



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard Lyon 1
Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation
Département Orthophonie

N° de mémoire 1854

Mémoire de Grade Master 2 en Orthophonie

présenté pour l'obtention du

Grade de Master 2 en Orthophonie

Par

BENKHANOUCHE Léa

**Effets de l'utilisation d'un logiciel d'entraînement à l'écoute dans le
bruit chez des enfants de 8 à 12 ans dyslexiques ayant un trouble
du traitement auditif**

Directeurs de Mémoire

THAI-VAN Hung

JUTRAS Benoît

Date de soutenance

24 mai 2018

Membres du jury

CHOSSON Christelle

TUFFERY Géraldine

THAI-VAN Hung



Président
FLEURY Frédéric

Vice-président CVFU
CHEVALIER Philippe

Vice-président CA
REVEL Didier

Vice-président CS
VALLEE Fabrice

Directeur Général des Services
MARCHAND Dominique

Secteur Santé

U.F.R de Médecine Lyon Est
Directeur
Pr. RODE Gilles

U.F.R d'Ontologie
Directeur
Pr. BOURGEOIS Denis

U.F.R de Médecine Lyon-Sud
Charles Mérieux
Directrice
Pr. BURILLON Carole

Institut des Sciences
Pharmaceutiques et Biologiques
Directrice
Pr. VINCIGUERRA Christine

Département de Formation et
Centre de Recherche en
Biologie Humaine
Directeur
Pr. SCHOTT Anne-Marie

Institut des Sciences et Techniques
de Réadaptation
Directeur
Dr. PERROT Xavier

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (CCEM)
Pr. COCHAT Pierre

Institut Sciences et Techniques de Réadaptation Département ORTHOPHONIE

Directeur ISTR
Xavier PERROT

Equipe de direction du département d'orthophonie :

Directeur de la formation
Agnès BO

Responsables des travaux de recherche
Nina KLEINSZ
Agnès WITKO

Responsables de l'enseignement clinique
Johanne BOUQUAND
Ségoène CHOPARD
Claire GENTIL

Chargées de l'évaluation des aptitudes aux études
en vue du certificat de capacité en orthophonie
Solveig CHAPUIS
Céline GRENET

Coordinateur de cycle 2
Solveig CHAPUIS

Responsable de la formation continue
Johanne BOUQUAND

Secrétariat de direction et de scolarité
Aurélië CHATEAUNEUF
Véronique LEFEBVRE
Olivier VERON

Résumé

La présente étude vise à établir les bénéfices d'un entraînement auditif dans le bruit chez des enfants ayant un trouble du traitement auditif (TTA) et un trouble spécifique du langage écrit.

Quatre enfants ayant un TTA et une dyslexie ont participé à cette étude. Une première période de cinq semaines sans entraînement a été respectée. Puis chaque enfant a effectué un entraînement auditif à l'écoute dans le bruit durant cinq semaines, à raison d'au moins deux heures par semaine en séances de vingt minutes minimum. Les enfants ont été amenés à discriminer puis à identifier des mots mais aussi des phrases et des textes dans un bruit de fond variable en fonction de leurs progrès. Des mesures physiologiques (otoémissions acoustiques), électrophysiologiques (potentiels évoqués auditifs de latence longue), comportementales (écoute de mots dans le bruit, écoute dichotique de chiffres et conscience phonologique) et qualitative (questionnaire relatif à l'écoute en classe) ont été réalisées à trois moments : avant la période sans entraînement puis avant et après l'entraînement afin d'identifier les effets de celui-ci.

Les résultats mettent en évidence une évolution dans plusieurs domaines. Tout d'abord, les mesures qualitatives indiquent une amélioration de l'écoute dans des situations d'écoute défavorable. Ensuite, au niveau comportemental, nous avons noté une amélioration de l'identification des mots dans le bruit pour l'oreille droite, une augmentation de la capacité d'écoute dichotique pour l'oreille gauche et de meilleurs résultats en conscience phonologique. Enfin les mesures électrophysiologiques révèlent une diminution de la latence de l'onde P1. En revanche, les mesures physiologiques ne sont pas concluantes.

Mots clés : Trouble du traitement auditif, dyslexie, entraînement auditif, écoute dans le bruit, logiciel.

Abstract

This study aims at assessing the benefits of an auditory training program in a noisy background for children with auditory processing disorders (APD) and dyslexia.

