.
- Moossavi, A., Mehrkian, S., Lotfi, Y., Faghihzadeh, S., & Sadjedi, H. (2015). The effect of working memory training on auditory stream segregation in auditory processing disorders children. *Iranian Rehabilitation Journal*, 13(1), 22-27. Scopus.
- Negin, E., Mohammadkhani, G., Jalaie, S., & Jarollahi, F. (2018). Efficacy of phonemic training program in rehabilitation of Persian-speaking children with auditory processing disorder : A single subject study. *Auditory and Vestibular Research*, 116-125.
<https://doi.org/10.18502/avr.v27i3.52>
- Organisation mondiale de la santé. (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé : CIF*. Organisation mondiale de la santé.
- Secord, W. A., Wiig, E. H., Boulianne, L., Semel, E., & Labelle, M. (2009). *Évaluation clinique des notions langagières fondamentales®—Version pour francophones du Canada*. Pearson.
- Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2012). A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*, 51(7), 506-518. CINAHL. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.670272>

- Sharma, M., Purdy, S., & Kelly, A. (2014). The contribution of speech-evoked cortical auditory evoked potentials to the diagnosis and measurement of intervention outcomes in children with auditory processing disorder. *Seminars in Hearing, 35*(01), 051-064.
<https://doi.org/10.1055/s-0033-1363524>
- Smart, J. L., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2018). Impact of personal frequency modulation systems on behavioral and cortical auditory evoked potential measures of auditory processing and classroom listening in school-aged children with auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology, 29*(7), 568-586.
<https://doi.org/10.3766/jaaa.16074>
- Stavrinos, G., Iliadou, V. V., Pavlou, M., & Bamio, D.-E. (2020). Remote microphone hearing aid use improves classroom listening, without adverse effects on spatial listening and attention skills, in children with auditory processing disorder : A randomised controlled trial. *Frontiers in Neuroscience, 14*(101478481), 904.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00904>
- Sturgess, J., Rodger, S., & Ozanne, A. (2002). A review of the use of self-report assessment with young children. *British Journal of Occupational Therapy, 65*(3), 108-116.
<https://doi.org/10.1177/030802260206500302>
- Tomlin, D., & Vandali, A. (2019). Efficacy of a deficit specific auditory training program for remediation of temporal patterning deficits. *International Journal of Audiology, 58*(7), 393-400. CINAHL. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1585586>

CHAPITRE 6 – Déclaration de co-rédaction

Les trois articles de cette thèse ont été rédigés par Jacynthe Bigras. Professeure Josée Lagacé a supervisé la rédaction de ces articles. Jacynthe Bigras est audiologiste et doctorante en Sciences de la réadaptation à l'Université d'Ottawa. Professeure Josée Lagacé est audiologiste et professeure titulaire au Programme d'audiologie et d'orthophonie de l'Université d'Ottawa, ainsi que directrice de thèse de Jacynthe Bigras. Le Professeur Benoît Jutras, de l'École d'orthophonie et d'audiologie de l'Université de Montréal, a offert de la rétroaction et révisé les trois articles. La Professeure Jacynthe Savard est ergothérapeute et professeure titulaire au Programme d'ergothérapie à l'Université d'Ottawa. Elle a également fourni de la rétroaction et révisé les articles 2 et 3. Tous deux sont membres du comité de thèse de Jacynthe Bigras et ont contribué en offrant de la rétroaction sur la conceptualisation, la méthodologie et l'analyse des résultats.

Article 1 : Interventions for School-Aged Children with Auditory Processing Disorder: A Scoping Review.

Les auteurs étaient Jacynthe Bigras, Professeure Josée Lagacé, Ahmed El Mawazini, Héroïse Lessard-Dostie. Ahmed El Mawazini est audiologiste et doctorant en Sciences de la réadaptation à l'Université d'Ottawa. Héroïse Lessard-Dostie est audiologiste et associée de recherche à l'Université d'Ottawa. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

Conceptualisation : Jacynthe Bigras et Professeure Josée Lagacé

Méthodologie : Jacynthe Bigras et Professeure Josée Lagacé

Validation des résultats : Ahmed El Mawazini et Héroïse Lessard-Dostie

Recherche documentaire : Jacynthe Bigras et Professeure Josée Lagacé

Rédaction de la version originale : Jacynthe Bigras

Révision : Jacynthe Bigras, Professeure Josée Lagacé, Ahmed El Mawazini et Héroïse Lessard-Dostie

Administration du projet : Jacynthe Bigras

Supervision : Professeure Josée Lagacé

Article 2 : Élaboration et validation d'un questionnaire évaluant l'efficacité des interventions chez des enfants francophones d'âge scolaire ayant des difficultés de traitement auditif

Les auteurs de cet article sont Jacynthe Bigras, Professeure Josée Lagacé et Professeure Jacinthe Savard. Les contributions des auteurs sont les suivantes

Conceptualisation : Jacynthe Bigras, Professeures Josée Lagacé et Jacinthe Savard

Méthodologie : Jacynthe Bigras, Professeures Josée Lagacé et Jacinthe Savard

Rédaction de la version originale : Jacynthe Bigras

Révision et édition : Jacynthe Bigras, Professeures Josée Lagacé et Jacinthe Savard

Administration du projet : Jacynthe Bigras

Supervision : Professeure Josée Lagacé

Article 3 : Improving Communication Breakdown Repair in Children with Auditory Processing Difficulties: A Single-Subject Study on Metacognitive and Metalinguistic Strategy Training

Les auteurs de cet article sont Jacynthe Bigras et Professeure Josée Lagacé.

Les contributions ont été réparties comme suit :

Conceptualisation : Jacynthe Bigras et Professeure Josée Lagacé

Méthodologie : Jacynthe Bigras et Professeure Josée Lagacé

Rédaction de la version originale : Jacynthe Bigras

Révision et édition : Jacynthe Bigras et Professeure Josée Lagacé

Administration du projet : Jacynthe Bigras

Supervision : Professeure Josée Lagacé

Annexe 1

Table S1: Characteristics of intervention studies for children who have an APD or AP difficulties

Intervention studies – Auditory training							
Participant characteristics (including inclusion/exclusion criteria when specified)							
Authors/ yr/ country	Abilities aimed and intervention strategy	Study design and follow-up	Exp. group	Control group	Key findings	Effect size	Generalization and transfer
Ahmed et al., 2016/ Egypt	Multiple AP abilities: Temporal processing and phonemic awareness	Pre/post Follow-up: N/A.	N = 50 (6 to 12 yrs old; 26 girls) Gr A and Gr B: (n=25), subgroups: 1: n=8, aged 6 to < 8 yrs 2: n=8, aged 8 to < 10 yrs 3: n=9, aged 10 to < 12 yrs - NH (threshold below 15 dB HL from 250–8000 Hz); N SRT; excellent speech discrimination; N tymps and ARTs. - AN results on the DDT and PPT - Learning disability, but no neurological disorders and average psycho-intellectual abilities Gr A: formal training; Gr B: informal training	N/A	Interventions were effective at improving dichotic and temporal processing abilities, phonemic awareness and cortical P1 latency. 1) PPT and DDT: Significant improvements for both groups post- training. No statistically significant difference between the 3 age subgroups. 2) Phonemic awareness: Significant improvement in phonemic awareness abilities in both grs. 3) Cortical P1 latency: No statistically significant difference between the three age subgroups, but average latency significantly improved post- training.	Effect size: N/A.	Benefits were extended to other AP abilities (binaural integration).
Oraky et al., 2017/ Egypt	Multiple AP abilities: Temporal processing and phonemic awareness	Pre/post Follow-up: N/A.	N = 50 (6 to 12 yrs old) Gr A (n=25, mean age: 8.90 ± 1.73 ; 14 girls); Gr B (n=25, mean age: $8.99 \pm$ 1.67 ; 12 girls) - APD (test battery included DDT, PPST, AFT); NH (thresholds below 15 dB HL from 250–8000 Hz); N SRT; excellent speech discrimination scores; N tymps and ARTs. - Absence of visual or neurological disorders and average psychointellectual abilities (Arabic Stanford Binnet Test, v.4) Gr A: computerized training Gr B: informal training	N/A	Improvements noted in AP measures, cortical measures and perception following both trainings. Pre- and post-training measures were note statistically different between grs. Statistically significant improvement in: 1) Phonemic awareness 2) APD measures (except AFT at 250Hz, but more improvement for gr A.) 2) P1 latency: Significantly shorter post-training bil. 3) CAPD questionnaire: Results improved significantly.	Effect size: N/A.	Gains were measured on binaural integration and auditory fusion abilities.

Donadon et al., 2019/ Brazil	Multiple AP abilities: Binaural integration, temporal resolution and ordering, auditory figure-ground	RCT Follow-up: N/A.	n=20, 8 to 14 yrs old (10.65 ± 1.56 yrs) - APD (scores below norms for at least 2 tests: DDT, FPT, GIN, SSI-ICM); NH (≤ 15 dB HL from 250 to 8000Hz); N tymps; - History of OM, none in the past 12 mos, absence of PE tube; - No history of chronic medical or neurological disease, invasive developmental disorder, learning and/or language difficulties; - Not receiving other intervention.	n=14, 8 to 14 yrs (mean 10.85 ± 1.66 yrs) Same characteristics as the exp. gr. Completed visual training.	Gr not statistically different before training. 1) DDT, FPT, GIN, SSI-ICM scores: Statistically significant improvements post-auditory training.	Effect size: N/A.	N/A
Filippini et al. (2012)/ Brazil	Multiple AP abilities: SIN, dichotic speech, temporal processing	Non-randomized experimental study Follow-up: N/A.	7 to 13 yrs old (mean = 9.09 ± 1.54 yrs) - NH (thresholds below 20 dB HL from 250 to 8000 Hz); N click-evoked ABR; - Absence of neurological, cognitive, or psychiatric disorders. Gr APD (n = 9). - No language or learning disorder - Deficits on 2 AP tests of the APD battery (SIN test, SSW, DDT, PPST) Gr SLIa (specific language impairment, n = 6). - Diagnostic of SLI and deficits on at least one of the APD test battery. - Normal overall IQ (PMR). - Had concurrent speech therapy. Both grs: formal auditory training.	Aged 7 to 13 yrs old (mean = 9.09 ± 1.54 yrs) Children TD (n = 7) N hearing, language and learning development. Absence of APD SLIb (n = 8). - Same characteristics as SLIa ; underwent speech therapy only.	c-ABR in background noise and AP skills improved following AT. 1) SIN test, SSW or DDT, PPST: For APD and SLIa grs, results improved significantly post-training. No change for CGs post-training. 2) c-ABR: APD gr had shallower VA slope in silence. No change in silence for any peaks after training. APD and SLIa gr had decreased latencies to c-ABR in background noise after training (SLIa had greater improvement). For peak E, only the SLIa gr had a significantly earlier latency compared to pre-assessment.	Effect size: N/A.	N/A
Schochat et al. 2010/ Brazil	Multiple AP abilities: Frequency, intensity and temporal training, dichotic training, localization and SIN training	Pre/post Follow-up: N/A.	n=30, 8 to 14 yrs old - APD (results below normal in at least one ear for 2 tests: PSI, SIN test, SSW or DDT and NVDT); N ME function; NH (thresholds ≤ 20 dB HL from 250 to 8000 Hz). - absence of neurologic pathology, head trauma, drug use, speech or language problems and normal overall IQ (WISC). - learning difficulties reported by teacher.	n=22, 8 to 14 yrs old Completed informal training at home. - No APD; N ME function; NH; N IQ; - No neurologic pathology, head trauma, drug use, language and learning disabilities, academic difficulties.	Neurophysiologic changes in amplitude and improved AP abilities post-AT. 1) PSI, SIN test, SSW, DDT and NVDT: Significant improvement post-training for the exp. gr. 2) MLR: No change in the latencies for the treatment gr. following training. Latency measures were not statistically different between both gr. for the 2 testing sessions. Na-Pa amplitude increased significantly post-training for the exp. gr.	Effect size: N/A.	N/A
De Melo et al., 2018/ Brazil	Multiple AP abilities: Auditory figure-ground, dichotic listening, temporal	Comparative, transversal, longitudinal and experimental study	N=14, between 7 and 8 yrs old Gr1 : n=7 APD and typical phonological acquisition; Gr2 : n=7 APD and atypical phonological acquisition	N/A	Neurophysiological changes were noted following training for both grs. Benefits in functional auditory behaviours were perceived by the parents.	Effect size: N/A.	Improvement in functional auditory behaviours noted.

