



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



Impact of auditory training on the listening skills of children with auditory processing disorder in noisy situations: Results of a pilot study

MOTS CLÉS

RÉADAPTATION

TROUBLE DE TRAITEMENT
AUDITIF

ÉCOUTE

INTERVENTION

ENFANT

AUDITION

Benoît Jutras
Mojgan Owliaey
Mélanie Gagnon
Chloé Phoenix

Benoît Jutras, Ph.D.,
Professeur titulaire
École d'orthophonie et
d'audiologie,
Université de Montréal
Chercheur, Centre de recherche,
CHU Sainte-Justine
Chercheur associé,
Centre de recherche
interdisciplinaire en réadaptation
du Montréal Métropolitain
Montréal, Québec
CANADA

Mojgan Owliaey, M.P.A.,
Audiologiste,
Institut Raymond-Dewar
Membre clinicien/intervenant,
Centre de recherche
interdisciplinaire en réadaptation
du Montréal
Montréal, Québec
CANADA

Mélanie Gagnon, M.P.A.,
Audiologiste,
Centre montréalais de
réadaptation
Saint-Hubert, Québec
CANADA

Chloé Phoenix, M.P.A.,
Audiologiste,
Centre hospitalier Régional du
Grand Portage,
Rivière-du-Loup, Québec
CANADA

Abrégé

Objectif : La présente étude vise à explorer les bénéfices d'un programme d'entraînement auditif dans le bruit chez des enfants ayant un trouble de traitement auditif (TTA).

Méthodologie : Dix enfants ayant un TTA ont participé à l'étude : cinq enfants ont bénéficié d'un programme d'entraînement à l'écoute dans le bruit; cinq enfants n'ont pas reçu cet entraînement. Les séances d'entraînement dans le bruit consistaient à présenter à un niveau de confort des stimuli verbaux combinés au bruit. Les 10 participants ont été soumis à un test d'identification de phrases dans le bruit et aux mesures par potentiels évoqués auditifs de latence longue. De plus, les parents et les enseignants des participants ont rempli des questionnaires afin de connaître leur perception sur les comportements et habitudes de vie des participants à trois moments : 1) avant le début de l'entraînement; 2) à la fin des neuf semaines et 3) six mois après l'entraînement.

Résultats : Au fil des séances d'entraînement, les enfants maintenaient un pourcentage élevé de bonnes réponses malgré que le rapport entre les stimuli auditifs et le bruit devenait de moins en moins favorable à l'écoute. Les résultats obtenus aux potentiels évoqués auditifs de latence longue révèlent que la latence de l'onde P1 a diminué et que l'amplitude de l'onde N2 a augmenté à la suite de l'entraînement auditif, surtout auprès du groupe de thérapie. Les performances au test de phrases dans le bruit se sont améliorées chez les deux groupes après neuf semaines, mais cette amélioration ne s'est pas maintenue dans le temps chez les enfants ayant reçu l'entraînement. Les résultats aux questionnaires ne suggèrent aucun changement chez les deux groupes.

Conclusion : Les résultats suggèrent que les enfants développent une plus grande tolérance au bruit après un tel entraînement. Contrairement aux mesures comportementales, certaines composantes des mesures électrophysiologiques seraient de bons indicateurs pour relever des changements survenus à la suite de l'entraînement d'écoute dans le bruit chez les enfants ayant un TTA.

Abstract

Goal: The aim of this study was to explore the benefits of an auditory training program in noise for children with auditory processing disorders (APD).

Methodology: Ten children with APD took part in the study: five children were involved in an auditory training program in noise; five children received no training. The training sessions consisted of presenting verbal stimuli combined with noise at a comfortable level. The 10 participants were assessed with a sentence identification test in noise and with late latency auditory evoked potentials.

Furthermore, the parents and teachers of the participants filled out questionnaires at three intervals to report their perceptions of the behaviours and daily life habits of the participants: 1) before the start of the training; 2) nine weeks and 3) six months after training.

Results: During the training sessions, the children maintained a high percentage of correct responses despite the fact that the ratio between the auditory stimuli and the noise level was becoming gradually less favourable to listening. The results of the late latency auditory evoked potentials revealed that the P1 latency diminished while the N2 amplitude increased after the auditory training, especially with the therapy group. The performance on the sentence test in noise improved in both groups after nine weeks, but this was not maintained over time in the children who received the treatment. The results of the questionnaires suggest no change in either group.

Conclusion: The results suggest that children develop a greater tolerance for noise after this type of training. Contrary to the behavioural test results, some components of the electrophysiological measurements would be good indicators to track changes which occurred as a result of the auditory training in noise for children with APD.

Bien qu'ils n'aient pas de surdité, certains enfants arrivent difficilement à comprendre la parole dans des conditions d'écoute défavorables. Que ce soit en classe où le niveau de bruit est élevé, à la maison autour de la table où plusieurs personnes parlent en même temps ou au gymnase où il y a beaucoup d'écho dans la salle, ces enfants ne parviennent pas à bien saisir ce qui est dit. Pour certains, la partie centrale de leur système auditif présente des défaillances. Ils ont un trouble de traitement auditif (TTA). Plusieurs définitions du TTA existent. Toutefois, récemment, le Groupe directeur canadien interorganisationnel en orthophonie et en audiologie (2012) a élaboré une définition exhaustive du TTA en s'inspirant de la nomenclature du modèle de la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (Organisation mondiale de la santé, 2000). « Le TTA origine supposément dans le système auditif (fonctions organiques et structures anatomiques) et est caractérisé par une limite persistante des performances associées à des activités auditives, donnant lieu à des conséquences significatives sur la participation.(...) Les limites dans les activités auditives peuvent être évidentes lorsqu'on évalue les capacités (p. ex., discrimination des sons dans le bruit, résolution temporelle via la détection d'un court silence entre des sons, perception de la tonalité, traitement binaural comme lors du démasquage). Il est important de noter qu'elles influencent également la performance, comme converser dans un cocktail, localiser une sirène dans la rue, comprendre des directives à plusieurs niveaux dans la salle de classe ou écouter de la musique. De tels problèmes ont des répercussions sur la participation des apprenants dans les milieux scolaires, des travailleurs dans les milieux occupationnels, et des individus dans divers rôles dans la communauté. À toute fin pratique, les problèmes fonctionnels facilement expliqués par une diminution de l'acuité auditive (p. ex. difficultés de perception de la parole causées par une diminution de l'audibilité en raison d'une élévation des seuils audiométriques) ne font pas l'objet du présent ouvrage. En outre, les problèmes proprement expliqués par des déficits autres qu'auditifs (p. ex. des problèmes de compréhension du langage dus à un retard ou un trouble du développement du langage, de l'attention, de la mémoire ou de la cognition) sont également exclus (...) » (p. 15). Actuellement, on ne connaît pas la prévalence de ce trouble auditif, mais on estime qu'elle se situerait autour de 2 à 3% chez les enfants (Chermak & Musiek, 1997).

La littérature suggère plusieurs pistes d'interventions destinées aux enfants ayant un TTA afin de faciliter leur écoute (Bellis, 2003; Ferre, 1997; Katz, 1992; Katz, 2013; Maggu & Yathiraj, 2011; Moncrieff & Wertz, 2008; Plante

& Paquet, 2013; Putter-Katz, Adi-Bensaid, Feldman & Hildesheimer, 2008). Parmi ces pistes, on compte des solutions visant les modifications dans l'environnement de l'enfant ayant un TTA puisque plusieurs d'entre eux éprouvent des difficultés d'écoute dans le bruit. On a qu'à penser à l'acoustique des salles de classe souvent défavorable à l'écoute. En effet, le niveau de bruit ambiant de la majorité de ces salles dépasse la norme S.12.60 de l'American National Standards Institute de 2002 (Knecht, Nelson, White Law & Feth, 2002). Pour pallier à cette lacune, l'audiologiste recommandera, entre autres, l'utilisation d'un système de transmission des ondes sonores avec modulation de fréquence, appelé système FM. Cet appareil a l'avantage de réduire l'effet de distance entre l'enseignant et l'élève puisque la voix de l'enseignant est transmise à l'aide d'un émetteur et est captée par un récepteur porté par l'enfant (pour un système de type personnel) ou par des haut-parleurs placés à proximité de l'enfant (pour un système de type champ libre). Il permet également de s'assurer que la voix de l'enseignant soit plus saillante que le bruit ambiant aux oreilles de l'enfant. Les bénéfices d'un tel système ont été documentés auprès d'enfants sans problème auditif (Rosenberg et al., 1999; Ruben, Flagg-Williams & Aquino-Russell, 2007), d'enfants ayant une surdité (Ericks-Brophy & Ayukawa, 2000), des problèmes de lecture (Hornickel, Zecker, Bradlow & Kraus, 2012; Purdy, Smart, Baily & Sharma, 2009), des troubles d'apprentissage (Blake, Field, Foster, Platt & Wertz, 1991), des troubles de développement (Flexer, Millin & Brown, 1990) ou ayant un TTA (Johnston, John, Kreisman, Hall & Crandell, 2009). Bien que l'utilisation d'un système FM apporte des bénéfices dans un contexte d'enseignement, il faudrait toutefois mettre davantage l'accent sur l'amélioration de l'acoustique des salles de classe. Cette modification environnementale pourrait être profitable à tous les élèves et aux enseignants.

D'autres interventions – dites directes – requièrent la participation de l'enfant. Elles visent l'apprentissage de stratégies de communication ou métacognitives ainsi que de l'entraînement auditif chez les enfants ayant un TTA. Les stratégies de communication font partie des programmes de réadaptation chez des adultes malentendants (Désilets, Massé & Parenteau, 1993; Kramer, Alessie, Dondorp, Zekveld & Kapteyn, 2005; Kricos, Holmes & Doyle, 1992; Tye-Murray, 1991, 1994). Toutefois, peu de programmes de ce type sont destinés à des enfants ayant une surdité (Tye-Murray, 1994). Récemment, Plante et Paquet (2013) ont créé un programme d'apprentissage des stratégies de communication s'adressant aux enfants ayant un TTA. Aussi, quelques programmes d'apprentissage de stratégies métacognitives sont proposés (Gagné & Longpré, 2004; Paquette Chayer, 2001). Des bénéfices reliés à l'inclusion

de ces stratégies dans les thérapies effectuées auprès d'enfants ayant un TTA sont rapportées en clinique. Toutefois, l'efficacité de ces programmes n'a pas été prouvée scientifiquement. Aucune étude connue n'a été recensée dans la littérature sur ce sujet.