Four children with APD and dyslexia participated in this study. Physiological (oto-acoustic emissions) and electrophysiological (late latency auditory evoked potentials) measures as well as behavioral tests (word identification in noise, dichotic digit identification and phonological awareness) were performed by the participants before being involved in the study and after a 5-week period without training. They also completed a questionnaire related to their listening abilities at school. Then, all the children were trained with listening lessons of at least 20 minutes in a noisy background for five weeks, two hours a week. Children were asked to discriminate and identify words, to identify sentences and to understand short stories in noisy background. The noise level was adapted to children's performance across the sessions. Measures, tests and questionnaire mentioned above were repeated after the end of the training program.

The results revealed positive changes in several areas. First, children reported an improvement when listening in noisy situations, after training. Then, performance on the word identification in noise test improved in the right ear as well as the dichotic listening scores in the left ear. Positive results in phonological awareness were also observed. Finally, the electrophysiological measurements revealed a decrease in P1 latency. On the other hand, the physiological measurements were not conclusive.

Key words : Auditory processing disorders, dyslexia, auditory training, speech in noise, software.

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Mme Evelyne Veuillet, ingénieur de recherche à l'Hôpital Edouard Herriot au pavillon U, d'avoir répondu à mon mail dans ma quête de sujet de mémoire, de m'avoir proposé de travailler avec le Pr. Jutras mais aussi d'avoir été disponible durant ces mois de travail avec tant de bienveillance.

Je remercie ensuite le Pr. Hung Thai-Van qui a accepté de m'encadrer pour ce travail et qui m'a permis de suivre des patients durant leur bilan au service dys-audiologie de l'Hôpital Femme-Mère-Enfant. J'ai ainsi pu découvrir le parcours de ces enfants et de leur famille, leurs doutes, leurs interrogations et leur quête de réponses devant les difficultés constantes. C'est aussi lors de ce stage que j'ai pu approfondir mes connaissances non seulement dans les bilans d'orthophonie mais aussi sur le trouble du traitement auditif et son impact.

Je remercie également le Pr. Benoît Jutras avec qui j'ai pu travailler sur cette étude, me permettant ainsi d'en découvrir davantage sur le trouble du traitement auditif mais aussi sur les différents tests auditifs. Je le remercie pour les réponses à mes nombreuses questions et pour le suivi sur mon travail. Merci aussi pour les expressions québécoises, toujours si colorées et imagées. Même si j'avoue avoir parfois cogné des clous pendant cette année chargée, ce travail fut très enrichissant.

Je remercie Mme Virginie Attina, qui m'a aidée à décortiquer certains résultats, à prendre en main le logiciel LEB mais aussi les appareils de mesures parfois capricieux, et le Dr. Pierre Reynard, sans qui l'intégration des enfants n'aurait pas pu avoir lieu.

Je remercie tous les enfants et leur famille qui ont participé à ce travail, pour leur bonne volonté, leur implication et leur sérieux.

Je remercie mes amis proches, qui m'ont soutenue durant cette année et parfois distraite dans mon intérêt, ainsi que ma communauté avec qui nous nous sommes serrés les coudes pendant ces cinq années d'études partageant tous nos moments de peine mais surtout de joie. Merci pour cette aventure exceptionnelle à vos côtés.

Je remercie ma famille, qui n'a sans doute pas tout suivi devant leurs propres obligations, mais qui m'a encouragée et soutenue de tout son cœur.

Enfin je remercie Clément, pour sa présence au quotidien, son humour, son rire et ses paroles réconfortantes qui m'ont portée durant tous ces mois.

Sommaire

I. Partie théorique.....	1
1 Introduction.....	1
2 Le traitement auditif	2
2.1 Le système auditif	2
2.2 Le traitement auditif et le langage écrit.....	3
3 Le trouble du traitement auditif	4
4 Le trouble spécifique du langage écrit (TSLE).....	5
4.1 Le trouble du traitement auditif et la dyslexie	5
4.2 L'écoute dans le bruit	6
5 Le diagnostic du trouble du traitement auditif	7
6 La remédiation du trouble du traitement auditif.....	8
6.1 Les différentes remédiations	8
6.1.1 L'amélioration des facteurs environnementaux.	8
6.1.2 L'amélioration des facteurs personnels.	9
6.2 L'entraînement auditif.....	9
6.2.1 Définition.....	9
6.2.2 Effets de l'entraînement auditif.	9
6.2.3 L'entraînement à l'écoute dans le bruit.	10
II Méthode	11
1 Population.....	11
2 Matériel	11
2.1 Logiciel d'entraînement	11
2.2 Les mesures.....	12
2.2.1 Les mesures qualitatives.	12
2.2.2 Les mesures comportementales.....	13
2.2.3 Les mesures physiologiques et électrophysiologiques.	13
3 Procédure	14
3.1 Les mesures.....	14
3.1.1 Les mesures qualitatives.	14