	resolution, temporal pattern, localization and auditory discrimination	Follow-up: N/A.	<u>Inclusion criteria:</u> NH, changes in speech and/or acquired phonological system; APD (failure in at least 1: RGD, PSI test, NVDT); - Not using regular musical instruments and never completed auditory training. <u>Exclusion criteria:</u> Neurological, emotional and/or cognitive disorder; HL; oral language problems; motor or organic changes.		1) LLAEP: Post-AT, latency of N2 and P3 in the LE decreased significantly for Gr1 and P2 latency decreased significantly in the RE for Gr2. P3 latency decreased for both grs following training, but only significantly for the LE in Gr1. Some children had no P3 pre-training, but a measurable one post-training. 2) SAB: Statistically significant improvement following AT. Correlations between latencies and SAB scores for both grs.		
Barker and Bellis, 2018/ New Zealand	Dichotic listening (interaural timing difference)	Pre/post, self-control design; assessment twice with 7-14 days interval, pre-training as a within gr control. Follow-up: N/A.	N=15, 8 to 12 yrs old (mean age: 10.3; 7 girls) <u>Inclusion criteria:</u> Struggling academically; NH (screening at 20 dB HL for 500 to 4000 Hz bil.) and N tymps; dichotic deficits (AN result at the DDT in at least one ear); absence of other known diagnosis or disorder. - Not following other therapy.	N/A	No significant difference between the 2 pre-AT scores. Scores for the LE were significantly worse than the RE. Benefits of AT on dichotic listening abilities. 1) DDT: Scores significantly improved post-training, especially in the LE. Number of sessions did not correlate with the degree of improvement.	Large to very large effect size (d = 1.94 for the LE and d = 1.15 for the RE).	Children anecdotally reported increased classroom confidence and improved ability to follow multi-step commands at home.
Delphi et al., 2018/ Iran	Dichotic listening (DIID and DOT)	RCT Follow-up: 2 wks after training.	N=12, 8 to 9 yrs old DIID gr: n=6 (means age: 8.33 yrs $\pm$ 0.51); DOT gr: n=6 (means age 8.50 yrs $\pm$ 0.54) - AN result ($\geq$ 2 SDs from established norms) on DDT, PPST, mSAAT and AN REA score; N PTA bil. (thresholds $\leq$ 20 dB HL from 500 to 4000 Hz) with $\leq$ 5 dB HL between 2 ears; N tymps; Wechsler IQ-children score $\geq$ 85. - Monolinguals. - No history of ADHD, seizures, behavioural or developmental disorders and not taking CNS medications; poor academic performance.	N/A	DIID and DOT improved dichotic listening and children had N dichotic abilities post-AT. 1) DDT: Performance significantly increased LE scores over the course of the trainings. REA WNL post-AT. Dichotic listening improved for both trainings with no significant difference between grs. DOT needed more training sessions than DIID to achieve the same amount of improvement.	Effect size: N/A.	N/A
Mahdavi et al., 2021/ Iran	Dichotic listening (DITD)	Pre/post Follow-up: N/A	N=25, 7 to 12 yrs old (mean 9.3 yrs, SD 1.7 yrs; 7 girls) 8 had unilateral DLD and 17 had bilateral DLD. <u>Inclusion criteria:</u> Learning difficulties; DLD (AN results in one of the tests: PRDDT, PCWT, PCST); N tymps, NH	N/A	AT significantly improved dichotic listening of children with DLD. 1) PRDDT, PCWT, PCST: Scores post-intervention significantly increased in all dichotic tests for both dominant ear and non-dominant ear.	Hedges's g: large effect size for non-dominant ear and a medium-to-large effect size for dominant ear in dichotic tasks.	N/A

(thresholds lower than 20 dB HL from 500 to 4000 Hz); WRS at least 90% bil. - Absence of language problems, medication use, and psychiatric or neurological impairment.							
Moncrieff and Wertz, 2008/ USA	Dichotic listening (DIID)	Pre/post Phase I: follow-up 1 yr post-training.	Phase I: N=8, 7 to 13 yrs old (mean 9.7 yrs, 2 girls) divided in 2 subgroups: LED and BLD 7 = speech and language diagnostic; 1 = medicated for ADHD; 7 = no neurological deficit, but 1 = Chiari malformation. Phase II: N=13, 6.4 to 11.5 yrs old (5 girls) divided into 3 subgroups: LED, BLD, WNL. No diagnosis of ADHD; at risk for language disorder; first-grade level performance on the listening comprehension subtest of the Brigance comprehensive inventory of basic skills-revised. Phases I and II: unilateral dichotic deficits; NH (thresholds from 500 to 4000 Hz at 20 dB HL or better; N intelligence. - Significant interaural asymmetry at the DDT (LE 20% poorer than RE for children under 8 yrs old, 15% for 8 to 9 yrs old and 10% for 10+ yrs old).	N/A	AT improved dichotic listening skills in both ears and performance was more symmetrical post-AT. AT improved language comprehension and word recognition. Phase I: 1) LPFS and DDT: BLD gr improved in in LPFS and for RE on DDT. LE DDT was significantly better for both grs post-AT. Pre-training differences between RE and LE scores were no longer significant post-training. Improvements were maintained (n=4) for DDT 1 yr post-training. 2) C-TOPP: Phonological awareness increased significantly post-AT for both grs. Phase II: 1) DDT and CW: Scores improved significantly post-AT. RE and LE scores at DDT no longer significantly different post-AT for subgroups. Post-AT, CW scores were still significantly different between ears, and LE CW improvements were greater overall. LED gr and 2 children in the BLD gr had performance WNL at the DDT post-training. 2) Brigance comprehensive inventory of basic skills-revised: Significant change. BLD gr had the largest improvement for listening comprehension and oral reading.	Effect size: N/A.	Phase I: Some children had improved phonological awareness and LPFS. Phase II: Improvement in listening and language skills noted for some children.
Nazeri et al., 2020/ Iran	Dichotic listening (DIID)	Pre/post Follow-up: N/A	N=17, 8 to 12 yrs old (mean age: 9.4 ± 1.5 yrs; 11 girls) - Diagnosed with amblyaudia and a learning disability. <u>Inclusion criteria:</u> Low scores at the Buffalo Model questionnaire; NH (thresholds from 500 to 4000 Hz at 15 dB or better and asymmetry < 5 dB between ears), N tympanometry	N/A	DIID training improved dichotic listening. 1) P-SSW: Significant reduction in the mean score for DEC, TFM and DEC following training. A reduction in the total mean score of the P-SSW noted post-training.	Effect size: N/A.	N/A

over 25% between the 2 ears in the CWT and RDDT. <u>Exclusion criteria:</u> Uncontrolled ADHD and autism.							
Shoemaker (2010)/ USA	Dichotic listening (interaural time difference)	Pilot study and pre/post Follow-up: N/A	Pilot study: n=12, 7 to 12 yrs old (mean age: 9.33) - APD (test battery: SSW, SCAN-C/A, DDT, and SAAT); scores greater than 2 SDs below the mean on SSW and/or SCAN; NH (thresholds between 0-25 dB HL from 250 Hz-8000 Hz); N ME function; absence of neurological disorders such as autism, mental disabilities or developmental delays; English was primary language. - Children with a diagnosis of ADHD were not excluded. Pre/post: n=16, 7 to 12 yrs old (mean age: 9.19; 8 girls). Same characteristics as pilot study.	Pilot study: n=4, aged 8 to 11 yrs old (mean age: 9.75) Pre/post: CG A with treatment n=10, 6 to 12 yrs old (mean age: 8.7; 2 girls) CG B without treatment n=10, 6 to 14 yrs old (mean age: 9.9; 3 girls) Both studies: Same characteristics as exp. gr, but absence of APD.	DAT with monosyllabic words appears to improve dichotic AP abilities of children with APD. Pilot study: - No significant differences found between grs on pre-test measures. 1) DAT screening tool: Significant improvement for both grs post-intervention. Pre/post: 1) DAT screening tool: Significant improvement post-AT. Children with APD improved more than CG A. No significant difference noted for CG B. 2) CW and FW: Significant improvement for CW LE after DAT. Exp. gr improved significantly on the FW-L compared to CG A. No significant improvement for CG B. 3) SSW: Significant improvements in all conditions for exp. gr compared to TD.	Pilot study: Large effect size (partial η^2) for 7 of the 19 variables tested. Pre/post Medium and large effect sizes (partial η^2) were noted for some variables of the SCAN-C/A and SSW.	Recognizing filtered or distorted words improved although it was not directly trained by DAT.
Stephenson, 2008/ USA	Dichotic listening (interaural timing difference)	Pre/post Follow-up: N/A	N=8, 7 to 12 yrs old - APD (per test battery including SSW, SCAN-C, and SCANA). - NH (speech and puretone thresholds (0-25 dBHL from 500 to 4000 Hz), N tymps (one child had bil. PE tubes with large ear canal volumes). <u>Exclusion criteria:</u> HL; first language not English; low cognitive function; diagnosed with other disorders (i.e., attention deficit disorder, language impairment, autism).	N/A	Improvement in dichotic listening following DAT. 1) DAT screening tool: Some variables improved significantly post-intervention. 2) SSW: Number of errors and errors in LC decreased significantly post-intervention. 3) SCAN-C/A: No significant differences noted for any of the conditions.	Large effect size for overall score on the DAT (partial η^2 = 0.832). Large effect size for number of errors on the SSW and in the LC condition (partial η^2 = 0.838 and 0.835)	The skills trained in the DAT did not transfer to other AP abilities (SCAN-C/A).
Lotfi et al., 2016/ Iran	Lateralization	RCT Follow-up: N/A	n=30, 8-12 yrs old (mean age: 9.00 $\pm$ 1.28 yrs; 10 girls) <u>Inclusion criteria:</u> Suspected APD (MAPA test battery: results at 2 SDs from the mean in DDT, PPS and mSAAT; N PTA (thresholds < 20 dB HL from 500 to 4000 Hz); PTA difference < 5 dBHL between ears; N tymps; 85 or higher Wechsler IQ score;	n=30 (mean age: 9.07 $\pm$ 1.25 yrs; 10 girls). Did not follow an intervention. Retested 2 mos after initial assessment. Same inclusion criteria as exp. gr.	Spatial processing and SIN abilities improved post-AT. 1) mSAAT: Scores improved significantly bil. 2) Spatial WRS in noise at various degrees azimuth improved significantly and the number of lateralization errors decreased significantly. WRS declined	Effect size: N/A.	N/A

			monolingual (Persian); no history of ADHD, seizures, behavioural or developmental disorders; not been on any CNS medications; poor academic performance.		significantly for some degrees azimuth after 2 mos for the CG but not for other locations. The number of auditory lateralization errors did not significantly change for the CG.		
Lotfi et al., 2019/ Iran	Lateralization	RCT Follow-up: N/A	See Lotfi et al., 2016	See Lotfi et al., 2016	Binaural processing and SIN perception improved and neurophysiological changes noted post-training. 1) mSAAT: Scores significantly improved bil. for exp. gr, but were stable for the CG. 2) BIC: Latency decreased and amplitude increased significantly after AT. No change noted for CG.	Effect size: N/A.	N/A
Koravand et al., 2019/ Canada	Singing lessons (targeting pitch and rhythm)	Pre/post Follow-up: N/A	N=11, 7 to 11 yrs old (mean age: 9 yrs, 11 mos; SD: ± 1 yr and 3 mos; 3 girls). - APD (2 SDs below the mean on a minimum of 2 tests: SSW, DDT, PPT, RGDT, FWT, BKB SIN/Quick SIN) NH (thresholds ≤ 15 dB HL from 250 to 8000 Hz); N tymps; - Children had concomitant diagnosis/difficulties: learning disability, reading difficulty, apraxia, speech disorder, ocular and motor function difficulty, concerns with attention. One had ASD. - Canadian English-speaking. <u>Inclusion criteria:</u> AN PPT and RGDT.	N/A	Improvement in the magnitude, but not the timing, of several subcortical responses following training. 1) click ABR: Post-training, no significant difference for latencies and amplitude. 2) cABR: Post-training, no significant difference in neural timing (latencies), but significant difference in neural magnitude (amplitude; VA slopes and peak A significantly bigger). Amplitude of peak O was bigger post-training. 60% of participants had minor amplitude changes for several of the speech-ABR post-training.	Effect size: N/A.	N/A
Tomlin and Vandali, 2019/	Musical pitch training (pitch discrimination and spectral-timbre variations)	Pre/post: Longitudinal with 2 baseline and 2 post-training assessments. Follow-up: 60 wks post-training (n=5).	N= 10, 7 to 12 yrs old (mean age 10.09 ± 1.49 ; 2 girls) - Temporal patterning deficit: AN FPT (score below 2 SDs of norms); - Binaural integration deficits (n=2); - NH (15 dB HL or better from 250 Hz–8 kHz range); N tymps; repeatable ABR; non-verbal IQ scores > 85 (TONI-4); - No neurodevelopmental or behavioural conditions.	N/A	The AT could be used to remediate temporal patterning deficits in children. Average training duration: 9.19 (SD 7.04) hrs. Average training period: 110 (SD 70) days. No correlation between degree of change and hrs or duration of training. 1) FPT: Baseline measures of FPT significantly correlated. Significant improvement in FPT post-training. No significant difference in late-outcome scores. 2) Other: No significant change noted for reading fluency, attention, memory and LIFE-R scores in post-training assessments.	Effect size: N/A.	N/A