Il en est autrement pour les programmes d'entraînement auditif. Depuis les années 90, des études relatives à l'évaluation de l'efficacité de thérapies d'entraînement auditif auprès d'enfants ayant un TTA ont été publiées. Jirsa (1992) a soumis des enfants ayant un TTA de 9 à 13 ans à des tâches d'écoute de la parole dans le silence ou dans le bruit, d'une durée de 45 minutes, deux fois par semaine pendant 14 semaines. Les thérapies pouvaient comprendre des tâches de discrimination auditive, d'attention, de mémoire et de compréhension du langage. Il a évalué les participants avant le début de l'entraînement et après l'entraînement à l'aide (1) de tests comportementaux – un test d'attention sélective, un test de phrases en compétition et un test d'identification de mots alternés d'une oreille à l'autre – et (2) de mesures de l'activité corticale à l'aide de potentiels évoqués auditifs (mesures électrophysiologiques) de latence longue où les enfants devaient porter attention à un son d'une fréquence précise parmi une suite de sons ayant une autre fréquence – appelés P300. Pour ce dernier test, la valeur de la latence et de l'amplitude des ondes a été mesurée. La latence correspond à l'intervalle de temps – en millisecondes – entre la présentation du son et l'apparition de l'onde sur le tracé électrophysiologique tandis que l'amplitude équivaut à la hauteur positive ou négative – en microvolts – de cette onde en se référant à une ligne de base. Les résultats des tests comportementaux et électrophysiologiques ont montré des bénéfices reliés à l'entraînement lorsque les données ont été comparées à celles d'un groupe d'enfants ayant un TTA et d'un groupe sans TTA qui n'a pas reçu l'entraînement. En effet, les performances des enfants ayant eu de l'entraînement se sont améliorées sur tous les tests comportementaux, sauf pour celui comprenant la parole alternée, comparativement aux résultats de ceux ayant un TTA qui n'ont pas été soumis à l'entraînement. De plus, chez les participants ayant reçu l'entraînement, l'amplitude de l'onde P300 était significativement plus ample après qu'avant entraînement tandis que sa latence était significativement réduite. Leurs valeurs se rapprochaient de celles d'enfants sans TTA. Les résultats de l'étude de Musiek et Schochat (1998) menée auprès d'un adolescent ayant un TTA arrivent à des conclusions similaires. Le participant a été entraîné à discriminer et à identifier des sons et à écouter de la parole en compétition ou dans le bruit, trois séances d'une heure par semaine pendant six semaines, en plus

des devoirs de 15-20 minutes, trois fois par semaine qu'il faisait à la maison. Les résultats à des tests d'écoute de chiffres en compétition, de rappel de séquences de sons et de parole compressée se sont améliorés à la suite de l'entraînement. Musiek, Baran et Shinn (2004) rapportent également les bénéfices d'un entraînement auditif chez une adulte ayant subi un traumatisme crânien lui ayant occasionné, entre autres, des difficultés à comprendre la parole dans le bruit. L'entraînement incluait des exercices similaires à ceux mentionnés dans l'étude précédente. English et Martonik (2003) ont entraîné dix enfants ayant un TTA à écouter une histoire présentée uniquement à l'oreille gauche par périodes de deux minutes suivie d'une période de questions relatives à l'histoire pendant des séances d'une heure par semaine, de 11 à 13 semaines d'entraînement. Parfois, les enfants ont eu aussi à effectuer d'autres tâches auditives (non spécifiées dans l'article). Les résultats à un test d'écoute de la parole en compétition (écoute dichotique) se sont améliorés à l'oreille gauche à la suite de cet entraînement. Ils ont aussi testé un enfant un et deux mois après la thérapie. Ils ont observé une amélioration des performances un mois plus tard (que les auteurs ne peuvent expliquer la raison) et les performances se sont stabilisées après quatre autres semaines. On peut reprocher à ces trois études de ne pas avoir utilisé un groupe témoin afin de déterminer si l'amélioration notée est reliée à l'entraînement et non à d'autres facteurs.

Putter-Katz et al. (2002, 2008) ont examiné les bénéfices reliés à un entraînement comprenant des tâches de traitement ascendant (*bottom-up*) et descendant (*top-down*). Le traitement ascendant comprenait des tâches d'écoute et de compréhension en présentant des stimuli auditifs dans le bruit ou en écoute dichotique ainsi que des tâches d'attention divisée (répéter tout ce qui est entendu) et sélective (répéter seulement ce qui est présenté à une oreille tout en ignorant ce qui est entendu à l'autre oreille). Le traitement descendant visait des activités de suppléance auditive, de lecture labiale, de stratégies métacognitives et d'apprentissage. Les résultats ont montré une amélioration des performances à des tests de parole dans le bruit ou en compétition chez le groupe d'enfants ayant un TTA et qui ont reçu l'entraînement par rapport aux données obtenues auprès d'un groupe contrôle d'enfants ayant un TTA. Cependant, ces résultats ne permettent pas de dissocier les bénéfices associés à l'entraînement de type ascendant de ceux reliés à l'entraînement de type descendant.

Sharma, Purdy et Kelly (2012) ont tenu compte de cet aspect dans leur étude conduite auprès d'enfants ayant un TTA. Les tâches de traitement ascendant comprenaient

de la discrimination de fréquences, de l'identification de courts silences entre des sons, de l'identification de stimuli changeant en intensité, des exercices de conscience phonologique à l'aide du programme *Earobics* (Houghton Mifflin Harcourt Learning Technology) ainsi que des tâches où les participants devaient lire à haute voix un texte. Pour ce qui est des tâches de traitement descendant, elles comprenaient plusieurs activités langagières comme percevoir le sens d'une phrase en fonction de changement dans la durée de certaines syllabes, travailler la prosodie, exécuter des consignes, créer ou résumer une histoire à partir d'images, identifier les mots clés dans un paragraphe. Les 55 enfants ayant un TTA ont été divisés en cinq groupes : (1) ceux ayant un entraînement de type ascendant, (2) ceux ayant un entraînement de type ascendant avec utilisation d'un système FM, (3) ceux ayant un traitement de type descendant, (4) ceux ayant un traitement de type descendant, avec utilisation d'un système FM et (5) ceux n'ayant reçu aucun entraînement. Les participants ont été évalués avant les thérapies et après les thérapies sur un test auditif de reconnaissance de séquences de sons, un test de reconnaissance de mots ou de phrases dans le bruit, le test de langage *Clinical Evaluation of Language Fundamentals* (CELF-4) et le *Comprehensive Assessment of Spoken Language* (CASL) ainsi que les tests de lecture *Queensland University Inventory of Literacy* (QUIL) et *Wheldall Assessment of Reading Passages* (WARP). De façon générale, les résultats ont révélé une amélioration des performances dans quelques tests. Toutefois, cette amélioration n'était pas systématiquement associée à un type d'entraînement. Par exemple, le groupe d'enfants ayant eu un entraînement de traitement ascendant s'est amélioré dans le test auditif d'identification de séquences et également dans certains sous-tests de langage et de lecture. Il en est de même pour le groupe ayant eu un entraînement de type descendant, en plus d'une amélioration des performances dans des sous-tests de langage et de lecture après l'entraînement, ces enfants se sont aussi améliorés dans le test de reconnaissance de séquences auditives. L'utilisation du système FM a montré des bénéfices mineurs puisque les performances des groupes se sont améliorées uniquement dans un nombre restreint de sous-tests de langage et de lecture, indépendamment du type d'entraînement auquel ils ont été exposés.

Jusqu'à maintenant, les études susmentionnées montrent que l'entraînement auditif apporte des bénéfices aux enfants ayant un TTA que ce soit par le biais d'un entraînement de type ascendant ou de type descendant. L'entraînement auditif s'avère efficace auprès de cette

population, mais on est à même de se demander s'il est efficient. Les programmes proposés dans les études jumelaient des tâches travaillant plusieurs capacités auditives à la fois. On est à même de se demander si les bénéfices observés peuvent être obtenus en limitant le programme à une seule capacité. Moncrieff et Wertz (2008) et Maggu et Yathiraj (2011) l'ont fait. Moncrieff et Wertz (2008) ont entraîné des enfants ayant un TTA à une tâche d'écoute de la parole en compétition (écoute dichotique) uniquement. Les résultats ont montré que les enfants se sont améliorés sur la tâche d'écoute dichotique et sur quelques sous-tests de langage, suggérant une généralisation possible des effets de l'entraînement. Toutefois, il n'y avait pas de groupe contrôle dans l'étude ce qui jette un doute quant aux bénéfices réels associés à ce type d'entraînement. Pour leur part, Maggu et Yathiraj (2011) ont entraîné des enfants ayant des difficultés de perception de la parole dans le bruit. Les participants devaient écouter des histoires dans le bruit et répondre à des questions reliées aux histoires, 45 minutes par semaine, pendant 11 à 13 semaines. Les résultats ont indiqué de meilleures performances à des tests de parole dans le bruit à la suite de l'entraînement. Cependant, ils ne révèlent pas si les bénéfices ont été maintenus dans le temps et si des changements ont été observés dans d'autres sphères de la vie des enfants.

La présente étude s'inscrit dans le même type d'intervention proposé dans l'étude de Maggu et al. (2011). L'objectif est d'explorer les bénéfices de l'entraînement à l'écoute dans le bruit auprès d'enfants ayant un TTA. Toutefois, la présente recherche se distingue de celle de Maggu et Yathiraj (2011) puisqu'elle évalue si les bénéfices se généralisent à d'autres domaines que la capacité d'écoute dans le bruit. Les questions de recherche sont formulées comme suit : Comment les enfants ayant un TTA bénéficient-ils d'un entraînement à l'écoute dans le bruit au plan des comportements auditifs et neurophysiologique. La thérapie a-t-elle un impact sur la participation sociale d'enfants ayant un TTA?