3.1.2	Les mesures comportementales.....	14
3.1.3	Les mesures électrophysiologiques.....	15
3.2	L'entraînement	15
III	Résultats.....	16
1	Effets sur les capacités d'écoute en classe	16
1.1	Résultats moyennés.....	16
1.2	Résultats individuels.....	16
2	Effets sur les capacités comportementales.....	17
2.1	Discrimination de la parole dans le bruit.....	17
2.1.1	Résultats moyennés.	17
2.1.2	Résultats individuels.....	17
2.2	Discrimination de stimuli en écoute compétitive	18
2.2.1	Résultats moyennés.	18
2.2.2	Résultats individuels.....	19
2.3	Conscience phonologique	20
3	Effets sur les réponses neurophysiologiques.....	21
3.1	Les potentiels évoqués de latence longue	21
3.1.1	Résultats moyennés.	21
3.1.2	Résultats individuels.....	21
3.2	Les otoémissions acoustiques	22
4	Progression lors de l'entraînement auditif.....	22
4.1	Résultats globaux moyennés	22
4.2	Résultats par type d'activités.....	22
IV	Discussion.....	23
1	Validation des hypothèses	23
2	Limites et perspectives	26
3	Ouvertures	28
V	Conclusion	30
	Références	31

I. Partie théorique

1 Introduction

L'acquisition du langage se fait par le biais de deux modalités primordiales : les indices visuels pris par les enfants, et l'audition (Bailey & Snowling, 2002). Cependant, entendre n'est pas comprendre et de nombreux enfants signalent ne pas comprendre les consignes orales données par l'enseignant (Thai-Van & Veuillet, 2016). Ils ont alors des difficultés à rentrer dans les apprentissages.

La transmission et le traitement de l'information auditive, qui permettent la compréhension du message auditif, se font grâce aux processus auditifs centraux. Des troubles peuvent toucher ces processus, ce qui se manifeste par des atteintes dans les domaines suivants : la discrimination auditive, le décodage, l'organisation, l'interprétation et la mémorisation des messages verbaux, ainsi que l'attention et l'écoute en situation de bruit (American Speech-Language-Hearing Association (ASHA), 1996).

Dans les troubles d'apprentissage du langage comme les troubles spécifiques du langage oral et écrit, la présence de symptômes évocateurs du trouble de traitement auditif (TTA), tels que les difficultés d'écoute dans le bruit et de discrimination des sons du langage, sont rapportés (Colin, Deltenre, Collet, Markessiss & Hoonhorst, 2011). D'après Johnson, Nicol & Kraus (2005), des déficits d'encodage des sons du langage au niveau du tronc cérébral sont présents chez un tiers des enfants atteints de troubles d'apprentissage du langage. Les enfants ayant un TTA ont une acuité auditive dans les limites de la normale et des difficultés à traiter l'information auditive verbale.

De nombreuses études s'accordent à dire que ce trouble peut affecter les enfants et adultes de tous les âges (Bellis & Bellis, 2015) que l'on peut retrouver dans les cabinets d'orthophonie. En effet, il est estimé que le TTA touche environ 2 à 3 % de la population d'âge scolaire (Chermak et Musiek, 1997) soit environ la moitié de tous les enfants ayant des troubles d'apprentissage tels que les troubles spécifiques du langage oral ou écrit (Bamiou, Musiek, & Luxon, 2001). Selon Dumont et al (2011), la problématique semble concerner les processus de conscience phonologique. Considérant l'importance de l'information auditive pour l'acquisition et l'organisation des règles phonologiques, le diagnostic de ce trouble mais aussi l'utilisation de matériel de rééducation adapté semblent primordiaux.

2 Le traitement auditif

2.1 Le système auditif

Le système auditif est composé de deux parties : le système auditif périphérique et le système auditif central. Le système auditif périphérique permet de capter et d'encoder les sons grâce à l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. Le système auditif central permet quant à lui l'encodage et l'analyse de ces sons codés.