Negin et al., 2018/ Iran	Phonemic awareness (phonemic training program)	SSD <u>Baseline:</u> Measures twice a wk for 3 wks. <u>Training:</u> Measures every 2 sessions. <u>Post-Training:</u> measures 3 wks after training and every wk for 6 wks.	N=1, 9 yr old girl - APD: Scores below the norm for P-PST and P-SSW. <u>Inclusion criteria:</u> NH (thresholds below 15 dB HL from 250-8000 Hz); N ME function; N IQ; N vision; - Medical treatments and behavioural therapies were continued during the study; history of chronic otitis media and speech development delay.	N/A	Benefits of training for children with binaural integration and phonemic synthesis difficulties. 1) P-SSW: Improvements in binaural integration noted (decoding category). 2) Phonemic Synthesis Test: No significant change post-training. 3) Number of phoneme errors decreased significantly across sessions. Training effects were persistent 2 mos post-therapy.	Effect size: N/A.	Authors report improvement in academic performance and more precisely in spelling skills.
Cameron and Dillon (2011)/ Australia	Spatial processing and binaural processing (LiSN & Learn)	Pre/post Follow-up: 3 mos post-training.	N=9, aged 6 yrs, 9 mos to 11 yrs 4 mos (3 girls). - First language is Australian English; - NH (thresholds of 15 dB HL or better from 500 to 4000 Hz and 20 dB HL or better at 250 and 8000 Hz); N tymps; IQ WNL (WISC-IV) (participant 3 scored fourth percentile); no ADHD. <u>Inclusion criteria:</u> Aged 6 to 11 yrs; spatial processing disorder (performance below 2 SDs from the mean on the LiSN-S spatial advantage measure or outside N limits on the LiSN-S pattern measure).	N/A	Average improvement in SRT over the sessions. 1) LiSN-S Test: Significant improvement post-training when speech is spatially separated from distractors. All children scored WNL post-training and scores stable for most at 3 mos post-training. 2) TOVA-A: Only nonsignificant improvement noted for commission errors in the attention test. No change at 3 mos noted. 3) TAPS-3: Significant improvement for memory subtest. No significant difference in performance between both post-training measures. 4) SSQ: Significant improvement post-training in ability to understand speech in quiet and noisy environments.	Large effect size for binaural processing conditions of the LiSN-S when speech and distractor are separated ($\eta^2 = 0.694$, 0.843 and 0.873), memory ($\eta^2 = 0.571$), and SSQ: understanding speech in quiet ($\eta^2 = 0.708$) and understanding SIN ($\eta^2 = 0.93$).	Investigated with attention and memory tests, and the SSQ.
Cameron et al., 2012/ Australia	Spatial processing and binaural processing (LiSN & Learn)	RCT (blinding of participants to their gr assignment) Follow-up: N/A.	n=5, aged 6 to 9; 9 (mean 7; 9; 5 girls) - NH (thresholds 15 dB or better from 500 to 4000 Hz and 20 dB HL or better at 250Hz and 8000Hz); N tymps; SPD (LiSN-S); no reported learning or attention disorder except for one child who had medicated ADHD; absence of non-medicated ADHD; English as first language. -None of the participants used an FM system in the classroom nor undertook other therapy.	n=5 aged between 6;5 and 9;6 (mean 8;4; 5 girls) - Same characteristics as the exp. gr, but one child had mild Asperger's disorder. Completed the Earobics program for 15 min/day for 5	Average improvement noted in SRT over the course of the training for the exp. gr. 1) LiSN-S: Exp. gr improved significantly on measures when target speech was spatially separated from distractors, but CG did not. No significant improvement for both gr when the target speech was not spatially separated from distractors. 2) LIFE-R: Children and teacher noted improvement in listening skills for	Very large effect size in the high cue SRT ($\eta^2 = 0.855$), in the spatial advantage measure ($\eta^2 = 0.954$), and in the total advantage measure ($\eta^2 = 0.752$) Very large effect size ($\eta^2 = 0.803$)	N/A

				days a wk and for 12 wks.	both grs, with more improvement the exp. gr. 3) FAPC: Parents noted significant improvement in AP behaviours post-training for the exp. gr only.	for Fisher's (listening skills perceived by parents).	
Graydon et al., 2018/ Australia	Spatial processing and binaural processing (LiSN & Learn)	Pre/post Follow-up: mean 10 ± 5 mos post-AT (n=13).	N=16, aged 6; 3 to 10; 0 (mean 7; 8 ± 1; 2; 7 girls) - NH (Thresholds at 20 dB HL or better from 500 Hz to 8000 Hz); N tymps; No speech/language delay and no cognitive impairment; SPD (LiSN-S pattern z-score ≥ 2 SDs from mean).	7 participants re-tested to confirm the SPD diagnosis, which provided within subject control.	Average number of completed games 85 ± 31 (range 20 to 146). 9 participants did not complete 100 games due to lack of motivation. The mean pattern z-score pre-training was - 2.7 ± 0.5 for the gr. 1) LiSN-S: No significant difference between pre-testing measures. Significant improvement noted following intervention for measures with spatial cues and DV0 condition. No difference noted for talker advantage and SV0 condition. Improvements 10 mos post-training. 2) LIFE, FAPC and TEAP: All had listening difficulties pre-training. Improvement in all 3 questionnaires noted post-training, but significant per the parent only.	Effect size: N/A.	Significant improvements noticed in real life situations per parents. Improvements noted at school per children and teachers.
Brasil and Schochat, 2018/ Brazil	Speech-in-noise (<i>Programa de Escuta no Ruído</i> [PER])	Pre/post, self-control design; 1) Pre-training evaluation 2) 12 wks: post-placebo intervention assessment of AP skills 3) Post-PER assessment of AP skills Follow-up: N/A.	N=18, 8 to 10 yrs, 13 boys (mean 9; 7) and 5 girls (m 9;0). <u>Inclusion criteria:</u> APD; absence of peripheral auditory disorder; NH; N ME function; absence of motor impairments, cognitive and speech motor development impairments, neurological damage, restricted social interaction, and significant emotional disturbances; poor school performance due to learning difficulties.	N/A	No significant difference between the 2 pre-intervention measures of AP. AP skills improved following PER training. Benefits of PER on reading, writing and arithmetic abilities. 1) SIN, PSI, SSW, FPT: Results indicate significant differences between the pre- and post-auditory training conditions for AP measures. 2) SAT: Slight, but not significant, difference between the pre- and post-AT conditions in the SAT.	Large effect size ($\eta^2_{\text{partial}} = 0.905$) in behavioural measures of AP. Small effect size ($\eta^2_{\text{partial}} = 0.372$) in SAT.	Some improvement noted for academic skills, such as writing, reading and arithmetic (SAT).
Jutras et al., 2015/ Canada	Speech-in-noise (<i>Logiciel d'écoute dans le bruit</i> [LEB])	Pilot study Follow-up: 6 mos post-training.	n=5, 8 to 12 yrs old (mean 10) with APD. <u>Inclusion criteria:</u> NH (threshold ≤ 15 dB HL from 250–8000 Hz); APD (failure at 2 SDs from the mean in at least one ear, on 2 of the AP tests: dichotic listening, SIN, and temporal processing); failure in at least one SIN test or dichotic test; French main	n=5, aged 8 to 12 yrs old (mean 10; 6) with APD. Did not receive therapy.	Trends were discussed. 1) Children were more tolerant to noise level as therapy progressed. The percentage of correct responses improved while noise levels increased. 2) HINT: No change noted compared to CG following training. 3) P1-N1-P2-N2: Post-training, P1 latency was for the exp. gr, but not the	Effect size: N/A.	Social impact investigated with the MHAVIE questionnaire. No change noted immediately

			language used at home and school; absence of attentional or neurological problems reported by parents.		CG. N2 amplitude increased more for the exp. gr than for the CG. P1 latency did not change 6 mos post-training. N2 amplitude increased 90% for the exp. gr 6 mos post-training, but increased 10% for the CG. 4) ECA, MHAVIE, Sifter (teacher only): No changes noted by teachers and parents post-training.		after and 6 mos post- training.
Jutras et al., 2019/ Canada	Speech-in-noise (<i>Logiciel d'écoute dans le bruit</i> (LEB))	Exploratory study, Pre/post Follow-up: 3 mos post AT.	n=10, 8 to 12 yrs old (mean: 10 yrs, 6 mos; SD: 6 mos) <u>Inclusion criteria:</u> NH (threshold ≤ 15 dB HL from 250–8000 Hz); APD (failure at 2 SDs from the mean in at least one ear, on 2 AP tests); failure in at least one SIN test or dichotic test; French is the main language spoken at home and school; absence of attentional or neurological problems reported by parents.	n=6 (mean age 9 yrs, 10 mos, SD: 13 mos) Same characteristics as exp. gr. 2 children followed the therapy after control measures.	1) Children were more tolerant to noise level as the therapy progressed (noise levels increased significantly from session 6-24 with no change in percentage of correct responses). 2) HINT: No significant improvement noted in the training gr compared to the CG. More children in the training gr improved at the HINT than the CG. 3) P1-N1-P2-N2: No significant between-gr differences, but P1 and N2 latencies and amplitudes indicated trend for positive neurological changes in the exp. gr. 4) SAB, SIFTER: No significant changes following training per teachers, but individual data shows the exp. gr improved in its ability to discriminate and identify speech and to understand rapid or muffled speech.	Large effect size for performance across therapy as noise levels increased ($\eta^2 = 0.453$ for percentage of correct response and $\eta^2 = 0.868$ for SNR).	No change was noted immediately after and 6 mos after the training in auditory behaviours.
Loo et al., 2012/ Singapore	Speech-in-noise	Prospective RCT (teachers blinded to grs). Follow-up: 3 mos post AT.	n=20, 7 to 11 yrs old (average 9,1 yrs, SD 1.33) -2 children had medicated ADHD <u>Inclusion criteria:</u> Being in mainstream school; listening difficulties, NH (thresholds of 20 dB HL or better from 250 Hz to 8 kHz), N tympanometry, ipsi ART at 1 kHz < 100 dB HL; speech discrimination scores in quiet $\geq 80\%$; AN scores (2 SDs criteria) in ≥ 2 (but not all) APD tests: FPT, DPT, RGDT, RGDT, MLD, DDT); N nonverbal IQ (> 85 TONI-3); absence of autism, and neurological conditions. Some children had auditory memory, phonological or language difficulties.	n=19, 7 to 11 yrs old (average 9 yrs, SD 1.32) -2 children had medicated ADHD and some children had auditory memory, phonological or language difficulties. Same characteristics as exp. gr. Received standard treatment for APD: Listening and educational	Training improved SIN abilities and parent and teacher's perceptions of listening and communication skills. Median of 27 hrs of training completed (range 9 to 30 hrs). 1) LiSN-S: Significant improvement in SRTs for the exp. gr post-training. Mean SRT was slightly better at 3 mos post-intervention compared to immediately after. Only total advantage improved significantly, for the intervention gr. No correlation between language and phonological skills, nonverbal IQ and auditory memory and the changes in the overall LiSN-S performance.	Large effect size for LiSN-S scores (Cohen's $d = 1.7$) and for pragmatic skills (Cohen's $d = 1.0$). Medium effect size for CHAPS (Cohen's $d = 0.76$).	AT benefits appeared to generalize to better listening in the classroom environment.