Méthodologie

Ce projet de recherche dont l'application de l'expérimentation n'a pas été faite à l'aveugle a été approuvé par les comités d'éthique du CHU Sainte-Justine et des établissements du Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR).

Participants

Dix enfants de 8 à 12 ans, dont neuf garçons et une fille, présentant un diagnostic de trouble de traitement

auditif ont été répartis dans les deux groupes de façon aléatoire selon un tirage au sort : cinq enfants ont reçu une thérapie d'entraînement à l'écoute de la parole dans le bruit (moyenne d'âge : 10 ans) et cinq autres n'ont pas reçu de thérapie, constituant le groupe de contrôle (moyenne d'âge : 10 ans, 6 mois). Le recrutement des enfants a été effectué par le biais des listes d'attentes dans cinq centres de réadaptation au Québec. Tous les enfants avaient (1) une acuité auditive normale (i.e. des seuils auditifs de 15 dB HL et moins pour les fréquences testées entre 250 Hz et 8 000 Hz), (2) n'avaient pas de trouble neurologique, comme de l'épilepsie ou une lésion corticale, des troubles de développement du langage ou une déficience intellectuelle, selon les parents, (3) ont échoué deux tests évaluant les habiletés de traitement auditif à au moins deux écarts-types de la moyenne, dont au moins un test d'écoute en compétition ou dans le bruit et (4) ne présentaient aucun indice de trouble d'attention, selon les conclusions d'un rapport d'évaluation en neuropsychologie ou selon les résultats obtenus au questionnaire Conners-parent et Conners-enseignant. La conclusion à un TTA avait déjà été donnée aux enfants avant qu'ils ne soient recrutés pour le projet de recherche. La batterie de tests menant à une évaluation de ce type pouvait varier d'un service d'audiologie à l'autre. Toutefois, cette batterie comprenait minimalement un test dans chacune des catégories suivantes : écoute dichotique, écoute de la parole dans le bruit et analyse temporelle. Lorsque l'évaluation audiolinguistique la plus récente avait été effectuée dans un délai de plus d'un an, une réévaluation des habiletés auditives centrales a alors été refaite. Tel qu'indiqué dans le tableau 1, neuf des dix enfants ont échoué le test d'écoute de phrases dans le bruit adapté en français (Lynch & Normandin, 1983), le *Synthetic Sentence Identification-Ipsilateral Competing Message* (SSI-ICM). Pour l'épreuve de mots présentés en compétition, l'adaptation du *Staggered Spondaic Word* (Rudmin & Normandin, 1983), 60% des enfants ont échoué cette épreuve, de façon égale dans les deux groupes. Pour ce qui est des tests d'analyse temporelle, les enfants du groupe de thérapie les ont échoués davantage que ceux du groupe contrôle. En effet, aux tests d'identification de séquences de sons se distinguant selon la fréquence, *Pitch Pattern Sequence Test* (PPST – Musiek & Pinheiro, 1987) ou la durée, *Duration Pattern Sequence Test* (DPST – Musiek, Baran & Pinheiro, 1994), trois des cinq enfants du groupe de thérapie et un enfant du groupe contrôle ont échoué le test. Pour le test de résolution temporelle visant la perception d'un silence entre deux sons de même fréquence, le *Random Gap Detection Test* (RGDT – Keith, 2000), tous les enfants ayant été évalués ont réussi cette épreuve, sauf un enfant

se trouvant dans le groupe de thérapie. Finalement, pour les enfants ayant été soumis au test d'identification de monosyllabes dans le bruit, un enfant du groupe de thérapie et deux enfants du groupe contrôle ont obtenu des résultats anormaux à ce test.

Stimuli

Des syllabes, mots, phrases et consignes numérisés ont été étalonnés afin de s'assurer que ces stimuli avaient un niveau équivalent de pression sonore. Pour ce faire, les stimuli étaient emmagasinés dans un ordinateur portatif Dell Latitude D830. La sortie audio de l'ordinateur a été connectée à un audiomètre portable MAICO MA41 dans lequel étaient branchés les écouteurs TDH-39. La sortie d'un des écouteurs était positionnée sur une oreille artificielle Larson-Davis AEC 100 contenant un microphone Larson-Davis 2575, branchée à un préamplificateur Larson-Davis PRM826B. Un poids de 500 grammes Larson-Davis AE100-A était posé sur l'écouteur TDH-39 afin de le maintenir en place et aussi pour recréer la pression exercée sur les oreilles par le serre-tête des écouteurs. La prise de mesure des niveaux de sortie de chaque stimulus était finalement prise sur un sonomètre Larson-Davis 800B. Une source-étalon B & K 4230 avait préalablement permis d'étalonner l'oreille artificielle. Chaque stimulus dont le niveau de sortie s'éloignait de plus ou moins 2 dB de la moyenne des niveaux de sortie de tous les stimuli a été modifié à l'aide du logiciel Adobe Audition. Par la suite, le niveau de pression sonore a été mesuré à la sortie du haut-parleur. Un sonomètre Larson-Davis 800B a été utilisé pour effectuer ces mesures. Le calibrage s'est effectué à une distance de trois pieds du haut-parleur, à l'endroit où l'enfant devait être assis lors des thérapies. À partir d'une entrée de 70 dB HL, un niveau correspondant en moyenne à 55 dB(A) a été mesuré à la sortie du haut-parleur. De plus, quatre enregistrements de types de bruit ont aussi été étalonnés et utilisés : (1) de verbiage, (2) de conversation dans une école, (3) de quartier et (4) d'extérieur en ville.

Procédure

Entraînement auditif

Les enfants du groupe expérimental ont reçu un entraînement auditif dans le bruit d'une durée de 60 minutes, deux fois par semaine pendant neuf semaines. Les thérapies ont eu lieu dans le même local pour l'ensemble du programme d'intervention. Elles regroupaient des activités visant à travailler quatre habiletés auditives dans le bruit : (1) discrimination où l'enfant devait indiquer si deux syllabes ou mots entendus étaient pareils ou différents; (2) identification de mots : (a) reconnaître auditivement

Tableau 1. Résultats des dix participants aux tests évaluant les habiletés de traitement auditif dont cinq enfants du groupe ayant reçu la thérapie (T) et cinq autres enfants qui n'ont pas reçu de thérapie – groupe contrôle (C)

| Participant | Sexe | Âge (ans:mois) | Résultats aux tests auditifs centraux | | | | | |
|-------------|------|-------------------|---------------------------------------|---------|------|------|------|-----|
| | | | SSW | SSI-ICM | PPST | DPST | RGDT | IMB |
| T1 | M | 9:2 | AN | AN | N | NT | NT | N |
| T2 | M | 11:4 | N | AN | AN | AN | AN | AN |
| T3 | M | 10:8 | N | AN | AN | AN | N | N |
| T4 | M | 9:2 | AN | AN | N | NT | NT | NT |
| T5 | M | 9:4 | AN | AN | AN | AN | N | N |
| C1 | M | 11:7 | AN | AN | N | AN | N | NT |
| C2 | M | 12:3 | AN | AN | N | NT | NT | N |
| C3 | M | 11:6 | AN | AN | N | N | N | NT |
| C4 | F | 8:6 | N | AN | N | N | N | AN |
| C5 | M | 9:0 | N | N | AN | NT | N | AN |

SSW : Staggered Spondaic Word; SSI-ICM : Synthetic Sentence Identification-Ipsilateral Competing Message; PPST : Pitch Pattern Sequence Test; DPST : Duration Pattern Sequence Test; RGDT : Random Gap Detection Test; IMB : Identification de monosyllabes dans le bruit; N : Normal; AN : Anormal; NT : Non testé.

un mot parmi un choix fermé de deux images; (b) identifier le mot erroné dans une phrase; (c) reconnaître un mot énoncé parmi un choix fermé d'une trentaine d'images; (3) mémorisation d'une liste d'éléments et (4) compréhension de consignes. L'enfant devait répéter ce qu'il avait entendu avant d'exécuter une action. Dans le cas où le mot énoncé par l'enfant était différent de celui présenté, ce mot était noté sur une feuille prévue à cet effet et le stimulus était présenté une seconde fois. Les quatre bruits ont servi uniquement à varier le type d'environnement sonore se rapprochant le plus de la réalité des enfants.

Le degré de difficulté des activités variait en fonction des réponses de l'enfant. Pour changer le degré de difficulté, les stimuli ont été présentés à des rapports signal/bruit plus ou moins favorables à l'aide d'un haut-parleur (Yamaha HS50M) branché à un audiomètre Madsen OB822 auquel

étaient connectés deux lecteurs de disques compacts Samsung (un lecteur dédié aux stimuli de la parole et un autre au bruit). Le rapport signal/bruit correspond à la différence entre le niveau d'intensité du signal de la parole et celui du bruit. Ce rapport se situait entre +20 dB (niveau d'écoute favorable) et -20 dB (niveau d'écoute défavorable). Lorsque l'enfant obtenait au moins 70% de bonnes réponses, le niveau du bruit était augmenté de 2 dB et lorsque l'enfant avait 40% et moins de bonnes réponses, le niveau de bruit était diminué de 2 dB. En moyenne, une thérapie d'entraînement auditif comportait trois ou quatre activités différentes d'une durée approximative de 15 minutes chacune.