Les voies auditives ascendantes, appelées aussi voies afférentes ou « bottom-up », conduisent l'information auditive jusqu'aux aires auditives du cerveau et permettent l'élaboration des percepts, comparés ensuite aux modèles stockés en mémoire à long terme. Elles passent par des relais répartis successivement. Le noyau cochléaire encode la fréquence, l'intensité et la durée des sons simples (Perrot, 2010). Ensuite, le complexe olivaire supérieur permet la localisation spatiale des sources sonores, grâce à l'intégration des informations issues des deux noyaux cochléaires, et le démasquage binaural (Perrot, 2010). Ce dernier est le processus permettant d'améliorer le rapport signal sur bruit et ainsi de rendre audible un son malgré le bruit de fond (Deggouj & Demanez, 2010). Le complexe olivaire supérieur est succédé par le lemisque latéral qui intervient également dans la localisation spatiale des sources sonores (Perrot, 2010). Puis le colliculus inférieur encode la fréquence, l'intensité et la durée des sons complexes et finalement se trouve le thalamus dans lequel se situe le corps genouillé médian qui est un relais important dans le traitement des sons complexes (Perrot, 2010). Des relais composés de noyaux de substance grise sont présents à chaque niveau de l'encéphale. On retrouve également à chaque étage des structures permettant le croisement des voies auditives ascendantes. Ces voies finissent par se projeter dans la région supérolatérale du lobe temporal (le cortex auditif primaire), lequel propage le signal aux cortex auditifs secondaire et associatif qui pourront ainsi le traiter. Les voies ascendantes se projettent bilatéralement via des voies croisées, supérieures quantitativement aux voies directes, celles-ci ne représentant que 20 à 30% des afférences. Du fait de leur organisation spécifique, les voies ascendantes permettent un traitement en série mais également en parallèle des stimulations acoustiques (Perrot, 2010 ; Waterlot & Colette, 2012).

Il existe également des voies auditives descendantes, appelées voies efférentes, responsables des processus « top-down » permettant l'interprétation langagière des percepts (Veillet & Thai-Van, 2011 ; Masquelier, 2011). Elles ont des connexions réciproques en miroir des voies auditives ascendantes et comprennent, à la base du

tronc cérébral, le système efférent médian olivo-cochléaire (SEMOC) qui se projette sur les cellules ciliées externes de la cochlée. Le SEMOC améliore le rapport signal sur bruit grâce à la régulation des réponses du nerf auditif (Giraud et al., 1997). Les cortex auditifs primaire et secondaire peuvent modifier le fonctionnement cochléaire grâce aux fibres efférentes (Khalifa et al., 2001). Ces cortex assurent un rétrocontrôle permettant notamment l'amélioration du démasquage dans un milieu bruyant. Le SEMOC est plus inhibiteur sur l'oreille droite que sur l'oreille gauche chez le sujet droitier manuellement du fait d'un plus grand impact cognitif du cortex auditif gauche, dominant dans le traitement du langage (Khalifa et al., 2001).

2.2 Le traitement auditif et le langage écrit

La perception catégorielle phonémique est innée chez un sujet tout-venant et lui permet de discriminer les phonèmes selon des caractéristiques acoustiques comme le voisement (Deggouj & Demanez, 2010). L'enfant est donc à même de percevoir les phonèmes. Néanmoins, même s'il développe très tôt une connaissance des unités larges telles que la syllabe, l'apprentissage du code alphabétique repose sur la capacité à décomposer les mots en phonèmes (Ecalte, Magnan, & Bouchafa, 2002). Pour se faire, il est nécessaire de pouvoir scinder la chaîne parlée en mots, mais aussi de reconnaître la configuration visuelle de la lettre. Un enfant ne maîtrisant pas la métaphonologie ne peut apprendre à lire (Gombert, 1991). En effet, identifier les unités phonémiques dans la parole et les mettre en lien avec les unités visuelles discrètes perçues sont des conditions nécessaires à l'utilisation de la correspondance grapho-phonologique dans l'identification des mots écrits (Gombert, 1991).

La conscience phonologique est définie comme « la capacité d'identifier les composantes phonologiques des unités linguistiques et de les manipuler de façon délibérée » (Gombert, 1990, p.29). Il s'agit donc d'analyser la structure segmentale de la parole pour prendre conscience de l'existence et de l'enchaînement des phonèmes dans la chaîne parlée (Dictionnaire d'orthophonie, 2004). La conscience phonologique concerne donc le traitement de l'information verbale et permet la manipulation et la mémorisation des phonèmes. Elle est indispensable à la compréhension du langage oral mais aussi à la lecture puisque primordiale dans l'acquisition de bonnes représentations phonologiques (Dumont, 2011). L'accès à la lecture dépend de la capacité de l'enfant à effectuer une analyse phonologique du langage oral (Magnan, Écalte, & Veuillet, 2005). L'enfant doit associer les graphèmes avec les phonèmes ou

morphèmes correspondants. Or, il ne pourra faire cette correspondance que si ses représentations des sons de la parole sont correctes (Veillet, Bouilhol, & Thai-Van, 2011). Dans la vie courante, la perception de la parole se produit dans un contexte de diverses sources sonores (Ziegler, Pech-Georgel, George, & Lorenzi, 2009).