				strategies at school or at home.	2) Pragmatic profile and CHAPS: Improvements were greater (and significant) in the exp. gr than the CG. Changes in the LiSN-S were predictors of change in the CHAPS.		
Hassaan and Ibraheem, 2016/ Egypt	Speech-in-noise (auditory figure-ground (AFG)/ noise-desensitization)	Pre/post Follow-up: N/A.	N=17, 7 to 14 yrs old, (mean: 11.9, SD 0.7; 7 girls) - AFG deficits only (n=10) or with other AP deficits; NH; N tymps. <u>Exclusion criteria:</u> Chronic medical or neurological illness, pervasive developmental disorder; not attending school.	N/A	AFG ability, other AP abilities and auditory cortical processing improved following training. 1) Arabic SPIN, CST, DPT: Statistically significant improvement on all measures post-intervention. 2) Speech-evoked P1-N1: Statistically significant improvement noted for the thresholds in noise measurement of the P1-N1 complex. Amplitude significantly improved post-training. No significant differences for P1 and N1 latencies.	Effect size N/A.	N/A
Jalilzadeh Afshari et al., 2022/ Iran	Speech-in-noise (auditory spectro-temporal modulation [STM])	RCT Follow-up: 1 mo post-training.	n=17, 8 to 12 yrs old (mean: 10.11 ± 1.45; 10 girls) <u>Inclusion criteria:</u> NH (thresholds < 20 dB HL from 500 to 4000 Hz, thresholds difference < 10 dB HL between ears); N tymps; ≥ IQ of 85 (Wechsler); monolingual Persian; no history of ADHD, seizures, behavioural or developmental disorders; no medications affecting CNS; poor educational performance; AN result in all 3 subtests of MAPA: DDT, PPS and mSAAT; AN results in STMs detection tasks and SIN tests (CVN and WIN).	n=18, 8 to 12 yrs old (mean: 9.88 ± 1.36 yrs; 11 girls) Same characteristics as exp. gr.	The AT was effective in improving the detection of STM and in improving SIN. Improvement remained 1 mo following training for STMs and CVN, but not WIN test. 1) STM thresholds: Significant differences between training and CG post-training. No change one mo post-intervention. 2) CVN and WIN (Persian): SIN results show significant differences post-training for exp. gr compared to CG. CVN results remained stable one mo post-AT. SNR in the WIN test did not improve or remain stable one mo post-training.	Effect size, N/A	N/A
Kumar et al., 2021/ India	Speech-in-noise (noise desensitization)	Pre/post Follow-up: N/A.	n=10, 9 to 10 yrs old (mean: 10.1 yrs; 4 girls) - NH (thresholds < 15 dB HL from 250 to 8000 Hz); speech identification scores > 80%; N tymps; ispi ART at 1kHz and 2kHz < 100 dB HL; APD (score 3 SDs from the mean at one test or scores at 2 SDs from the mean on 2 tests: GDT, DCV, DPT, SPIN-IE, RAMST); score 2 SDs below mean at SPIN-IE; no language deficits.	n=10, 9 to 10 yrs old (mean: 10.2 yrs; 4 girls;) Same characteristics as exp. gr. - Did not receive intervention, but were invited to SIN training following control measures.	Speech-in-noise training has improved temporal auditory skills, SIN skills and working memory skills. No difference in scores between initial and follow-up auditory processing assessment and cognitive skills for control gr. 1) GDT, DCV, DPT, SPIN-IE, RAMST: Significant improvement for exp. gr post-training, except RAMST and DCV. 2) Digit span test (auditory memory): Exp. gr had significant improvement	<u>(r) values</u> Large effect size for SPIN RE (r = 0.63) and LE (r = 0.62), GDT RE (r = 0.62) and LE (r = 0.62), DPT RE (r = 0.59) and LE (r = 0.54). Medium to large effect size for backward digit span (r = 0.46),	AT had impacts on working memory skills.

					in all cognitive skills, except forward digit span following intervention. No correlation found between AP skills and memory skills. No correlation between SPIN-IE scores and the other auditory processing measures or cognitive scores.	ascending digit span ($r = 0.56$) and descending digit span ($r = 0.48$).	
Kumar et al., 2021/ India	Speech-in-noise (noise desensitization)	RCT Follow-up: N/A.	n=10, 9 to 13 yrs, M = 11.1 yrs) - NH (thresholds < 15 dB HL from 250 to 8000 Hz); speech identification scores > 80%; N tymps; ispi ART at 1 kHz and 2 kHz < 100 dB HL; bil. N morphology and absolute latencies on click ABR; absence of language, reading, and cognition deficits; APD (score 3 SDs from the mean at one test or scores at 2 SDs from the mean on 2 tests: GDT, DCV, DPT, SPIN-IE, RAMST); score 2 SDs below mean at SPIN-IE.	n=10, 9 to 13 yrs, M = 11.4 yrs) Characteristics are the same as exp. gr. - Did not receive intervention, but were invited to SIN training following control measures. n=7 TD completed electrophysiological measures once.	AT improved auditory skills, such as SIN and temporal processing, and cortical evoked potential. CG had no significant difference between the 2 evaluations. 1) GDT, DCV, DPT: Significant improvement for the SIN test bil., GDT bil., DPT bil. post-training. No difference noted for DCV. 2) RAMST: No difference noted for auditory memory and sequencing. 3) SPIN-IE: All participants improved post-training. For the RE, 7 participants had scores within 1 SD of the mean following training and 9 for the LE. 4) P1-N1-P2-N2: Following training, P1 N2 amplitudes significantly decreased in quiet and all four peak amplitudes decreased significantly in noise. No change in amplitude and latencies were noted for the CG for both quiet and in noise measures. 5) Subjective feedback: Parents did not report improvement in listening skills following training, but participants and teachers did. Reduced stress reported by participants, more responsiveness to instructions reported by teachers.	(r) values: Moderate effect size for measures of APD and ALLRs that were significantly better following training.	Reduced stress at school after the training was reported. Teachers reported that the children followed directions more easily following the training.
Maggu and Yathiraj, 2011/ India	Speech-in-noise (noise desensitization)	RCT (preliminary study) Follow-up: N/A.	n=5, 8 to 11 yrs - Enrolled for at least 5 yrs in schools where the instructions are English and spoke English fluently; NH (thresholds at 15 dB HL or better from 250 Hz to 8000 Hz); N tymps; ART present at 90-100 dB HL; speech identification scores > 90%; absence of speech and language problems; IQ between 90 and 110 (RCPM)	n=5, 8 to 11 yrs Same characteristics as exp. gr. Did not receive the intervention, but were offered to receive it after the end of the study.	Noise desensitization training can improve SIN skills. 1) SIN: Exp. gr had significantly better scores on all 3 the SIN tests (monaural monosyllables, sound field speech discrimination and sentence identification) compared to the CG following AT. There was no significant difference in performance for the 2 grs at baseline and the CG had no	Effect size, N/A.	N/A

			<u>Inclusion criteria:</u> - Failed SCAP; scored lower than 50% on the Monosyllable Speech Identification Test in English for Indian children (SIN test).		significant difference between the 2 assessments.		
Maggu and Yathiraj, 2010/ India	Temporal patterning	RCT (CG retested 3 to 4 wks after baseline.) Follow-up: 1 mo post-testing (n=2).	n=5, 8 to 13 yrs - Enrolled for at least 5 yrs in schools where the instructions are in English and spoke English fluently; NH (thresholds at 15 dB HL or better from 250 Hz to 8000 Hz); N tymps; ART present at 90-100 dB HL; speech identification scores > 90%; absence of speech and language problems; IQ between 90 and 110 (RCPM). <u>Inclusion criteria:</u> - Failed SCAP; poor score on the DPT.	n=5, 8 to 13 yrs Same characteristics as exp. gr. Did not receive the intervention.	Temporal pattern training improved temporal patterning and auditory memory and sequencing. Scores were stable across the 2 first evaluations for the CG. Scores for the exp. gr and CG were not statistically different at baseline. 1) SPIN, DCV, DPT, GDT: Significant improvement post-training for the exp. gr on the DPT, but not on the other measures. 2) RAMST: Significant improvement noted for auditory memory skills. Scores remained constant for both grs when retested one mo post-evaluation.	Effect size, N/A.	Benefits from the temporal pattern training generalized to other skills (auditory memory and sequencing).

INTERVENTION STUDIES – ASSISTIVE DEVICES

Participant characteristics (including inclusion/exclusion criteria when specified)							
Authors/ yr/ country	Intervention strategy	Study design and follow-up	Exp. group	Control group	Key findings	Efficacy	Generalization and transfer
Stavrinos et al. (2020), Stavrinos (2019)/ UK	Remote microphone hearing aids (RMHAs), binaural fitting	<u>Studies 1 and 2:</u> RCT <u>Study 3:</u> Meta-analysis of studies 1 and 2 (Gr A: APD and no RMHA Gr B: APD and RMHAs) Follow-up: N/A.	Gr B <u>Study 1:</u> n=8, aged 7 yrs, 9 mos to 11 yrs, 1 mo (mean 9 yrs and 6 mos, SD 15 mos; 4 girls). <u>Study 2:</u> n=13 aged 7 yrs, 3 mos to 11 yrs, 5 mos (mean 9 yrs and 7 mos, SD, 16,1 mos; 4 girls). <u>Study 3:</u> n= 21, mean age: 9 yrs and 7 mos, SD 1 yr and 3 mos; 8 girls). <u>Inclusion criteria:</u> Parents reported SIN and listening difficulties, NH (PTA below 20 dB from 250 Hz to 8 KHz); N ME functions; AN results on AFG subtest of SCAN-3 C; 2 SDs	Gr A Same inclusion criteria as Gr B <u>Study 1:</u> n=9, aged 7 yrs, 6 mos to 11 yrs, 8 mos (mean 9 yrs and 7 mos, SD 18 mos; 6 girls). <u>Study 2:</u> n=13, aged 7 yrs, 5 mos to 11 yrs, 7 mos (mean 9 yrs and 8 mos, SD 16,3 mos; 4 girls). <u>Study 3:</u> n= 22, mean age of 9 yrs and 9 mos, SD	<u>Study 1: Measures: Pre-fitting, 3 mos post-fitting</u> 1) No significant change in intervention gr for SIN (AFG), attention abilities (TEAch) and memory (AWMA) post-intervention. 2) CCC-2, CHAPPS: Parents noted improvement in attention at home, but no significant changes in language abilities post-intervention. 3) SIFTER: excluded from analysis (low return rate from teachers). <u>Study 2: Measures: pre-fitting, 3 mos post-fitting and 6 mos post-fitting</u> Usage time was between 60 and 580 hrs and 0,5 to 6.2 hrs/day.	<u>Study 1 and 3:</u> effect size, N/A. <u>Study 2:</u> For the total score of LIFE-R, a large effect size was noted (partial $\eta^2 = 0.408$) and large effect size noted for Competing speech and traffic noise (partial $\eta^2 = 0.306$ and 0.481, respectively).	Some improvement noted by the children in their daily listening situations a school.

			from the mean on at least one AP test (DDT, DPT or FPT, GIN or RGDT), or a score of 3 SDs from the mean on one AP test or AFG and/or AN performance (2 SDs below the mean) on the spatial advantage and total advantage/ high-cue SRT conditions of the LiSN-S; absence of neurological or pervasive disorder, or developmental delay; nonverbal IQ > 85 (WNV scale of ability); aged between 7 to 12 yrs old; native English speakers. <u>Exclusion criteria:</u> Have used RMHAs in the past.	1yr and 5 mos; 10 girls.	1) LiSN-S: No improvement noted for SIN conditions in LiSN-S and spatial listening conditions of the LiSN-S. 2) TEACH: The difference between the 2 grs was not statistically significant at 6 mos. 3) CHAPPS and CCC-2: no change in scores at the CHAPPS (noise, multiple inputs and auditory attention span) and the CCC-2 (composite score for language). 3) LIFE-R: Some questions at the LIFE-R and the total score showed significant improvement in classroom listening situations at 3 and 6 mos of fitting. Study 3: Pre-fitting, 3 mos post-fitting 1) TEACH: Difference between grs was not statistically significant at 3 mos. 2) CHAPS (noise, multiple inputs, and auditory attention span): No change over the 3-mo intervention period. 3) CCC-2 (i.e., standard language composite score): No change over the intervention period of 3 mos. No improvement in attention abilities after 3 mos of wearing the RMHA. Parents did not perceive improvement in language, listening in noise, listening with multiple inputs and auditory attention span after 3 mos.		
Umat et al., 2011/ Malaysia	FM system (personal, monaural or binaural fitting)	Pre/post, longitudinal Follow-up: 1 yr without the FM (n=10).	Gr 1: Unilateral-fitting FM (RE) n=19, aged 7 to 9 yrs old (mean 7.95, SD 0.97) Gr 2: Bilateral-fitting FM n=19, aged 7 to 9 yrs old (mean 7.89, SD 0.94) <u>Inclusion criteria:</u> NH (screening at 20 dBHL from 500-4000 Hz); N tymps; N IQ; failure (2 SDs below N) in one of the APD screening tests: Malaysian DDDT or PPST. <u>Exclusion criteria:</u> Poor record on school attendance; symptoms of ADHD.	n=15, aged 7 to 9 yrs old (mean 7.93, SD 0.88). Same inclusion criteria as exp. gr.	Measures: Pre-fitting, 12 wks and 1 yr after not wearing the FM system 1) RAVLT: At pre-fitting, scores at the RAVLT were not significantly different between the 3 grs. For WM, scores were significantly higher at post-fitting and long-term compared to pre-fitting. No significant difference noted between the 2 exp. grs at post-fitting, but improvements increased for unilateral gr in the long-term. For best learning, long-term mean scores were significantly higher from the mean score obtained at pre-FM system and the difference in performance in Grs 1 and 2 was not significant. For the retention of information, long-term mean scores were significantly higher than at pre-FM, but between-gr mean scores were not significant.	Effect size, N/A.	The use of the FM system can improve short-term auditory memory abilities.