Mesures de pré et post entraînement

Afin de vérifier les bénéfices reliés à l'entraînement auditif, les participants ont été évalués avec plusieurs tests

ou questionnaires avant et après l'entraînement ainsi que six mois plus tard. Une mesure comprenait un test comportemental où la participation de l'enfant est requise. Il s'agissait d'un test de perception de la parole dans le bruit, le *Hearing In Noise Test* (HINT, version enfant adaptée en français par Vaillancourt, Laroche, Giguère & Soli, 2008). Ce test a été choisi parce qu'ils comprennent des phrases présentées dans le bruit, ce qui est plus écologique que d'évaluer la capacité d'identification de mots, et moins exigeant, au plan des ressources cognitivo-linguistiques, que de vérifier la compréhension de courts textes dans le même contexte d'écoute. Il évalue la capacité de reconnaissance de phrases provenant d'un haut-parleur placé à un mètre en avant de l'enfant dans trois conditions d'écoute dans le bruit (1) le bruit provient du même haut-parleur que les phrases, (2) d'un haut-parleur placé à un mètre à la droite de l'enfant ou (3) d'un haut-parleur placé un mètre à sa gauche. Il comprend 17 listes de 10 phrases balancées phonémiquement (Vaillancourt et al., 2008), présentées selon une méthode adaptative. Les résultats correspondent au rapport signal/bruit où l'enfant obtient 50% de bonnes réponses. Chaque enfant a été soumis à ces trois conditions d'écoute pour les trois temps de mesures. L'épreuve a été réalisée une fois à chaque condition d'écoute.

L'opinion des parents et de l'enseignant de chaque participant a été obtenue afin de vérifier si l'entraînement a eu des effets positifs dans la quotidien de l'enfant au plan des comportements avec le questionnaire Échelle des comportements auditifs (ÉCA, adaptation du *Scale of Auditory Behaviors – SAB* – de Schow & Seikel, 2006). Ce questionnaire compte 12 questions relatives surtout à des situations d'écoute au quotidien. L'impact de l'entraînement sur les habitudes de vie a aussi été examiné avec la Mesure des habitudes de vie (MHAVIE) et le *Screening Identification For Targeting Educational Risk* (SIFTER, Anderson, 1989). La MHAVIE a été adaptée de Fougeyrollas, Noreau et Lepage (2001). Cette mesure vérifie la participation sociale d'un individu, c'est-à-dire le fonctionnement de cette personne dans la société (Organisation mondiale de la santé, 2000), à travers ses situations de la vie quotidienne. L'adaptation de la MHAVIE se limite à trois sphères : la communication orale et corporelle (12 questions), la communication écrite (trois questions) et sur l'éducation (14 questions). D'autre part, le SIFTER a été utilisé auprès de l'enseignant de chaque participant afin de sonder son opinion dans quatre domaines reliés à l'école en 15 questions : milieu scolaire, concentration, communication et participation en classe.

Aussi, pour vérifier si l'entraînement à l'écoute dans le bruit pouvait induire des changements de l'activité corticale,

une mesure des potentiels évoqués auditifs de latence longue (mesure électrophysiologique) a été effectuée auprès de tous les participants avec l'appareil *Intelligent Hearing Systems*, dans une salle silencieuse. Des électrodes *Skintact* ont été placées sur le front (Fz) pour la mise à la terre, au vertex (Cz) et sur chacun des lobes d'oreilles (A1 et A2). Des valeurs d'impédance de 7 k Ω ou moins ont été obtenues. L'enfant entendait des clics d'une intensité de 70 dBnHL à travers des écouteurs intra-auriculaires à un rythme de 1,1/sec. La polarité était alternée. Un filtre passe-bande de 1 à 30 Hz a été appliqué au signal enregistré. Durant le test, l'enfant visionnait un film sans volume afin qu'il reste calme et qu'il ne porte pas attention aux stimuli présentés. À chaque oreille, au moins deux enregistrements ont été effectués afin d'obtenir une courbe moyenne de deux tracés reproductibles, sur laquelle les ondes P1 et N2 ont été identifiées chez tous les participants.

Résultats

Étant donné le nombre limité de participants, aucune analyse statistique n'a été faite. Des données de groupe de cette étude pilote seront présentées et décrites afin d'illustrer les tendances observées (1) pour les comportements auditifs à travers les séances de thérapie indépendamment du type de bruit utilisé et (2) dans les mesures pré et post-entraînement.

Entraînement auditif

La moyenne des performances de l'ensemble des activités d'entraînement auditif a été calculée à partir des résultats des cinq participants. Cette moyenne diminue au fil des neuf premières séances de thérapie, passant d'un peu plus de 80% de bonnes réponses à un peu moins de 70%. Ce pourcentage se stabilise autour de 60% pour les neuf dernières séances, montrant toutefois une légère amélioration pour les dernières séances de thérapie (voir Figure 1). Pour ce qui est du rapport signal/bruit, il diminue drastiquement durant les neuf premières séances, allant d'un niveau d'écoute favorable de 4 dB à un niveau d'écoute très défavorable, se situant près de -9 dB. Au cours des neuf dernières séances de thérapie, les changements sont plus subtils puisque la moyenne de ce rapport oscille autour de -9 dB pour atteindre presque -10 dB en fin d'entraînement.

Données pré et post-entraînement

Trois types de données ont été prises : comportementales (HINT et questionnaires ÉCA), habitudes de vie (MHAVIE et SIFTER) et électrophysiologiques. Pour ces dernières mesures des

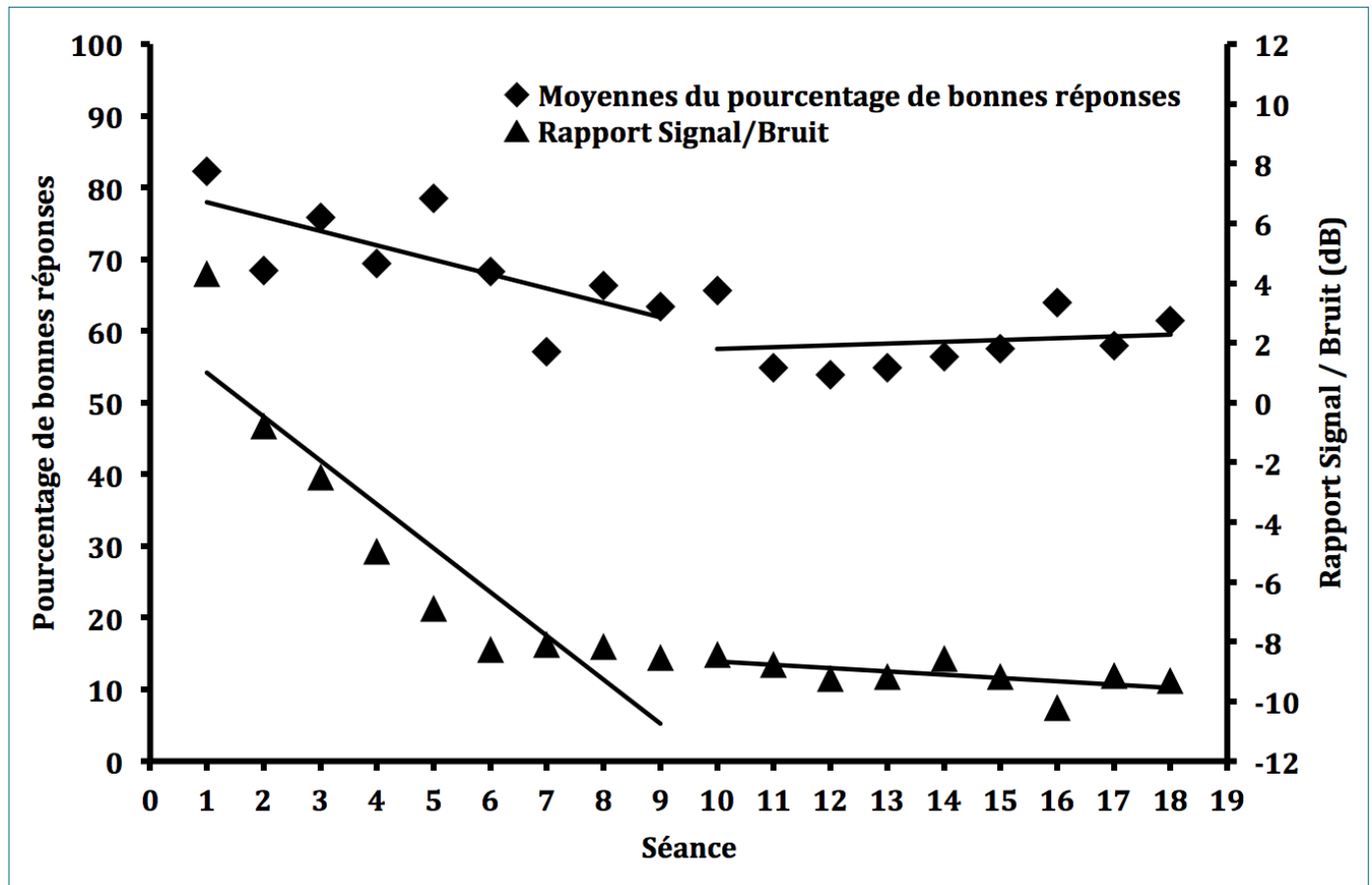


Figure 1. Moyennes du pourcentage de bonnes réponses (◆) et du rapport entre le niveau de présentation des stimuli verbaux et celui de bruit (Rapport Signal/Bruit, ▲) mesurées à partir des résultats des cinq enfants ayant un trouble de traitement auditif à travers les 18 séances de thérapies. Une courbe linéaire a été tracée pour les résultats des neuf premières et des neuf dernières séances de thérapie.

potentiels évoqués auditifs de latence longue, seules les données de la première positive P1 et de la dernière onde négative N2 ont été analysées puisque ce sont celles qui sont présentes chez tous les participants. Avant l'adolescence, il est fréquent que la première onde négative N1 et la deuxième onde positive P2 soient absentes. Ce phénomène reflète un processus de maturation des structures auditives centrales (Wunderlich, Cone-Wesson & Shepherd, 2006). Pour toutes ces mesures, il y a une grande variabilité dans les résultats.

Données comportementales

Phrases dans le bruit avec le HINT

Un score moyen a été calculé à partir des données obtenues dans trois conditions d'écoute pour les deux groupes de participants. Les résultats montrent une amélioration d'environ 50% des performances à la suite des neuf semaines d'entraînement pour les deux groupes (voir Figure 2). Après six mois sans entraînement,

les valeurs moyennes reviennent à celles observées avant l'entraînement chez le groupe d'enfant ayant eu le traitement et restent à des niveaux similaires à ceux obtenus après l'entraînement chez le groupe contrôle.