					Improvements noted in WM (post-fitting and long-term), best learning and retention of information (long-term).		
Smart et al., 2018/ New Zealand	FM System (personal, binaural fitting)	Baseline-control design; Visit 2: 8 wks after visit 1. Fitting at visit 2. Visit 3: 5 mos (20 wks) after fitting of FM. Follow-up: N/A.	N=28, aged 7 yrs 3 mos to 12 yrs 9 mos (mean 9 yrs 6 mos, SD 1 yr 7 mos; 6 girls) - APD (scores 2 SDs below the mean on 2 tests or 2 ears of a single test, or 3 SDs below the mean on one test or one ear: FPT, DDT, GIN, CRW (monaural low redundancy); -CELF-4 (forward digit span): standard scores ranged from 3 to 14 (mean = 7.96, SD = 2.85). 9 in APD gr had digit span scores > 1 SD below the mean; average 7 to 12 yrs old readers per Wheldall Assessment of Reading Passages; APD only (n=7), Asperger syndrome (n=4), learning or language disability (n = 16), ADHD (n=8). <u>Inclusion criteria:</u> - NH (thresholds 250 to 8000 Hz at 15 dB HL); N tymps and present ART; suspected APD. <u>Exclusion criteria:</u> - Scores < 80 at TONI.	N/A	Participants assessed with and without FM system. No changes for CRW, MLD, sustained attention scores (IVA-CPT). No significant change for GIN, DDT and SSN hard words. 1) SSN, FPT: For each visit, improvement in SSN scores noted during testing when participants wore the FM system, suggesting immediate benefits of the FM systems on SIN perception. SSN easy words scores improved significantly between visits 2 and 3. FPT and SSN easy words showed stable baseline scores and statistically significant improvements after the FM intervention. 2) P1-N1-P2-N2: CAEP analysis did not show changes in amplitudes or latencies that could be attributed to the use of the FM system. P1 and N2 were longer and N2 amplitude were smaller when measured in noise compared to quiet without the use of the FM, but this difference was reduced when wearing the FM. P1 and N2 latencies and N2 amplitude were less affected by noise when the FM system was used. 3) LIFE-UK: Significant improvements in children's and teachers' ratings of classroom listening abilities after the FM trial. 4) Subjective opinion: The majority of teachers rated the use of the FM as successful and highly successful. Parents noted an overall improvement.	Effect size N/A.	Improvement noted by the children and their teacher in their daily listening situations at school.

INTERVENTION STUDIES – HEARING AIDS

Participant characteristics

(including inclusion/exclusion criteria when specified)

Authors/ yr/ country	Intervention strategy	Study design and follow-up	Exp. group	Control group	Key findings	Efficacy	Generalization and transfer
Kuk et al., 2008/ USA	Mild gain binaural hearing aids	Pre/post; single-blind, longitudinal descriptive study.	n=14, 7 to 11 years old (mean 9 yrs, SD 1.4 yrs; 6 girls) - NH (thresholds < 10 dBHL from 500 Hz to 4000 Hz); N tymps and ART pattern; APD (performance	N/A	Almost all children wore their HA in at least some of their daily environments. Half of the children wore the HA consistently at home. Almost all of them wore the HA consistently at school. The majority did not change the	Effect size N/A.	Personal amplification might improve everyday behaviour of

Follow-up: N/A.	below 2 SD of the mean on 2 or more tests: SSW, PS, FW, DDT, CS, PPS, SIN test); N intelligence. - 5 participants had ADHD diagnosis (4 medicated). - All were receiving speech and language therapy at the time of the study and one was also using an FM system in the classroom.	programs in their HA, leaving it on their preferred setting. 1)SIN: Amplification alone (microphones in omni) did not improve SIN compared to unaided condition. When NR was activated with omni or directional microphones, performance in noise was significantly better, especially for the directional mic and NR. Performance did not improve over the months. 2)ACPT: Performance for attention in noise improved slightly (not significantly) over time. Variability in performance was greater in unaided noise condition than in aided noise conditions. 3) CHAPPS: Teacher noted improvement in noise and quiet listening situations. Parents noted improvement in memory and attention tasks. 4) Subjective feedback: All parents gave positive feedback following trial.	children with APD. 4 children reported better grades.
--------------------	---	--	--

INTERVENTION STUDIES – TOP-DOWN TRAINING

Participant characteristics

(including inclusion/exclusion criteria when specified)

Authors/ yr/ country	Intervention strategy	Study design and follow-up	Exp. group	Control group	Key findings	Efficacy	Generalization and transfer
Moossavi et al., 2015/ Iran	Working memory	Non- randomized case- controlled trial Follow-up: N/A.	n=15, 9 to 10 yrs old (mean age: 9.1 yrs, SD = 0.35); 3 girls - NH; N tymps; N speech discrimination scores; N IQs (≥ 85 on Wechsler's scale); no history of neurological disease or injury; APD: MAPA (DDT, PPST, mSAAT); Failure to DDT, PPST and mSAAT <u>Exclusion criteria:</u> History of hearing impairment, ear diseases and neurological difficulties.	n=10 (mean age: 9.45 yrs); 3 girls Did not follow training, but were offered to complete it after the study.	Improvement in WM and auditory stream segregation noted post-training. 1) CMAA: Significant improvement in the auditory stream segregation tasks after training. 2) Persian non-word repetition test and digit span subtests of the Wechsler: Statistically significant improvement for the 3 measures of WM for the exp. gr, but not for the CG.	Large effect size for all 3 reference locations on CMAA: $\eta^2 = 0.45$ for CMAA0°, $\eta^2 = 0.71$ CMAA30°, and $\eta^2 = 0.58$ for CMAA60°).	N/A

INTERVENTION STUDIES - MULTIMODALITY

Participant characteristics (including inclusion/exclusion criteria when specified)							
Authors/ yr/ country	Intervention strategy	Study design and follow-up	Exp. group	Control group	Key findings	Efficacy	Generalization and transfer
Bellis & Anzalone, 2008/ USA	FM system; classroom modifications; accommodation strategies; use of clear speech; central resources, attribution, and auditory (discrimination and phonological awareness) trainings.	Case report Follow-up: N/A.	n=1, 8 yr old boy with reading and spelling difficulties, difficulty hearing in noise, often mishears what others say. Language and speech WNL, but some weaknesses in vocabulary, past history of phonological disorder. Medical history unremarkable, except for a history of ME infections. -NH; N tymps and DPOAEs; excellent word discrimination scores; N ART; APD: deficits noted at the DDT (RE), CS (RE), LPFS (bil.). Results on the FPT and DPT WNL.	N/A	Retest conducted 3 mos following first evaluation. 1) LPFS: Improvements were noted, suggesting that the child's auditory closure abilities improved. 2) CST and DDT: Improvements were noted, suggesting that auditory separation and integration abilities improved.	Effect size: N/A	The child's parents and teachers reported a significant improvement in the child's ability to understand SIN in the classroom.
Sharma et al., 2012/ Australia	Assistive device (personal FM system, binaural fitting), discrimination and language interventions.	RCT CG: tested twice with 6-7 wks period in between. Follow-up: N/A.	4 exp. grs: 1) Discrimination training: n=12 (mean age: 9.8 yrs, SD: 1.6 yrs; 7 girls) 2) Discrimination training + FM system in classroom: n=10 (mean age: 10.5 yrs, SD: 1.5 yrs; 3 girls) 3) Language training: n=12 (mean age: 9.6 yrs, SD: 1.6yr; 2 girls) 4) Language training + FM system in classroom: n=12 (mean age: 10.1 yrs, SD: 1.1 yrs; 6 girls) - APD (performance on any task 2 SDs below the mean on any tests: DDT, FPT, RGDT, compressed and reverberant HINT, MLD). Majority of participants had comorbidities (reading or language disorder) (Sharma et al. (2009). <u>Inclusion criteria (Sharma et al., 2009):</u> N tymps; Score ≥ 80 TONI; NH (thresholds ≤ 15 dB HL); suspected APD or APD.	n=12 (mean age: 8.8 yrs, SD: 1.3 yrs; 4 girls) with APD (same test battery as exp. grs.) Did not receive any intervention.	No differences were noted for pre and post measures of the HINT and CASL for any gr. Performance of CG did not change when retested. <u>1) Discrimination training grs:</u> In discrimination only, significant improvement noted for FPT, concepts and following directions, sentence recall, receptive language and core language (CELF-4). Significant improvement for core language (CELF-4) and syllable segmentation (QUIL) for discrimination + FM gr. <u>2) Language training grs:</u> Improvement for FPT, language (CELF-4 for formulating sentences and core language), phonemic skills (QUIL spoonerism) and reading (WARP) for language only gr. Significant improvement for language (CELF-4 for sentence recall) and phonemic skills (QUIL for nonword spelling) for FM gr. 3) Overall, improvement noted for both types of training (discrimination and language) and FM provided an additional benefit over training alone. Benefits found for language, AP and phonological awareness.	For both discrimination grs.: large effect size for core language in the CELF-4. For both language grs.: Large effect size for sentence recall (CELF-4) and nonword spelling (QUIL)	According to anecdotal remarks from parents, and participants real life benefits were observed, such as the children being better able to follow instructions, increased interest in reading, and greater responsiveness and success in class.

Sharma et al., 2014/ Australia	Assistive device (personal FM system, binaural fitting), discrimination and language interventions.	RCT (2 baseline measures and one post-training for APD grs) Follow-up: N/A.	Same exp. grs as Sharma et al. (2012).	1) Same CG as Sharma et al. (2012) 2) TD gr (completed CAEP once): n=22, aged 7 to 12 yrs old (mean 10.7 yrs, SD 1.7; 12 girls); no listening or learning difficulties; NH (thresholds $\leq$ 15 dB HL); N tymps; present ART; N scores for DDT and FPT.	-Children who received interventions had significantly different results in quiet, but not in noise, post-intervention. APD CG did not show significant difference between the measures of visits 2 and 3. N250 amplitude decreased during baseline measures (visits 1 and 2) for both quiet and noise conditions, but not P1 and N250 latencies. Variability was greatest in quiet condition. -Discrimination treatment gr showed a significant change in N250 amplitudes in quiet and noise. Trends were noted for discrimination + FM gr and language gr. - Discrimination training might have a greater impact on CAEP amplitudes than top-down language training.	Effect size, N/A.	N/A
Putter-Katz et al., 2008/ Israel	Bottom-up: Auditory training for SIN and attention, and FM system; Top-down: Coping strategies, accommodation at home, speech reading.	Pre/Post with CG Follow-up: N/A.	n=20, aged 7 yrs and 11 mos to 14 yrs and 4 mos (mean 9 yrs and 4 mos). 2 subgroups: Noise gr: n=11 difficulty in SIN task, but N results in competing tasks. Noise + dichotic gr: n=9 difficulties in both SIN and competing tasks. <u>Inclusion criteria:</u> Native Hebrew speakers; listening, language, attention, or learning difficulties; NH, excellent word recognition; N ME function; N ABR; N ART; N IQ; absence of psychological or emotional difficulties and neurological deficits; APD (performance at least 1 SD below the mean in either ear on any one test: CS, monosyllables in noise, gap detection and MLD)	n=10, aged 6 yrs and 2 mos to 11 yrs and 11 mos (mean 8 yrs and 3 mos); 5 girls. On the treatment waiting list. Difficulty with SIN task, but N results for competing tasks.	Improvements in auditory function (SIN and dichotic abilities) were noted following the bottom-up and top-down intervention. 1) SIN: Treatment gr showed improvement in SIN scores post-intervention, but not CG. Improvements were significant for the RE for the noise + dichotic gr and for the LE in the noise gr. 2) CS: For the noise + dichotic gr, significant improvement was noted in the LE for short CS and for both ears for the long CS. Some improvement noted for the LE for long CS for the noise gr. No change noted for the CG for both measures.	Effect size, N/A.	N/A

REVIEW ARTICLES

Authors/7r/ country	Aim of review	Study design	Inclusion/exclusion criteria for the articles	Key findings	Efficacy
---------------------	---------------	--------------	---	--------------	----------

Reynolds et al., 2016/ USA	Academic outcomes of personal FM system (binaural fitting) use at school.	Systematic review	In all studies: - Personal FM devices, fitted binaurally used at school. <u>Studies inclusion criteria:</u> - Published from January 2003 to March 2014, written in English; - Population: Children and adolescent aged 5 to 21 yrs old, with APD or suspected APD, absence of HL. Presence of ASD, ADHD and learning disability was included; - Treatment: Use of FM system for at least 4 wks; - Must assess academic outcomes: improved sound discrimination in class, reading scores, academic performance, phonological awareness, speech perception, attention. - Description of assessment to measure outcomes. - Statistics to measure change in performance. - Level of evidence: III or better. <u>Exclusion criteria:</u> - Nonelectronic source of literature. - Children with cochlear implants, HA or other corrective devices. - Infrared sound field systems. - Case-series design, poor-quality cohort, case-control design, expert opinion.	7 articles were included (one RCT and 6 quasi-experimental). Some studies reported regular monitoring. Population: 211 participants in all included studies. 118 had APD primarily, 38 had dyslexia, 17 had ASD, 10 had Friedreich's ataxia and 4 had ADHD. Age range: 7 to 15 yrs old. Outcomes: 5 studies demonstrated statistically significant improvement in speech perception and recognition with FM use. Improvement noted in 3 studies in listening and attention abilities. Academic performance showed improvement in 5 studies in reading, sentence recall, working memory, best learning and retention of information. Parents and teacher noted changes in academic performance after FM use. The only two studies that met the current scoping review's inclusion criteria were the studies from Umat et al. (2011) and from Sharma et al. (2012) which are already discussed.	Moderate evidence found to suggest the use of a personal FM system for children with AP difficulties. It may improve academic outcomes, especially related speech perception and recognition in the classroom and classroom listening behaviours. Effect size, N/A.
Wilson et al., 2013/ Australia	Impact of AT or language training on AEP.	Systematic review without meta-analysis	<u>Studies inclusion criteria:</u> - Auditory training study (auditory and spoken language intervention studies were included in this review). - Participants may or may not have a diagnosis of APD consistent with ASHA (2005) and AAA (2010), but AP skills must have been assessed before training. - Examine whether trainees' symptoms significantly improve after training. - May include a CG (tested on the same pre-training and post-training measures). - Statistical methods to compare pre-post treatment measures within and/or between the treatment and CG. - No limit placed on the presence or absence of comorbid disorders such as specific language impairment, specific reading disorder, ASD, or ADHD. - Treatment outcomes were measured electrophysiologically using any auditory evoked potential/s such as those listed by ASHA.	7 studies were included. 3 studies were published after 2006, but only 1 was included in the current scoping review. Age range of the participants was 6 to 16 yrs old. <u>P300 (Alonso and Schochat, 2009)</u> Latency of P300 evoked by tone-bursts may be sensitive to behavioural changes in AP following AT. Improvement noted in SSI-ICM, SIN, SSW and NVDA scores post-intervention.	P300 may be sensitive to change following AT in children with APD. Effect size, N/A.

AAA = American Academy of Audiology; ABR = auditory brainstem response; ACPT = Auditory Continuous Performance Test; ADHD = Attention Deficit/Hyperactivity Disorder; AEP = auditory evoked potential; AFG = auditory figure ground; AFT = Auditory Fusion Test; ALLR = auditory long latency response; AN = abnormal; AP = auditory processing; APD = auditory processing disorder; ART = acoustic reflex threshold; ASD = autism spectrum disorder; ASHA = American Speech-Language-Hearing Association; AT = auditory training; AWMA = Automated Working Memory Assessment; BIC = binaural interaction component; BKB SIN = Bamford-Kowal-Bench Speech-in-Noise Test; BLD = bilateral deficit; CASL = Comprehensive Assessment of Spoken Language; CCC-2 = Children's Communication Checklist-Second Edition; CELF-4 = Clinical Evaluation of Language Fundamentals® - Fourth Edition; CG = control group; CHAPS = Children's Auditory Performance Scale; CMAA = concurrent minimum audible angle; CNS = central nervous system; CRW = compressed and reverberated words; CW or CWT = Competing Words Test; CS or CST = Competing Sentences Test; (D)DDT = (Double) Dichotic Digits Test; DAP = dichotic auditory processing; DAT = dichotic auditory training; DCV = dichotic consonant vowel; DEC = decoding; DIID = differential interaural intensity difference; DITD = dichotic interaural time difference; DLD = dichotic listening deficits; DOT = dichotic offset training; DPOAE = distortion product otoacoustic emissions; DPT = Duration Pattern Test; FAPC = Fisher's Auditory Problem

Checklist; FM = frequency modulation; FPT = Frequency Pattern Test; FW(T) = Filtered Words (Test); GDT = Gap Detection Test; GIN = Gaps in Noise Test; gr. or Gr. = group; HA = hearing aid(s); hr = hour; HINT = Hearing in Noise Test; IQ = intelligence quotient; INT = integration; IVA-CPT = Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test; LEB = Logiciel d'écoute dans le bruit; LC = left competitive; LE = left ear; LED = left ear deficit; LIFE = Listening Inventory for Education; LIFE-R = Listening Inventory for Education – Revised; LIFE-UK = Listening Inventory for Education-United Kingdom Edition; LiSN = Listening in Spatialized Noise; LiSN-S = Listening in Spatialized Noise (sentence test); LPFS = low-pass filtered speech; MAPA = Multiple Auditory Processing Assessment; MHAVIE = Mesure des habitudes de vie; MLD = masking level difference; mo/mos = month(s); MLR = middle latency response; mSAAT = Monaural Selective Auditory Attention Test; N = normal; NH = normal hearing; NR = noise reduction; NVDA = dichotic nonverbal directed attention; NVDT = Nonverbal Dichotic Test; OM = otitis media; ORG = organization; PCST = Persian Competing Sentences Test; PCWT = Persian Competing Words Test; PE = pressure equalization; PER = Programa de Escuta no Ruído; P-PST = Persian Phonemic Synthesis Test; PPST or PPT = Pitch Pattern Sequence Test or Pitch Pattern Test; PMR = Progressive Matrices of Raven et al.; PRDDT or RDDT = Persian Randomized Dichotic Digit Test; PTA = puretone average; QUIL = Quick Interactive Language Screener; Quick SIN = Quick Speech-in-Noise Test; RAMST = Revised Auditory Memory and Sequencing Test; RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; REA = right ear advantage; RE = right ear; RGDt = Random Gap Detection Test; RNC = right non-competitive; SAB = Scale of Auditory Behaviour; SAT = School Achievement Test; SCAN-C/A = Test for Auditory Processing Disorders in Children-Revised/Adolescents and Adults; SCANA = Test for Auditory Processing Disorder; SCAP = Screening Checklist for Auditory Processing; SD = standard deviation; SIFTER = Screening Instrument For Targeting Educational Risk; SIN = Speech-in-Noise; SNR = signal-to-noise ratio; SPD = spatial processing disorder; SPIN = Speech-in-Noise Test; SPIN-IE = Speech-in-Noise Test (Indian English); SSD = single subject design; SSI-ICM = Synthetic Sentence Identification with Ipsilateral Competitive Message; SSN = speech in spatial noise; SSQ = Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale questionnaire; SSW = Staggered Spondaic Word Test; SRT = speech reception thresholds; STM = spectro-temporal modulation; SW = synthetic words; TAPS-3 = Test of Auditory Processing Skills; TEACH = Test of Everyday Attention for Children; TEAP = Teacher Evaluation of Auditory Performance; TONI = Test of Nonverbal Intelligence; TFM = tolerance-fading Memory; TD = typically developing; TONI-3 or 4 = Test of Nonverbal Intelligence Third or Fourth Edition; TOVA = Test of Variables of Attention—Auditory; UK = United Kingdom; USA = United States of America; WARP = Wheldall Assessment of Reading Passages; WISC = Wechsler Intelligence Scale for Children; WIN = Word in Noise Test; WM = working memory; WNL = within normal limits; WNV = Wechsler Nonverbal; WRS = word recognition score; WSS = word sounded similar; yr/yr = year(s).

Annexe 2
Certificat d'approbation éthique

Université d'Ottawa

Bureau d'éthique et d'intégrité de la recherche

University of Ottawa

Office of Research Ethics and Integrity

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE | CERTIFICATE OF ETHICS APPROVAL

Numéro du dossier / Ethics File Number

H-11-18-926

Titre du projet / Project Title

Étude d'approches d'intervention
dans le cas de difficultés
d'écoute chez les enfants d'âge
scolaire

Type de projet / Project Type

Thèse de doctorat / Doctoral
thesis

Statut du projet / Project Status

Renouvelé / Renewed

Date d'approbation (jj/mm/aaaa) / Approval Date (dd/mm/yyyy)

15/02/2019

Date d'expiration (jj/mm/aaaa) / Expiry Date (dd/mm/yyyy)

14/02/2024

Équipe de recherche / Research Team

**Chercheur /
Researcher**

Affiliation

Role

Jacynthe BIGRAS

École des sciences de la réadaptation / School of
Rehabilitation Sciences

Chercheur Principal / Principal
Investigator

Josée LAGACÉ

École des sciences de la réadaptation / School of
Rehabilitation Sciences

Superviseur / Supervisor

Conditions spéciales ou commentaires / Special conditions or comments

550, rue Cumberland, pièce 154 550 Cumberland Street, Room 154
Ottawa (Ontario) K1N 6N5 Canada Ottawa, Ontario K1N 6N5 Canada

613-562-5387 • 613-562-5338 • ethique@uOttawa.ca / ethics@uOttawa.ca
www.recherche.uottawa.ca/deontologie | www.recherche.uottawa.ca/ethics

Université d'Ottawa

Bureau d'éthique et d'intégrité de la recherche

University of Ottawa

Office of Research Ethics and Integrity

Le Comité d'éthique de la recherche (CÉR) de l'Université d'Ottawa, opérant conformément à l'*Énoncé de politique des Trois conseils* (2014) et toutes autres lois et tous règlements applicables, a examiné et approuvé la demande d'éthique du projet de recherche ci-nommé.

L'approbation est valide pour la durée indiquée plus haut et est sujette aux conditions énumérées dans la section intitulée "Conditions Spéciales ou Commentaires". Le formulaire « Renouvellement ou Fermeture de Projet » doit être complété quatre semaines avant la date d'échéance indiquée ci-haut afin de demander un renouvellement de cette approbation éthique ou afin de fermer le dossier.

Toutes modifications apportées au projet doivent être approuvées par le CÉR avant leur mise en place, sauf si le participant doit être retiré en raison d'un danger immédiat ou s'il s'agit d'un changement ayant trait à des éléments administratifs ou logistiques du projet. Les chercheurs doivent aviser le CÉR dans les plus brefs délais de tout changement pouvant augmenter le niveau de risque aux participants ou pouvant affecter considérablement le déroulement du projet, rapporter tout événement imprévu ou indésirable et soumettre toute nouvelle information pouvant nuire à la conduite du projet ou à la sécurité des participants.

The University of Ottawa Research Ethics Board, which operates in accordance with the *Tri-Council Policy Statement* (2014) and other applicable laws and regulations, has examined and approved the ethics application for the above-named research project.

Ethics approval is valid for the period indicated above and is subject to the conditions listed in the section entitled "Special Conditions or Comments". The "Renewal/Project Closure" form must be completed four weeks before the above-referenced expiry date to request a renewal of this ethics approval or closure of the file.

Any changes made to the project must be approved by the REB before being implemented, except when necessary to remove participants from immediate endangerment or when the modification(s) only pertain to administrative or logistical components of the project. Investigators must also promptly alert the REB of any changes that increase the risk to participant(s), any changes that considerably affect the conduct of the project, all unanticipated and harmful events that occur, and new information that may negatively affect the conduct of the project or the safety of the participant(s).

Coordonnateur / COORDINATOR

Coordonnateur de l'éthique / Ethics Coordinator

Pour/For **Daniel LAGAREC** Président(e) du/ Chair of the **Comité d'éthique de la recherche en sciences de la santé et sciences / Health Sciences and Sciences Research Ethics Board**

550, rue Cumberland, pièce 154 550 Cumberland Street, Room 154
Ottawa (Ontario) K1N 6N5 Canada Ottawa, Ontario K1N 6N5 Canada

613-562-5387 • 613-562-5338 • ethique@uOttawa.ca / ethics@uOttawa.ca
www.recherche.uottawa.ca/deontologie | www.recherche.uottawa.ca/ethics

Annexe 3

Formulaire de consentement pour la phase 2



Université d'Ottawa
Faculté des sciences
de la santé
École des sciences de la
réadaptation
University of Ottawa
Faculty of Health
Sciences
School of Rehabilitation
Sciences

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT pour la participation de votre enfant

1. Titre de l'étude

Étude d'approches d'intervention dans le cas de difficultés d'écoute chez les enfants d'âge scolaire

2. Nom des chercheurs

Chercheuse principale :

Jacynthe Bigras, M.S.Sc. (Aud)

Candidate au doctorat

Laboratoire de recherche en audition

Pavillon R. Guindon, Bureau 1117, 451 Smyth, Ottawa K1H 8M5

Superviseure de thèse :

Josée Lagacé, Ph.D.

Professeure agrégée, Programme d'audiologie et d'orthophonie

Pavillon R. Guindon, Bureau 3053, 451 Smyth, Ottawa, ON K1H 8M5

3. Invitation à participer à un projet de recherche

Il est à noter que ce projet est un projet de thèse de doctorat.

Le présent projet a pour objectif d'évaluer l'efficacité d'un programme de rééducation métacognitive et métalinguistique (RMM) sur les activités et la participation des enfants ayant des difficultés d'apprentissage scolaire. La RMM vise l'apprentissage de stratégies d'écoute et de réparation de bris de communication afin de mieux comprendre la parole lorsqu'il y a du bruit et d'améliorer la participation de l'enfant à l'école et dans sa vie quotidienne.

Si les résultats montrent une amélioration des capacités d'écoute dans le bruit et la participation chez ces enfants, ce projet pourrait contribuer à l'amélioration des apprentissages scolaires puisque les enfants seraient plus à même de comprendre l'enseignant. De plus, ce projet pourrait aider à l'amélioration de l'offre de services de santé en français puisque ces travaux contribueront à développer de nouveaux outils et de nouvelles thérapies pour les cliniques qui offrent ces services.

Ce projet est divisé en deux (2) phases. Votre enfant est invité à participer à la phase 1 de ce projet. Cette phase consiste à valider un questionnaire de difficultés d'écoute ainsi qu'à vérifier la variabilité test-retest d'une épreuve d'écoute de la parole dégradée. Ces outils seront, par la suite, utilisés dans la phase 2 du projet et serviront à vérifier si des changements sont notés à la suite de la thérapie (RMM) décrite ci-haut.