Questionnaire sur les comportements auditifs

Tous les parents des enfants ont rempli le questionnaire – Échelle des comportements auditifs (ÉCA) pour les trois temps de mesures (avant le début de l'entraînement, à la fin du programme d'entraînement et six mois plus tard). Ce fut plus difficile de recueillir les informations auprès des enseignants des enfants impliqués dans le projet. Quatre enseignants d'élèves ayant eu la thérapie et cinq enseignants d'élèves du groupe contrôle ont rempli le questionnaire ÉCA. Toutefois, seulement deux enseignants d'élèves du groupe expérimental et trois enseignants d'élèves du groupe contrôle ont retourné les questionnaires six mois après la fin du programme d'entraînement. Étant donné le nombre limité de répondants chez les enseignants pour ce troisième temps de mesure, les observations des

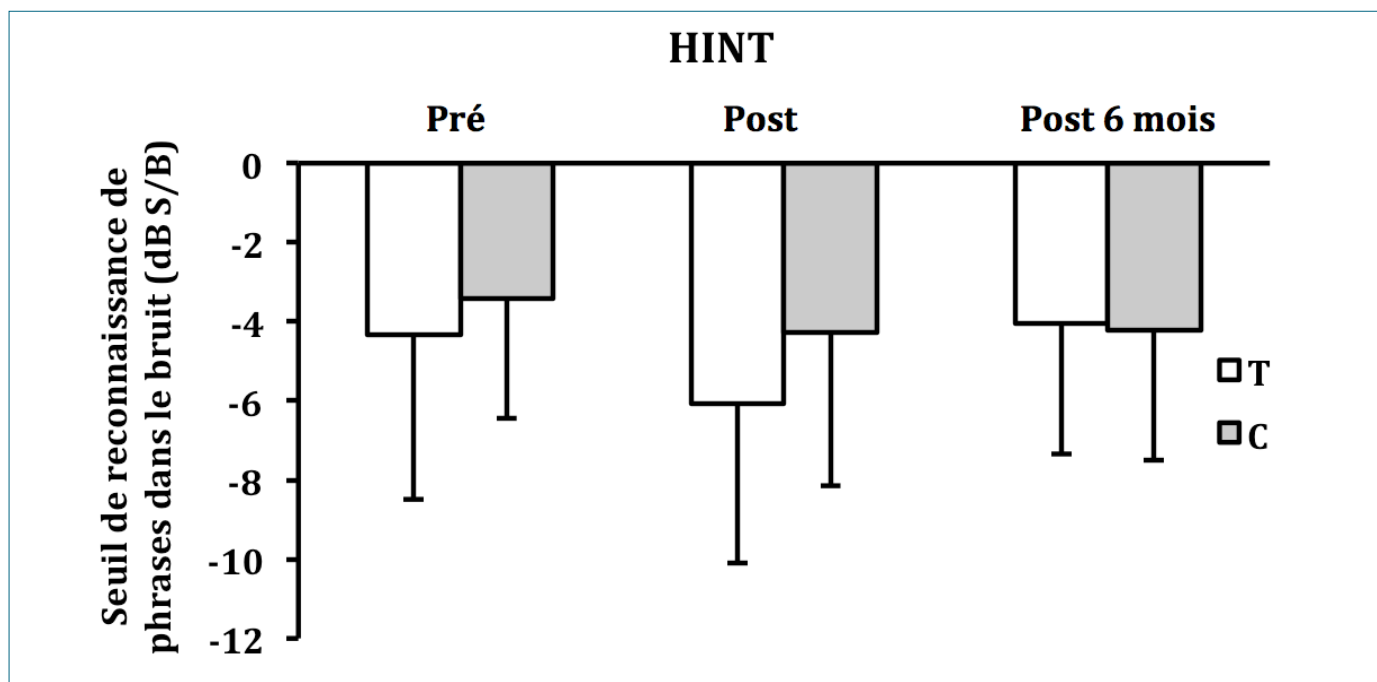


Figure 2. Moyenne des données obtenues au test de reconnaissance de phrases dans le bruit (*Hearing In Noise Test* – HINT) pour chaque groupe – ceux ayant eu les thérapies (T) et ceux du groupe contrôle (C) n’ayant pas participé à l’entraînement. Les trois conditions d’écoute ont été fusionnées pour chaque temps de mesures : avant le début (Pré), à la fin des neuf semaines d’entraînement (Post) et six mois après la fin de l’entraînement (Post 6 mois).

données ont tenu compte uniquement des réponses aux questionnaires des deux premières mesures chez ce groupe de participants. Un score total des réponses a été calculé pour les enseignants et les parents pour chaque questionnaire.

La moyenne des réponses des parents et des enseignants des deux groupes d’enfants au ÉCA se trouve un peu au-dessus de 50% du score total pour les divers temps de mesures. Peu de changements dans les comportements des enfants ont été perçus par les parents et les enseignants à la suite de l’entraînement.

Données sur les habitudes de vie

Les parents et les enseignants ont également rempli deux questionnaires sur les habitudes de vie – la MHAVIE et le SIFTER. Les résultats illustrés dans la Figure 3 montrent que, pour la MHAVIE, le pourcentage du score total des enseignants des deux groupes de participants se situe à un peu plus de 50% tandis que pour les parents, ce pourcentage dépasse 70%. Pour ce qui est de la moyenne des réponses au questionnaire *SIFTER*, elle se situe près de 60% chez les enseignants d’enfants du groupe expérimental et près de 70% chez ceux des enfants du groupe contrôle pour les deux temps de mesure.

Données électrophysiologiques

Les valeurs de la latence et de l’amplitude des ondes P1 et N2 ont été mesurées chez tous les participants. Les tendances dans les résultats montrent que la latence de l’onde P1 diminue d’environ 20% en post-entraînement (juste après l’entraînement et six mois plus tard) comparativement aux valeurs obtenues avant l’entraînement chez le groupe d’enfants ayant eu la thérapie (voir figure 4). Ce changement est de moins de 10% chez le groupe contrôle pour les mêmes périodes de mesure. Pour ce qui est de la latence de l’onde N2, elle change très peu (au plus, 5%) après la thérapie chez les deux groupes.

En ce qui a trait à l’amplitude de l’onde P1, elle diminue d’environ 20% juste après l’entraînement, pour augmenter de près de 25% six mois après la thérapie, par rapport à la mesure initiale, chez le groupe expérimental. Par contre, les valeurs ont augmenté d’un peu moins de 20% et de près de 50% pour les mêmes temps de mesure chez le groupe contrôle. Il en est autrement pour les valeurs de l’amplitude de l’onde N2 où elles ont augmenté d’un peu plus de 40% juste après l’entraînement et de près de 90% six mois après la thérapie chez le groupe d’enfants ayant reçu l’entraînement. Chez le groupe contrôle, pour

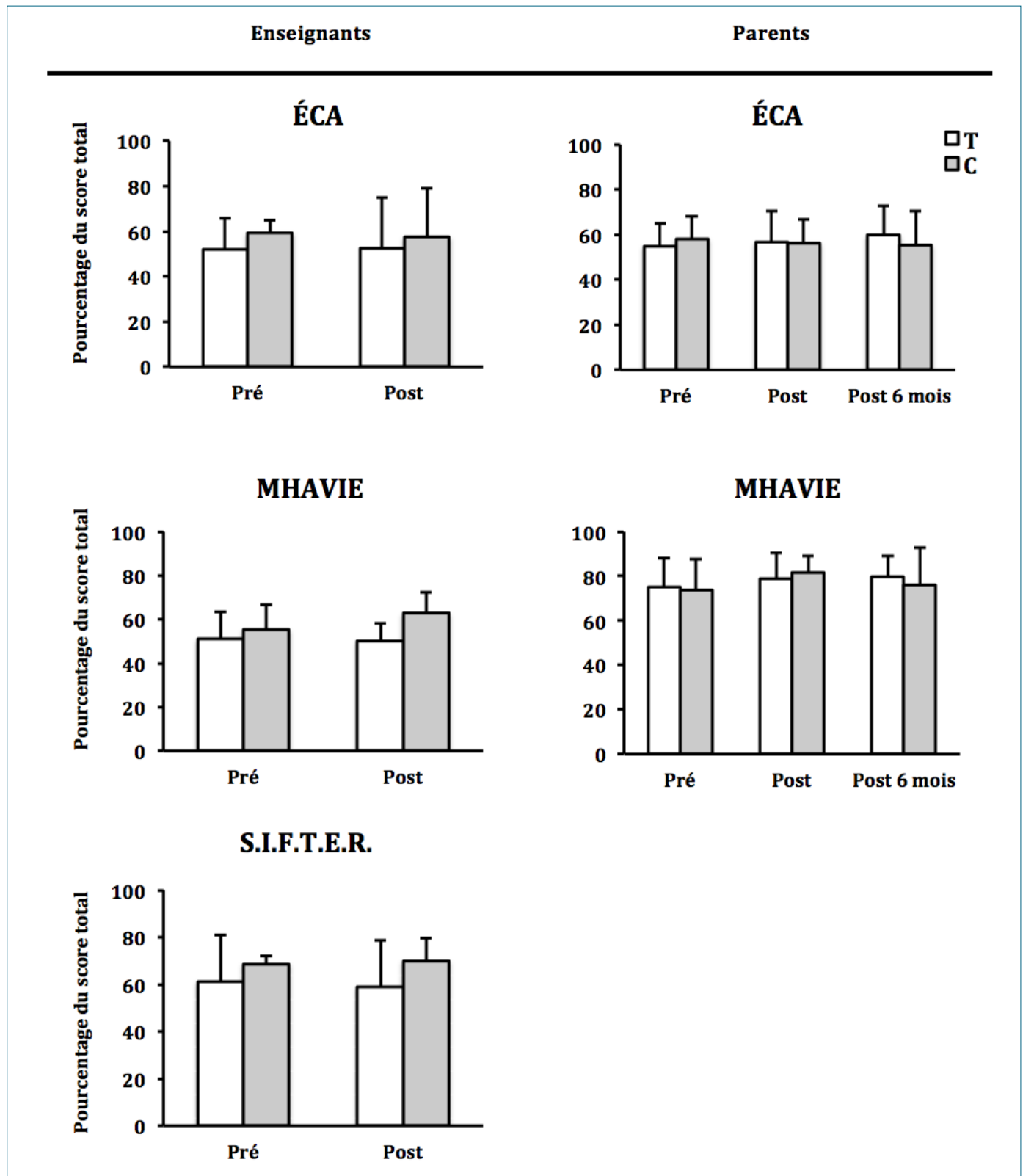


Figure 3. Pourcentage des scores moyens calculé à partir des réponses aux questionnaires Échelle de comportements auditifs (ÉCA), Mesure des habitudes de vie (MHAVIE) ou *Screening Identification For Targeting Educational Risk* (S.I.F.T.E.R.) de quatre enseignants et de cinq parents d'enfants ayant participé à l'entraînement (T) ainsi que cinq enseignants et cinq parents d'enfant n'ayant pas eu la thérapie (C) pour les temps de mesures : avant le début du programme d'entraînement (Pré), à la fin du programme (Post) et six mois plus tard (Post 6 mois).

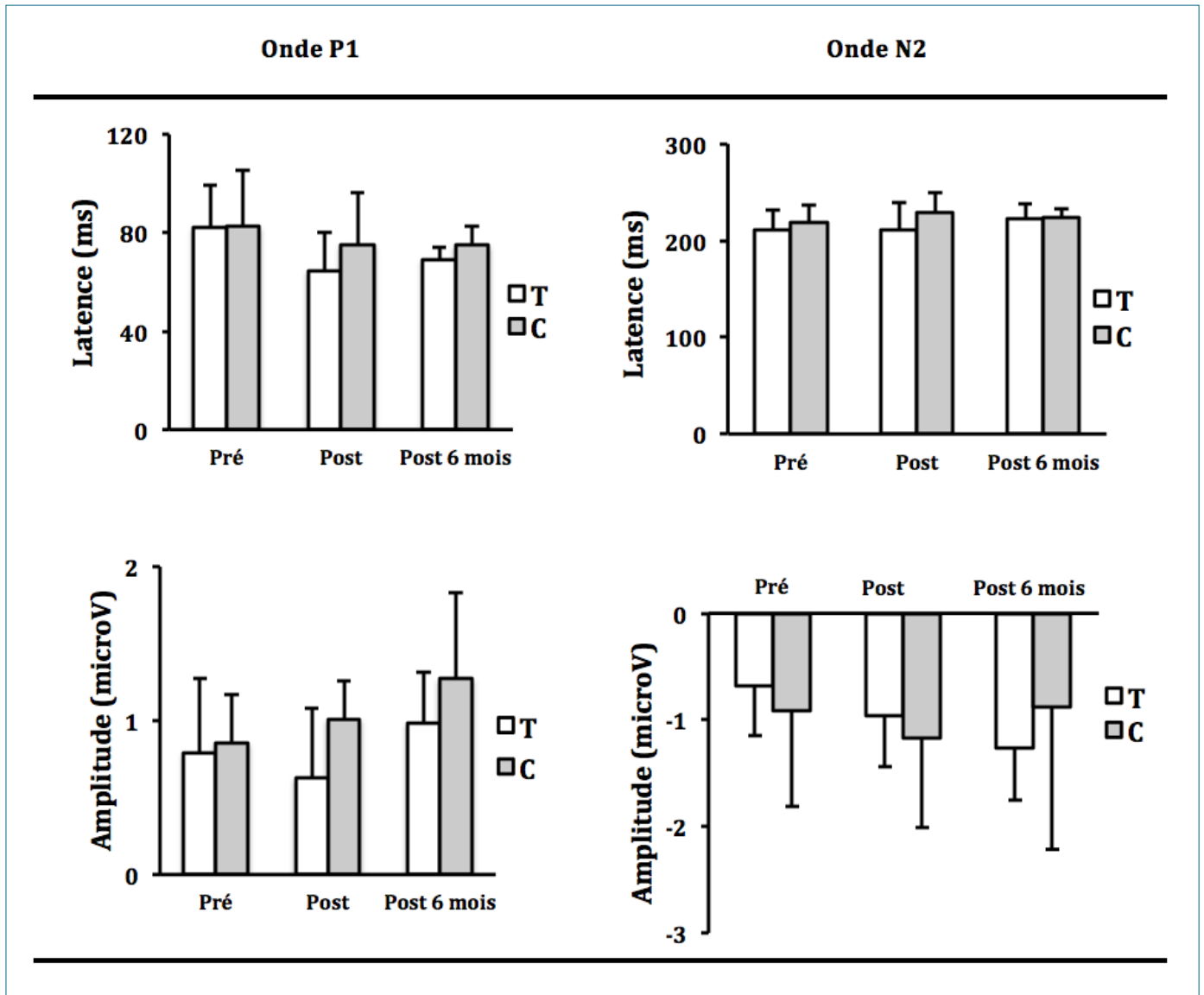


Figure 4. Pourcentage des scores moyens calculé à partir des réponses aux questionnaires Échelle de comportements auditifs (ÉCA), Mesure des habitudes de vie (MHAVIE) ou *Screening Identification For Targeting Educational Risk* (S.I.F.T.E.R.) de quatre enseignants et de cinq parents d'enfants ayant participé à l'entraînement (T) ainsi que cinq enseignants et cinq parents d'enfant n'ayant pas eu la thérapie (C) pour les temps de mesures : avant le début du programme d'entraînement (Pré), à la fin du programme (Post) et six mois plus tard (Post 6 mois).

les deux temps de mesures, les valeurs ont augmenté d'environ 30% et de près de 10% respectivement.

Discussion

La présente étude visait à mesurer les bénéfices d'un programme d'entraînement à l'écoute dans le bruit auprès d'enfants ayant un trouble de traitement auditif. Les résultats révèlent que la moyenne du rapport entre le niveau des activités auditives et celui du bruit devenait de plus en plus défavorable (rapport signal/bruit passant de 4 à -9 dB) dans la première moitié des séances, ce qui

a influencé les performances des participants. En effet, la moyenne du pourcentage de bonnes réponses aux diverses activités d'écoute du programme d'entraînement a diminué de 20% durant cette période. Ces données étaient prévisibles puisque le rapport signal/bruit sélectionné au départ était de 4 dB en moyenne à travers les activités. Il donnait accès à assez d'indices acoustiques pour bien percevoir la parole (autour de 80% de bonnes réponses en moyenne). Au fil des séances, le rapport signal/bruit diminuait de manière à limiter l'accès à ces indices. En conséquence, le pourcentage moyen de bonnes réponses

a chuté pour atteindre des valeurs autour de 60%. Dans la dernière moitié du programme, le pourcentage de bonnes réponses s'est amélioré jusqu'à 9% tandis que le rapport signal/bruit rendait les conditions d'écoute plus défavorables (diminution de 2 dB). L'amélioration notée dans la dernière partie de l'entraînement peut sembler minimale, mais elle représente en fait 20% du pourcentage d'amélioration possible. Ces données obtenues auprès de cinq enfants ayant un TTA suggèrent que l'entraînement à l'écoute dans le bruit aide à davantage tolérer le bruit et à mieux comprendre la parole dans des conditions d'écoute difficiles. Par ailleurs, certains enfants ont pu maintenir de bonnes performances pour des activités d'écoute à travers les séances d'entraînement en dépit du fait que le rapport signal/bruit avait atteint la condition d'écoute la plus défavorable du programme, soit -10 dB. Il serait souhaitable de pousser davantage cette limite du rapport signal/bruit dans le programme afin d'augmenter le degré de difficulté dans ces activités pour ces enfants.

Le programme d'entraînement de 1 080 minutes en neuf semaines serait assez intense pour apporter des changements au plan neurophysiologique (dans le système nerveux central). Deux changements ont été observés sans qu'ils ne soient vérifiés statistiquement. Les résultats montrent une diminution de la latence de la première onde positive P1 après l'entraînement. La valeur de cette diminution est en moyenne deux fois plus grande chez le groupe d'enfants ayant eu la thérapie que chez celle du groupe contrôle. Ce changement se serait maintenu six mois après l'entraînement. L'autre changement est associé à l'augmentation de l'amplitude de la deuxième onde négative – N2. L'amplitude de cette onde est plus grande à la fin qu'au début de l'entraînement chez les deux groupes, mais le changement est plus marqué chez le groupe ayant eu la thérapie. Six mois plus tard, l'amplitude a augmenté de 90% chez le groupe d'enfants ayant eu la thérapie et de 10% chez le groupe contrôle.