☎ 613-562-5436
☎ 613-562-5428

451 Smyth
Ottawa K1H 8M5 Canada
www.uOttawa.ca

4. Nature de ce projet

Pour cette phase 1, nous cherchons des enfants qui sont âgés de 8 à 12 ans, qui n'ont pas de difficultés d'apprentissage, qui parlent en français depuis au moins l'âge de 3 ans, qui fréquentent une école francophone et parlent français à la maison.

5. Déroulement du projet

Si vous acceptez que votre enfant participe, on vous demandera de remplir un questionnaire portant sur son développement général. Les réponses à ce questionnaire permettront entre autres de déterminer si votre enfant est admissible à participer au projet.

Deux outils ont été développés afin de mesurer des changements à la suite d'une intervention chez des enfants ayant des difficultés d'apprentissage et d'écoute dans le bruit. Cette phase a pour objectifs principaux de piloter ces mesures chez des enfants d'âge scolaire n'ayant pas de difficultés d'apprentissage et ainsi de vérifier si ces mesures sont faciles à comprendre et s'ils ont une variabilité test-retest appropriée.

Si votre enfant est admissible, nous l'invitons à effectuer des mesures lors de trois séances à raison d'une séance par semaine. Il est possible d'effectuer ces mesures à votre domicile au moment qui vous convient ou lors d'un rendez-vous virtuel. Vous pouvez rester en tout temps avec votre enfant pendant les mesures. Voici les mesures qui seront faites :

Mesures servant à l'étude

1) Questionnaires sur les situations d'écoute difficiles pour les enfants d'âge scolaire

36 énoncés accompagnés d'une photo seront lus à votre enfant. Chaque énoncé présente une situation d'écoute typique pour les enfants d'âge scolaire. Parmi ces énoncés, votre enfant pourra identifier les situations d'écoute qui sont les moins faciles pour lui ou elle. Pour ces situations, votre enfant évaluera à l'aide d'une échelle de 1 à 10 **l'importance** d'améliorer cette situation, son **rendement** dans cette situation et sa **satisfaction** quant au rendement. Vous pourrez donner votre avis à chaque étape de ce questionnaire. (30 minutes)

2) Questionnaire d'appréciation

Ce questionnaire est composé de 10 questions permettant d'avoir l'opinion de l'enfant sur le questionnaire décrit au point 1. Les énoncés portent, entre autres, sur l'utilité du questionnaire, la facilité à remplir le questionnaire, l'exhaustivité du questionnaire et l'agréabilité du questionnaire. Vous pourrez donner votre avis à chaque étape de ce questionnaire. (10 minutes)

3) Test de Phrases Filtrées (TPF)

Des phrases seront présentées à votre enfant qui devra répéter le dernier mot de ces phrases. Les propriétés acoustiques des phrases seront modifiées afin de les rendre moins claires. Votre enfant pourra deviner lorsqu'il ne sera pas sûr de ce qui a été entendu. (20 minutes)

Lors de la première séance, les mesures 1 à 3 seront effectuées. Lors de la deuxième et de la troisième séance, la mesure 3 sera effectuée seulement.

6. Avantages et bénéfices

Votre enfant contribuera à l'avancement des connaissances ou des outils pour les enfants de leur âge qui ont des difficultés scolaires.

7. Inconvénients et risques

Si votre enfant participe, il se peut qu'il soit un peu fatigué pendant les mesures. Nous allons lui accorder des petites pauses pour éviter que cela arrive. Des pauses supplémentaires pourront être prises au besoin pendant les tests.

8. Confidentialité

Dans les situations où les rencontres se feront de manière virtuelle, un lien sera envoyé au parent par courriel. Un code identifiant sera utilisé. L'emplacement physique de l'enfant devra être dans un lieu qui respecte la vie privée, tel qu'un endroit tranquille où d'autres ne peuvent entendre ni voir la communication. L'investigatrice principale s'assurera également qu'elle sera dans un lieu privé où personne ne peut voir ou entendre la séance. La plateforme utilisée pour la séance virtuelle utilisée respectera la Loi sur la protection des renseignements personnels sur la santé (LPRPS).

Tous les renseignements obtenus sur votre enfant dans le cadre de cette recherche seront confidentiels. Nous remplacerons son nom par un code (un chiffre). Son dossier sera conservé sous clé, avec celui des autres participants, dans un classeur au Laboratoire de recherche en audition au Pavillon Roger Guindon de l'Université d'Ottawa. Nous détruirons les dossiers cinq ans suivant la publication des résultats de cette étude.

Les résultats obtenus aux différentes mesures effectuées auprès de votre enfant ne seront pas partagés avec l'école ni inclus dans son dossier scolaire. Par contre, les résultats de votre enfant pourront être utilisés dans des projets de recherche d'étudiants à la maîtrise en audiologie ou orthophonie.

Afin de vérifier la saine gestion de la recherche, il est possible qu'un(e) délégué(e) du comité d'éthique de la recherche consulte les données de la recherche. Par ailleurs, les résultats de cette étude pourront être publiés ou communiqués dans un congrès scientifique, mais aucune information permettant d'identifier votre enfant ne sera dévoilée.

9. Liberté de participation

La participation de votre enfant à l'étude est libre et volontaire. Vous pouvez refuser en tout temps qu'il participe à l'étude et vous pouvez annuler votre consentement sans conséquence.

Votre enfant sera aussi libre de refuser de participer à l'étude en tout temps, sans conséquence. En signant ce formulaire de consentement, vous ne renoncez à aucun de ces droits.

Enfin si vous ou votre enfant décide de se retirer de l'étude, vous aurez l'option de retirer toutes les données préalablement obtenues.

10. Clause de responsabilité

De plus, vous ne libérez pas les investigateurs et les institutions impliquées de leur responsabilité légale et professionnelle advenant une situation qui causerait des conséquences à votre enfant.

11. En cas de questions ou de difficultés

Pour plus d'information concernant cette recherche, contactez la chercheuse principale de cette étude, Jacynthe Bigras au _____ ou à sa superviseuse de thèse, Professeure Josée Lagacé au _____ à l'Université d'Ottawa. Pour tout renseignement sur les aspects éthiques de cette recherche, vous pouvez vous adresser au Responsable de l'éthique en recherche:

Université d'Ottawa, Pavillon ~~Tabaret~~, 550, rue Cumberland, salle 154, Ottawa, ON K1N 6N5

Tél.: (613) 562-5387

Courriel : ethics@uottawa.ca

12. Compensation

Pour vous remercier de votre contribution au projet de recherche, nous vous offrons une carte-cadeau de 10\$ à la Librairie du Soleil. Cette carte-cadeau vous sera remise lors de la dernière séance d'évaluation ou avant si vous ou votre enfant désire se retirer du projet. Ce prix ne peut pas être échangé contre un équivalent monétaire et doit être accepté tel quel, sinon, vous y renoncez.

13. Consentement du parent

J'ai lu le formulaire de consentement qui m'explique la nature et le déroulement du projet. J'ai aussi une copie que je peux garder pour moi. J'ai eu l'occasion de poser des questions. J'accepte que mon enfant participe à ce projet de recherche.

Nom de l'enfant: _____

Mois et année de naissance de l'enfant (mois/année)* : _____

Nom du parent (ou tuteur légal): _____

Signature du parent: _____ Date : _____

* Le mois et la date de naissance de votre enfant permettront de comparer ses résultats à des normes selon les âges.

14. Formule d'engagement du chercheur ou de la personne qu'il a déléguée

Le projet de recherche ainsi que les modalités de la participation ont été décrits au participant et au parent. Un membre de l'équipe de recherche a répondu à leurs questions et leur a expliqué que la participation au projet de recherche est libre et volontaire. L'équipe de recherche s'engage à respecter ce qui a été convenu dans le formulaire de consentement.

Nom du chercheur: _____
(ou de son représentant)

Signature du chercheur: _____ Date : _____
(ou de son représentant)

Annexe 4

Formulaire de consentement pour la phase 3



Université d'Ottawa
Faculté des sciences
de la santé

École des sciences de la
réadaptation

University of Ottawa
Faculty of Health
Sciences

School of Rehabilitation
Sciences

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT pour la participation de votre enfant

1. Titre de l'étude

Étude d'approches d'intervention dans le cas de difficultés d'écoute chez les enfants d'âge scolaire

2. Nom des chercheurs

Chercheuse principale :

Jacynthe Bigras, M.Sc.S. (Aud)

Candidate au doctorat

Laboratoire de recherche en audition

Pavillon R. Guindon, Bureau 1117, 451 Smyth, Ottawa K1H 8M5

Superviseure de thèse :

Josée Lagacé, Ph.D.,

Professeure agrégée, Programme d'audiologie et d'orthophonie

Pavillon R. Guindon, Bureau 3053, 451 Smyth, Ottawa, ON K1H 8M5

3. Invitation à participer à un projet de recherche

Il est à noter que ce projet est un projet de thèse de doctorat.

Le présent projet a pour objectif d'évaluer l'efficacité d'un programme de rééducation métacognitive et métalinguistique (RMM) sur les activités et la participation des enfants ayant des difficultés d'apprentissage scolaire. La RMM vise l'apprentissage de stratégies d'écoute et de réparation de bris de communication afin de mieux comprendre la parole lorsqu'il y a du bruit et d'améliorer la participation de l'enfant à l'école et dans sa vie quotidienne.

Si les résultats montrent une amélioration des capacités d'écoute dans le bruit et la participation chez ces enfants, ce projet pourrait contribuer à l'amélioration des apprentissages scolaires puisque les enfants seraient plus à même de comprendre l'enseignant. De plus, ce projet pourrait aider à l'amélioration de l'offre de services de santé en français puisque ces travaux contribueront à développer de nouvelles thérapies pour les cliniques qui offrent ces services.

☎ 613-562-5436
☎ 613-562-5428

451 Smyth
Ottawa ON K1H 8M5 Canada
www.uOttawa.ca

RMM Phase 2 – Consentement Parents
Version 20 mai 2022

1

4. Nature de ce projet

Nous cherchons des enfants qui sont âgés de 8 à 12 ans, qui parlent en français depuis au moins l'âge de 3 ans, qui fréquentent une école francophone et qui ont des difficultés d'apprentissage à l'école depuis au moins deux ans, soit en lecture et écriture.

5. Déroulement du projet

Si vous acceptez que votre enfant participe, on vous demandera de remplir un questionnaire portant sur son développement général. Les réponses à ce questionnaire permettront entre autres de déterminer si votre enfant est éligible à participer au projet.

Si votre enfant éligible, nous l'invitons au *Laboratoire de recherche en audition* (LRA) situé au Pavillon Roger Guindon (451, rue Smyth à Ottawa) pour une série de mesures qui permettront de vérifier s'il satisfait les critères de l'étude. Il est également possible d'effectuer ces mesures préalables à votre domicile au moment qui vous convient. Par ailleurs, les mesures suivantes peuvent se faire lors d'un rendez-vous virtuel : mesure de la compétence en français, questionnaires sur les difficultés d'écoute et les mesures servant à décrire les participants et les mesures répétées.

Vous pouvez rester en tout temps avec votre enfant pendant les mesures.

Voici les mesures qui seront faites :

Mesures préalables

1) Test d'audition (dépistage)

Cette mesure est semblable à ce qui est fait dans les cliniques et permet de vérifier si votre enfant entend bien. Nous lui ferons écouter des sons avec des écouteurs. Il devra peser sur un bouton à chaque fois qu'il entend un son. Ce test dure 5 minutes environ.

2) Mesure de la compétence en français

Quatre images seront présentées à votre enfant. Par la suite, nous présenterons à vive voix un mot ou une courte définition à votre enfant qui devra pointer l'image qui correspond à ce mot ou cette définition. Ce test permettra de s'assurer que votre enfant a un vocabulaire suffisant en français. Ce test dure environ 10 minutes.

3) Tests d'écoute dans le bruit

Nous ferons écouter des mots et des séries de chiffres avec des écouteurs, en même temps que du bruit dans une condition et sans bruit dans une autre condition. Il devra répéter les mots ou les chiffres qu'il a entendus. Il pourra deviner lorsqu'il ne sera pas sûr de ce qui a été entendu. L'ensemble de ces tests dure environ 30 minutes.

4) Questionnaires sur les difficultés d'écoute

Un questionnaire illustrant le niveau de facilité d'écoute dans différentes situations de la vie quotidienne sera rempli par votre enfant. Les questions seront lues à l'enfant qui pointera l'image correspondant à son niveau de facilité à entendre pour chacune des situations. Des questions à choix multiples seront également lues et posées à votre enfant concernant les stratégies qu'il utilise lorsqu'il ne comprend pas, les types de bruit dans sa classe, la place où il s'assoit en classe, etc. Ce questionnaire prend environ 20 minutes à compléter.

Un questionnaire vous sera remis et sera à remplir par vous, pour mieux comprendre les difficultés d'écoute de votre enfant. Dans ce questionnaire, vous devez coter sur une échelle de 5 points si vous êtes d'accord ou non avec les énoncés. Ce questionnaire prend environ 10 minutes à compléter.