Les résultats neurophysiologiques renforcent encore une fois l'idée que les diverses composantes des potentiels évoqués auditifs de latence longue n'ont pas des sources génératrices communes. La formation de l'onde P1 proviendrait principalement des influx nerveux post-synaptiques de la région du cortex auditif primaire (Liegeois-Chauvel, Musolino, Badier, Marquis & Chauvel, 1994) tandis que celle de l'onde N2 serait le résultat du fonctionnement de plusieurs structures corticales et sous-corticales (Perrault & Picton 1984). L'entraînement auditif dans le bruit contribuerait à modifier le fonctionnement des structures du système nerveux central. Les résultats suggèrent que la stimulation auditive augmenterait la

vitesse de propagation des influx nerveux atteignant le cortex auditif primaire et les régions adjacentes. Ce type de stimulation aurait aussi aidé à mieux synchroniser les activités neurales sous-jacentes aux structures générant l'onde N2. Les résultats de la présente étude abondent dans le même sens que ceux d'études antérieures. L'étude de Russo, Hornickel, Nicol, Zecker et Kraus (2010) menée auprès de cinq enfants ayant un trouble du spectre de l'autisme montre, entre autres, que la latence de l'onde P1 est plus courte après avoir participé au programme *Fast ForWord-Langage*. Ce programme est axé sur l'entraînement à l'écoute de séquences de sons de la parole, à la discrimination auditive et phonémique ainsi qu'à des exercices d'attention auditive et de mémoire. Les résultats de l'étude de Hayes, Warrier, Nicol, Zecker et Kraus (2003) montrent également des changements au plan neurophysiologique chez des enfants ayant des problèmes d'apprentissage à la suite d'un entraînement à la conscience phonologique avec le programme *Earobics*. Par contre, les changements perçus touchaient l'amplitude de l'onde P1/N2 – plus ample après qu'avant l'entraînement – et la latence de l'onde N2 – plus courte à la suite de l'entraînement comparativement avant le début des séances de thérapie. Selon les auteurs, ces changements sont des indices de maturation du système nerveux central. Il est difficile d'expliquer la différence entre les résultats de la recherche de Hayes et al. (2003) et ceux de la présente étude. Une hypothèse serait liée à la population étudiée. Elle divergeait entre les deux études. Celle de Haynes et al. (2003) comprenait des enfants de 8 à 12 ans ayant des problèmes d'apprentissage. Toutefois, les capacités et incapacités auditives de ces enfants n'ont pas été étudiées, contrairement à la présente étude où tous les enfants du même groupe d'âge avaient en commun des incapacités auditives et des problèmes scolaires. Il est possible de spéculer que les réponses neurophysiologiques des deux groupes d'enfants pouvaient à la base différer et ainsi entraîner des changements n'ayant pas un patron de réponses similaire.

Les données du test d'identification de phrases dans le bruit mesurées à l'aide du HINT ne montrent pas d'amélioration plus importante chez le groupe d'enfants ayant eu la thérapie comparativement aux valeurs du groupe contrôle. Ces résultats étaient inattendus puisque les études antérieures montrent que généralement l'habileté à identifier des phrases dans le bruit avec le HINT s'améliore après un entraînement à l'écoute de stimuli auditifs dans le bruit (Oba, Fu & Galvin, 2011; Song, Skoe, Banai & Kraus, 2012; Sullivan, Thibodeau & Assmann, 2013). Trois raisons peuvent expliquer l'absence d'amélioration au test HINT à la suite du présent entraînement contrairement

à ce qui a été obtenu dans les autres études. Premièrement, deux des trois études (Oba et al., 2011; Song et al., 2012) ont été menées auprès d'adultes. Il y a généralement une plus grande variabilité dans les résultats d'enfants comparativement à ceux d'adultes dans des tests auditifs centraux. Des données plus variables minimisent les chances d'obtenir des différences marquantes entre les groupes. Deuxièmement, dans l'étude de Sullivan et al. (2013), les enfants étaient soumis à un entraînement qui se limitait à écouter des phrases dans le bruit. Cette situation d'entraînement était similaire au test pré et post-entraînement, ce qui peut être perçue comme étant des conditions favorables à l'apprentissage de la tâche. Un entraînement auditif intensif à une tâche induit une amélioration des performances à un test ayant des caractéristiques similaires à la tâche d'entraînement (Amitay, Irwin & Moore, 2006; Halliday, Taylor, Edmondson-Jones & Moore, 2008; Millward, Hall, Ferguson & Moore, 2011). La présente étude ne se limitait pas uniquement à identifier des phrases dans le bruit, mais comprenait aussi d'autres tâches d'écoute, ce qui a réduit le temps d'exposition à l'identification de phrases durant les séances d'entraînement. Troisièmement, dans le but de raccourcir le temps de l'expérimentation, les participants étaient soumis au HINT en effectuant une seule mesure par condition d'écoute. Cette façon de tester a pu augmenter le niveau de variabilité à l'intérieur de chaque groupe de participants. De plus, pour un même participant, les chances de variabilité pouvaient accroître à travers les trois temps de mesures. La procédure recommandée par les créateurs du test consiste à prendre trois mesures dans une même condition d'écoute et de retenir la valeur associée à la moyenne entre les deux meilleures mesures. Cette façon de faire réduit ainsi les risques de compiler des valeurs aberrantes pouvant élargir l'écart à la moyenne des données.

Finalement, les parents et les enseignants ont rempli des questionnaires en donnant leur avis sur les comportements auditifs et sur les habitudes de vie des enfants ayant ou non participé au programme d'entraînement. Les résultats ne montrent pas de démarcation dans la perception des parents/enseignants des deux groupes d'enfants. Toutefois, pour le MAHVIE, la majorité des parents a attribué des scores plus élevés que ceux des enseignants. Cette différence entre les répondants laisse supposer que les parents perçoivent moins de difficultés chez leur enfant que les enseignants pour ce qui est des habitudes de vie dans les sphères de la communication et de l'éducation. Il est possible, d'une part, que les données soient biaisées par la désirabilité sociale. Si les parents ont entrepris des démarches pour leur enfant depuis son jeune âge auprès de divers professionnels du fait qu'il ne progressait pas

au même rythme que les enfants de son âge au plan de la communication peut avoir teinter les données. Leur désir de voir leur enfant communiquer à l'oral et à l'écrit comme un enfant de son âge peut contribuer à donner un score plus élevé que les enseignants dans cette sphère. D'autre part, n'étant pas à l'école, il est plus difficile pour les parents que pour les enseignants de constater les difficultés de l'enfant en situation de classe. Ils sont moins enclins à donner des scores sévères aux questions.

Conclusion

En somme, dans la présente étude, les résultats montrent que les enfants ayant participé au programme d'entraînement à l'écoute dans le bruit s'améliorent tout au long de la thérapie à identifier des mots ou des phrases dans le bruit et à comprendre la parole dans ces conditions peu favorables à la communication. Seules les données neurophysiologiques suggèrent des changements à la suite de l'entraînement à l'écoute dans le bruit. Le test d'identification de phrases dans le bruit – le HINT – aurait peut-être été un outil sensible pour montrer des bénéfices s'il avait été utilisé selon le protocole recommandé par les créateurs du test. Quant aux questionnaires ÉCA, SIFTER et MHAVIE, ils ne se sont pas avérés convaincants pour montrer des bénéfices de la thérapie. Il est toutefois difficile de constater des différences importantes au plan des résultats scolaires ou de l'attention, par exemple, après neuf semaines de thérapies ou six mois après la fin du programme d'entraînement. Dans une prochaine étude, il faudrait miser, entre autres, sur un questionnaire qui comprend des questions relatives à des activités d'écoute dans diverses situations, telles qu'on trouve dans le *Children's Auditory Processing Performance Scale* (CHAPPS) (Smoski, Brunt & Tannahill 1998) ou le *Children's Home Inventory for Listening Difficulties* (CHILD) (Anderson & Smaldino, 2000). Les données de cette étude pilote incitent à poursuivre la recherche auprès d'un plus grand échantillon d'enfants afin de vérifier si les tendances dans les résultats seront significatives, montrant que ce type d'entraînement est réellement efficace. Si c'est le cas, cet outil pourra aider les enfants ayant un TTA à améliorer leur capacité d'écoute dans le bruit dans diverses situations de la vie quotidienne. Toutefois, il faudrait éventuellement vérifier si l'entraînement est bénéfique pour tous ces enfants ou à uniquement un sous-groupe d'enfants ayant un TTA. L'outil pourrait également servir à entraîner des enfants ayant des problèmes d'écoute reliés à un trouble d'attention ou certains enfants ayant une dysphasie. En effet, l'étude de Ziegler, Pech-Georgel, George, Alario et Lorenzi (2005) montre que des enfants ayant une dysphasie peuvent éprouver des difficultés d'écoute

dans le bruit. Aussi, il serait intéressant d'explorer si ce type d'entraînement peut aider des enfants malentendants et même des adultes avec ou sans perte auditive à améliorer leur capacité d'écoute dans le bruit.

Références

- American National Standards Institute (2002). *Acoustical performance criteria, design requirements and guidelines for schools*. ANSI S12.60.
- Amitay, Y., Irwin, A., & Moore D. R. (2006). Discrimination learning induced by training with identical stimuli. *Nature Neuroscience*, 9, 1446-1448.
- Anderson, K. (1989). Screening Instrument For Targeting Educational Risk (S.I.F.T.E.R.). Tampa, FL: Educational Audiology Association.
- Anderson, K., & Smaldino, J. J. (2000). *Children's Home Inventory for Listening Difficulties (C.H.I.L.D.)*. Tampa, FL: Education Audiology Association.
- Bellis, T. J. (2003). *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: From science to practice (2nd edition)*. Toronto: Thomson Delmar Learning.
- Blake, R., Field, B., Foster, C., Platt, F., & Wertz, P. (1991). Effect of FM auditory trainers on attending behaviors of learning-disabled children. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 22, 111-114.
- Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (1997). *Central auditory processing disorders: New perspectives*. San Diego: Singular Publishing Group, Inc.
- Désilets, F., Massé, P., & Parenteau, P. (1993). *La Communication : une responsabilité à partager [ensemble multi-supports] : programme audio-visuel de formation à l'utilisation des stratégies de communication s'adressant aux personnes malentendantes et à leur entourage*. Montréal : Institut Raymond-Dewar.
- English, K., & Martonik, J. M. L. (2003). An auditory training technique to improve dichotic listening. *The Hearing Journal*, 56, 34-38.
- Ericks-Brophy, A., & Ayukawa, H. (2000). The benefits of sound field amplification in classrooms of Inuit students of Nunavik: A pilot project. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 31, 324-335.
- Ferre, J. M. (1997). *Processing power: A guide to CAPD assessment and management*. San Antonio, TX: Communication Skills Builders.
- Flexer, C., Millin, J. P., & Brown, L. (1990). Children with developmental disabilities: The effect of sound field amplification on word identification. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 21, 177-182.
- Fougeyrollas, P., Noreau, L., & Lepage, C. (2001). *La mesure des habitudes de vie adaptée aux enfants de 5 à 13 ans. Instrument détaillé (MHAVIE-Enfant)*. Québec, Canada: Réseau international sur le processus de production du handicap.
- Gagné, P. P., & Longpré, I.-P. (2004). *Apprendre avec Réfecto*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.
- Groupe directeur canadien interorganisationnel en orthophonie et en audiologie (2012). *Lignes directrices canadiennes relatives au trouble de traitement auditif chez les enfants et les adultes : évaluation et intervention*. Repéré à http://cshhpb.org/docs/canadian_guidelines_on_auditory_processing_disorder_in_children_and_adults_french_final_2012%5B1%5D.pdf
- Halliday, L. F., Taylor, J. L., Edmondson-Jones, A. M., & Moore, D. R. (2008). Frequency discrimination learning in children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 4393-4402.
- Hayes, E. A., Warrier, C. M., Nicol, T. G., Zecker, S. G., & Kraus, N. (2003). Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clinical Neurophysiology* 114, 673-684.
- Hornickel, J., Zecker, S. G., Bradlow, A. R., & Kraus, N. (2012). Assistive listening devices drive neuroplasticity in children with dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 16731-16736.
- Jirsa, R. (1992). The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, 903-912.
- Johnston, K. N., John, A. B., Kreisman, N. W., Hall, J. W., & Crandell, C. C. (2009). Multiple benefits of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD). *International Journal of Audiology*, 48, 371-383.
- Katz, J. (1992). Classification of auditory processing disorders. Dans J. Katz, N. A. Stecker, & D. Henderson (Eds.) *Central auditory processing: A transdisciplinary view (pp. 81-91)*. Baltimore: Mosby Year Book.
- Katz, J. (2013). Phonemic training and phonemic synthesis programs. Dans D. Geffner, & D. Ross-Swain (Eds.) *Auditory processing disorders: Assessment, management and treatment (2nd ed., pp. 419-430)*. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Keith, R. W. (2000). *Random Gap Detection Test*. St Louis, MO: Auditec.
- Knecht, H. A., Nelson, P. B., White Law, G. M., & Feth, L. L. (2002). Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: Predictions and measurements. *American Journal of Audiology*, 11, 65-71.
- Kramer, S. E., Alessie, G. H. M., Dondorp, A. W., Zekveld, A. A., & Kapteyn, T. S. (2005). A home education program for older adults with hearing impairment and their significant others: A randomized trial evaluating short- and long-term effects. *International Journal of Audiology*, 44, 255-264.
- Kricos, P. B., Holmes, A. E., & Doyle, D. A. (1992). Efficacy of communication training program for the hearing-impaired elderly adults. *Journal of the Academy of Rehabilitative Audiology*, 25, 69-80.
- Liegeois-Chauvel, C., Musolino, A., Badiet, J. M., Marquis, P., & Chauvel P. (1994). Evoked potentials recorded from the auditory cortex in man: Evaluation and topography of the middle latency components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 92, 204-214.
- Lynch, A., & Normandin, N. (1983). *Adaptation en français du test Synthetic Sentence Identification*. Document inédit. Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada.
- Maggu, A. J., & Yathiraj, A. (2011). Effect of noise desensitization training on children with poor speech in noise scores. *Canadian Journal of Speech Language Pathology and Audiology*, 35, 56-65.
- Millward, K. E., Hall, R. L., Ferguson, M. A., & Moore, D. R. (2011). Training speech-in-noise perception in mainstream school children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75, 1408-1417.
- Moncrieff, D. W., & Wertz, D. (2008). Auditory rehabilitation for interaural asymmetry: Preliminary evidence of improved dichotic listening performance following intensive training. *International Journal of Audiology*, 47, 84-97.
- Musiek, F. E., & Pinheiro, M. L. (1987). Frequency patterns in cochlear, brainstem, and cerebral lesions. *Audiology*, 26, 79-88.
- Musiek, F. E., Baran, J., & Pinheiro, M. L. (1994). *Neuroaudiology: Case studies*. San Diego: Singular Publishing.
- Musiek, F. E., Baran, J. A., & Shinn, J. (2004). Assessment and remediation of an auditory processing disorder associated with head trauma. *Journal of the American Academy of Audiology*, 15, 117-132.
- Musiek, F. E., & Schochat, E. (1998). Auditory training and central auditory processing disorders. *Seminars in Hearing*, 19, 357-366.
- Oba, S. I., Fu, Q. J., & Galvin, J. J. (2011). Digit training in noise can improve cochlear implant users' speech understanding in noise. *Ear and Hearing*, 32, 573-581.
- Organisation Mondiale de la Santé (2000). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé*. Équipe Classification,

Évaluation, Enquêtes et Terminologie. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, 226 p.

Paquette Chayer, L. (2001). *Stratégies pour apprendre : activités métacognitives conçues en fonction des différents styles d'apprentissage*. Montréal: Éditions de l'Hôpital Sainte-Justine.

Perrault, N., & Picton, T. (1984). Event-related potentials recorded from the scalp and nasopharynx. I. N1 and P2. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 59, 177-194.

Plante, S., & Paquet, M. (2013). *Chasse et Pêche : un apprentissage ludique et efficace des stratégies de communication*. Montréal, Qc: Institut Raymond-Dewar.

Purdy, S. C., Smart, J. L., Baily, M., & Sharma, M. (2009). Do children with reading delay benefit from the use of personal FM systems in the classroom? *International Journal of Audiology*, 48, 843-852.

Putter-Katz, H., Adi-Bensaid, L., Feldman, I., Miran, D., Kushnir, D., Muchnick, C., & Hildesheimer, M. (2002). Treatment and evaluation indices of auditory processing disorders. *Seminars in Hearing*, 23, 357-364.

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 & Clinical Physiology & Pharmacology*, 19, 301-316.

Rosenberg, G. G., Blake-Rahter P., Heavner, J., Allen, L., Redmon, B. M., Phillips, J., & Stigers, K. (1999). Improving classroom acoustics (ICA): A three-year FM sound field classroom amplification. *Journal of Educational Audiology*, 7, 8-28.

Ruben, R. L., Flagg-Williams, J. B., & Aquino-Russell, C. E. (2007). *Benefits of sound field amplification in kindergarten through grade 3: A New-Brunswick provincial study*. Fredericton, N.-B. : Department of Education.

Rudmin, F., & Normandin, N. (1983). Experimental dichotic tests in French modeled on SSW design. *Human Communication*, 7, 348-360.

Russo, N. M., Hornickel, J., Nicol, T., Zecker, S., & Kraus, N. (2010). Biological changes in auditory function following training in children with autism spectrum disorders. *Behavioral and Brain Functions*, 6, 1-10.

Schow, R. L., & Seikel, J. A. (2006). Screening for (central) auditory processing disorder. Dans F. E. Musiek & G. D. Chermak (Eds.), *Handbook of (central) auditory processing disorder (Volume I) : Auditory neuroscience and diagnosis* (pp. 137-161). San Diego: Plural Publishing.

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, 506-518.

Smoski, W. J., Brunt, M. A., & Tannahill, J. C. (1998). *C.H.A.P.S.: Children's Auditory Performance Scale : Instruction manual*. Tampa, FL: Educational Audiology Association.

Song, J. H., Skoe, E., Banai, K., & Kraus, N. (2012). Training to improve hearing speech in noise: Biological mechanisms. *Cerebral Cortex*, 22, 1180-1190.

Sullivan, J. R., Thibodeau, L. M., & Assmann, P. F. (2013). Auditory training of speech recognition with interrupted and continuous noise maskers by children with hearing impairment. *The Journal of Acoustical Society of America*, 133, 495-501.

Tye-Murray, N. (1991). Repair strategy usage by hearing-impaired adults and changes following communication therapy. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 921-928.

Tye-Murray N. (1994). Communication strategy training. Dans J. P. Gagné, & N. Tye-Murray (Eds.), *Journal of the Academy of Rehabilitative Audiology. Research in audiological rehabilitation: Current trends and future directions. Monograph Supplement*, 27, 193-207.

Vaillancourt, V., Laroche, C., Giguère, C., & Soli, S. D. (2008). Establishment of age-specific normative data for the Canadian French version of the Hearing in Noise Test for children. *Ear and Hearing*, 29, 1-14.

Wunderlich, J. L., Cone-Wesson, B. C., & Shepherd, R. (2006). Maturation of the cortical auditory evoked potential in infants and children. *Hearing Research*, 212, 185-202.

Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario F.-X., & Lorenzi, C. (2005). Deficits in speech perception predict language learning impairment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 14110-14115.

Remerciements

Les auteurs remercient Orthophonie et Audiologie Canada pour l'octroi d'une bourse de recherche ayant permis de financer en partie la présente étude, le Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain d'avoir défrayé les coûts reliés à la présentation des données préliminaires de l'étude à des congrès scientifiques et professionnels, et l'Institut Raymond-Dewar pour avoir permis à Mojgan Owliaey de consacrer une partie de son temps de travail à la recherche. Ils remercient également les enfants, leurs parents et enseignants pour le temps dédié à l'expérimentation ainsi que le personnel des centres de réadaptations de la région de Montréal pour l'aide apportée dans le recrutement des participants.

Note des auteurs

Les données de la présente étude ont été partiellement présentées aux événements suivants : congrès de l'Association canadienne des orthophonistes et audiologistes (Montréal, avril 2011) ; à l'équipe de recherche, à l'équipe du programme langage et trouble de traitement auditif et au regroupement des audiologistes de l'Institut Raymond-Dewar (Montréal, juin et septembre 2011); au congrès de l'American Academy of Audiology (Boston, mars 2012); au congrès l'Académie canadienne d'audiologie (Ottawa, octobre 2012); au 2e colloque international de réadaptation sur la surdité la surdicécité et les troubles du langage et de l'audition (Montréal, mai 2013); au congrès organisé par Orthophonie et Audiologie Canada (Ottawa, avril 2014); à la journée de formation de l'Ordre des orthophonistes et des audiologistes du Québec (Montréal, juin 2014).

Adresse pour correspondance : Benoît Jutras, École d'orthophonie et d'audiologie, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal, Québec, H3C 1J7. Courriel : benoit.jutras@umontreal.ca.