Suivant ces mesures, nous pourrions déterminer si votre enfant pourra participer au projet. Si votre enfant peut participer au projet, d'autres mesures sont effectuées afin de pouvoir vérifier l'efficacité de la thérapie.

Mesures servant à décrire les participants

1) Deux questionnaires à remplir par vous (le parent) vous seront remis afin de connaître la (ou les) langue(s) maternelle(s) de votre enfant, l'âge et la manière d'acquisition des langues secondes, le niveau de maîtrise de la lecture, l'écriture et la compréhension dans différentes langues ainsi que la fréquence de changement du code linguistique (*code-switching*) dans votre famille. Ces questionnaires prennent environ 25 minutes à compléter.

Mesures répétées (une fois par semaine)

1) Questionnaires sur les situations d'écoute difficiles pour les enfants d'âge scolaire

36 énoncés accompagnés d'une photo seront lus à votre enfant. Chaque énoncé présente une situation d'écoute typique pour les enfants d'âge scolaire. Parmi ces énoncés, votre enfant pourra identifier les situations d'écoute qui sont les moins faciles pour lui ou elle. Pour ces situations, votre enfant évaluera à l'aide d'une échelle de 1 à 10 **l'importance** d'améliorer cette situation, son **rendement** dans cette situation et sa **satisfaction** quant au rendement. Vous pourrez donner votre avis à chaque étape de ce questionnaire. (30 minutes lors de la première séance et 5 minutes lors des prochaines séances)

2) Test de Phrases Filtrées (TPF)

Des phrases seront présentées à votre enfant qui devra répéter le dernier mot de ces phrases. Les propriétés acoustiques des phrases seront modifiées afin de les rendre moins claires. Votre enfant pourra deviner lorsqu'il ne sera pas sûr de ce qui a été entendu. (10 minutes)

3) Questionnaire des progrès de l'enfant

Ce questionnaire sera rempli par le parent afin de noter les progrès de l'enfant d'une semaine à l'autre, et ce, avant, pendant et après la thérapie.

Mesures servant à l'étude (2 fois avant la thérapie et 2 fois après la thérapie)

1) Mesures d'écoute dans le bruit

Ces mesures sont décrites au point (2) des mesures préalables. L'ensemble de ces tests dure environ 20 minutes.

2) Mesures langagières et de mémoire auditive verbale

Des paragraphes seront lus à votre enfant et des questions lui seront posées. Des consignes seront également dites et il lui sera demandé de pointer des images. Des nombres lui seront présentés verbalement et il lui sera demandé de les répéter dans l'ordre de présentation ou à l'inverse. Ces mesures dureront environ 20 minutes.

3) Mesure de potentiels évoqués auditifs

Nous mettrons trois électrodes sur la tête de votre enfant. Dès que les électrodes seront installées, nous ferons écouter des sons avec un écouteur à l'oreille droite. Votre enfant n'a rien à faire pendant cette mesure qui dure 15 minutes. Il pourra s'amuser avec une tablette électronique qu'on mettra à sa disposition, allongé bien confortablement sur une chaise longue. La préparation et la mesure des potentiels évoqués auditifs dureront environ 30 minutes.

4) Activité filmée

Pendant cette activité, un jeu de cartes, plus particulièrement un jeu d'association, sera présenté et expliqué à votre enfant. Votre enfant apprendra à jouer au jeu de cartes. Cette activité, qui dure environ 15 minutes, sera filmée afin de noter les bris de communication et les stratégies utilisées par votre enfant.

5) Questionnaires sur les difficultés d'écoute

Ces mesures sont décrites au point (4) des mesures préalables.

6) Questionnaire sur les habiletés sociales et les comportements

Ce questionnaire sera à remplir par vous (le parent). Vous devez coter sur une échelle de 4 points si les comportements décrits sont présents chez votre enfant. Ce questionnaire prend environ 20 minutes à compléter.

Après les mesures servant à l'étude, **une période d'attente de 3 à 8 semaines** vous sera proposée. Cette période d'attente, qui est attribuée de manière aléatoire aux participants, nous permet de vérifier si les capacités d'écoute changent avec le temps. Pendant cette période d'attente, aucune thérapie n'a lieu. Cependant, chaque semaine, les mesures répétées seront effectuées, et ce, une fois par semaine. Ces mesures répétées durent 15 minutes et peuvent se faire de manière virtuelle.

Après cette période d'attente, votre enfant sera invité une 2^e fois au laboratoire pour faire les mesures servant à l'étude décrite ci-haut. La thérapie commencera après la 2^e séance de mesures servant à l'étude.

Période de thérapie : Remédiation métacognitive et métalinguistique

Vous pouvez rester en tout temps avec votre enfant pendant les séances de thérapie.

On demandera à votre enfant de participer à des séances de thérapie comprenant des activités métacognitives et métalinguistiques, et ce, **une fois par semaine**, pendant **60 minutes**, et pour **8 semaines**. Ces séances auront lieu au *Laboratoire de recherche en audition* (LRA) situé au Pavillon Roger Guindon (451, rue Smyth à Ottawa), à l'école de votre enfant, à votre domicile ou de manière virtuelle selon vos préférences.

Activités métacognitives et métalinguistiques.

À chaque séance, l'enfant participera à au moins 3 activités lors desquelles il réparera des bris de communication en utilisant la résolution de problème. Il fera des activités telles que suivre des directives en faisant des bricolages, en suivant un chemin et en choisissant une place idéale dans un endroit en particulier. Lors des activités métalinguistiques, l'enfant utilisera le contexte et ses connaissances de la langue (dont la syntaxe et la sémantique) afin d'améliorer ses habiletés de suppléance auditive.

Mesures répétées.

Chaque semaine, les mesures répétées seront effectuées, et ce, une fois par semaine. Ces mesures répétées peuvent se faire de manière virtuelle. (15 minutes)

Mesures à la suite de la thérapie

À la fin des 8 semaines de thérapie, on demandera à votre enfant de revenir au laboratoire pour refaire les mesures décrites dans la section **Mesures servant à l'étude et les mesures répétées**. On vous demandera en même temps, de répondre aux mêmes questionnaires.

Au bout de **3 à 8 semaines**, on demandera à votre enfant de revenir au laboratoire pour une **dernière fois**, pour reprendre les **Mesures servant à l'étude et les mesures répétées**. Cela nous permettra de voir si les changements notés après l'entraînement auditif se maintiennent dans le temps. On vous demandera aussi de répondre aux deux mêmes questionnaires. Pendant cette période de 3 à 8 semaines, les mesures répétées sont encore effectuées.

6. Avantages et bénéfices

Votre enfant bénéficiera d'un test d'audition (dépistage) et d'un entraînement auditif. Si un problème est découvert, nous vous fournirons les informations nécessaires pour qu'il/elle obtienne un service approprié. Si la thérapie s'avère efficace, la participation de votre enfant aidera l'ensemble des personnes qui ont des difficultés d'écoute dans le bruit.

7. Inconvénients et risques

Si votre enfant participe, il se peut qu'il soit un peu fatigué pendant les mesures ou lors des séances de thérapie. Nous allons lui accorder des petites pauses pour éviter que cela arrive. Des pauses supplémentaires pourront être prises au besoin pendant les tests, ou pendant la thérapie.

Comme cette thérapie est dans la phase de recherche et n'a pas été étudiée auprès de plusieurs enfants, des changements significatifs dans les différentes sphères de la vie quotidienne ne peuvent pas être garantis.

8. Confidentialité

Dans les situations où les rencontres se feront de manière virtuelle, un lien sera envoyé au parent par courriel. Un code identifiant sera utilisé. L'emplacement physique de l'enfant devra être dans un lieu qui respecte la vie privée, tel qu'un endroit tranquille où d'autres ne peuvent entendre ni voir la communication. L'investigatrice principale s'assurera également qu'elle sera dans un lieu privé où personne ne peut voir ou entendre la séance. La plateforme utilisée pour la séance virtuelle utilisée respectera la Loi sur la protection des renseignements personnels sur la santé (LPRPS).

Tous les renseignements obtenus sur votre enfant dans le cadre de cette recherche seront confidentiels. Nous remplacerons son nom par un code (un chiffre). Son dossier sera conservé sous clé, avec celui des autres participants, dans un classeur au Laboratoire de recherche en audition au Pavillon Roger Guindon de l'Université d'Ottawa. Nous détruirons les dossiers cinq ans suivant la publication des résultats de cette étude.

Les résultats obtenus aux différentes mesures effectuées auprès de votre enfant ne seront pas partagés avec l'école ni inclus dans son dossier scolaire. Par contre, les résultats de votre enfant pourront être utilisés dans des projets de recherche d'étudiants à la maîtrise en audiologie ou orthophonie.

Afin de vérifier la saine gestion de la recherche, il est possible qu'un(e) délégué(e) du comité d'éthique de la recherche consulte les données de la recherche. Par ailleurs, les résultats de cette étude pourront être publiés ou communiqués dans un congrès scientifique, mais aucune information permettant d'identifier votre enfant ne sera dévoilée.

9. Liberté de participation

La participation de votre enfant à l'étude est libre et volontaire. Vous pouvez refuser en tout temps qu'il participe à l'étude et vous pouvez annuler votre consentement sans conséquence.

Votre enfant sera aussi libre de refuser de participer à l'étude en tout temps, sans conséquence. En signant ce formulaire de consentement, vous ne renoncez à aucun de ces droits.

Enfin si vous ou votre enfant décide de se retirer de l'étude, vous aurez l'option de retirer toutes les données préalablement obtenues.

10. Clause de responsabilité

De plus, vous ne libérez pas les investigateurs et les institutions impliquées de leur responsabilité légale et professionnelle advenant une situation qui causerait des conséquences à votre enfant.

11. En cas de questions ou de difficultés

Pour plus d'information concernant cette recherche, contactez la chercheuse principale de cette étude, Jacynthe Bigras au ou à sa superviseuse de thèse, Professeure Josée Lagacé au à l'Université d'Ottawa. Pour tout renseignement sur les aspects éthiques de cette recherche, vous pouvez vous adresser au Responsable de l'éthique en recherche:

Université d'Ottawa, Pavillon Tabaret, 550, rue Cumberland, salle 154, Ottawa, ON K1N 6N5
Tél.: (613) 562-5387 Courriel : ethics@uottawa.ca

12. Compensation ou récompense

Pour vous remercier de votre contribution au projet de recherche, nous vous offrons la possibilité de faire partie d'un tirage pour avoir la chance de gagner une carte-cadeau d'une valeur de 50\$ à la Librairie du Soleil. Tous les participants sont invités à tenter leur chance dans ce tirage même s'ils décident de cesser la continuité de leur participation au projet de recherche.

Un nom parmi ceux qui ont fourni l'information nécessaire pour participer au tirage sera choisi au hasard lorsque l'étude sera terminée et le ou la gagnant(e) sera informé par courriel ou par téléphone (selon votre préférence). Si nous ne sommes pas en mesure d'entrer en contact avec la première personne pigée dans les 14 jours suivants le tirage, un second nom sera pigé et le détenteur de la seconde place aura à son tour la chance de remporter le prix, ainsi de suite jusqu'à ce que le prix trouve preneur. Les chances de remporter le prix vont dépendre du nombre de participants. Ce

prix ne peut pas être échangé contre un équivalent monétaire. Le prix doit être accepté tel quel, sinon, vous y renoncez.

Le nom que vous inscrivez au tirage nous sert de référent pour vous contacter dans la mesure où vous êtes le ou la gagnant(e) du tirage. Les coordonnées dont vous nous faites part seront maintenues confidentielles et détruites une fois que le prix sera attribué.

Nous nous réservons le droit en tout temps d'annuler ce tirage ou l'attribution du prix si nous jugeons qu'il y a eu manque en matière de confidentialité et d'intégrité. Ce tirage est effectué dans le respect des lois applicables au Canada.

13. Consentement du parent

J'ai lu le formulaire de consentement qui m'explique la nature et le déroulement du projet. J'ai aussi une copie que je peux garder pour moi. J'ai eu l'occasion de poser des questions. J'accepte que mon enfant participe à ce projet de recherche.

Nom de l'enfant: _____

Mois et année de naissance de l'enfant (mois/année)* : _____

Nom du parent (ou tuteur légal): _____

Signature du parent: _____ Date : _____

* Le mois et la date de naissance de votre enfant permettront de comparer ses résultats à des normes selon les âges.

Participation au tirage au sort : J'accepte que mon enfant participe au tirage au sort (svp, ENCERCLEZ la réponse) Oui Non

Référent (nom utilisé pour le tirage) : _____

Comment aimeriez-vous être contacté si le prix est attribué à votre enfant : _____

14. Formule d'engagement du chercheur ou de la personne qu'il a déléguée

Le projet de recherche ainsi que les modalités de la participation ont été décrits au participant et au parent. Un membre de l'équipe de recherche a répondu à leurs questions et leur a expliqué que la participation au projet de recherche est libre et volontaire. L'équipe de recherche s'engage à respecter ce qui a été convenu dans le formulaire de consentement.

Nom du chercheur : _____
(ou de son représentant)

Signature du chercheur : _____ Date : _____
(ou de son représentant)