3 Le trouble du traitement auditif

« Le trouble du traitement auditif (TTA) est caractérisé par une limite persistante des performances associées à des activités auditives, donnant lieu à des conséquences significatives sur la participation » (Groupe directeur canadien interorganisationnel en orthophonie et en audiologie (GDCl), 2012, p.15). Selon le GDCl (2012), les performances sont définies comme l'exécution de tâches dans la vie quotidienne telles que la conversation en conditions acoustiques défavorables, la localisation de sons ou la compréhension en classe. Les activités auditives concernent la discrimination de sons dans le bruit, la résolution temporelle ou encore la perception de la tonalité et le traitement binaural. Le TTA peut donc impliquer les aspects binaural, spectral et temporel de l'audition (Moore, 2011). L'origine du TTA se trouverait dans les fonctions organiques et les structures anatomiques du système auditif (GDCl, 2012).

Selon l'ASHA (1996) et repris par Mom, Bascoul, Gilain et Avan, (2009), le TTA se réfère à des difficultés du traitement perceptif de l'information auditive dans le système nerveux auditif. Cela se caractérise par une mauvaise performance dans un ou plusieurs des domaines suivants : la discrimination des amplitudes, fréquences ou intervalles de temps, certains aspects de la stéréophonie, le décodage phonétique en présence de bruit, la catégorisation de phonèmes, l'écoute dichotique, la discrimination de configurations temporelles ou encore l'analyse de scènes auditives complexes. La perception des niveaux sonores, la mémoire, la discrimination, l'attention mais aussi la cohésion auditives peuvent s'en trouver atteintes. Il faut également tenir compte de l'influence d'autres processus comme l'attention, la mémoire, la cognition et la capacité d'apprentissage sur les tâches auditives, même les plus simples.

Les symptômes du TTA se manifestent dans le comportement de l'enfant par une difficulté de compréhension de la parole dans les environnements d'écoute défavorable, une mauvaise audition des messages, des réactions inadaptées, des difficultés à être attentif et à suivre des ordres oraux complexes, des demandes fréquentes de répéter ce qui a été dit, un délai de réponse ou encore une réduction des compétences en musique et en chant. A ce trouble s'associent des difficultés en

lecture, apprentissage et orthographe (DeBonis & Moncrieff, 2008). Cette pathologie toucherait 2 à 3% des enfants (Chermak et Musiek, 1997) dont deux tiers sont des garçons (Mom et al., 2009). La British Society of Audiology (2011) discrimine trois types de TTA : le TTA développemental (caractérisé par une audiométrie normale sans aucune étiologie ou facteurs de risque connus qui se retrouve dès l'enfance), le TTA acquis (dû à un évènement post-natal tel qu'un traumatisme neurologique ou une infection) et le TTA secondaire (conséquence d'un trouble auditif périphérique).

4 Le trouble spécifique du langage écrit (TSLE)

4.1 Le trouble du traitement auditif et la dyslexie

Le terme dyslexie désigne un trouble spécifique et durable de la lecture avec un retard de lecture d'au moins dix-huit mois, en dépit d'une intelligence normale, d'une scolarisation adéquate, d'un milieu socio-culturel normalement stimulant et en l'absence de troubles neurologiques (American psychiatric association, 2015; Magnan et al., 2005).

Dans un premier temps, il est pertinent de préciser que les enfants ayant un trouble spécifique du langage oral ou une dyslexie n'ont pas tous un TTA (Rosen & Manganari, 2001 ; Rosen, 2003 ; Veillet et al., 2011). Sharma, Purdy, & Kelly (2009) démontrent néanmoins que 47% des enfants soupçonnés d'avoir un TTA avaient plusieurs troubles (TTA, trouble de la lecture et du langage). Un déficit de conscience phonologique, de traitement temporel, de perception dans le bruit mais aussi d'écoute dichotique sont présents. La dyslexie est caractérisée par un trouble du traitement phonologique qui pourrait être expliqué en grande partie par le TTA (Meunier & Hoen, 2009). La présence de TTA peut donc servir de marqueur d'un trouble d'apprentissage du langage (Banai & Kraus, 2008).

Chez les enfants ayant un TTA, il existe une altération du système phonologique et notamment dans des compétences phonologiques et métalinguistiques (Barrozo, Pagan-Neves, Vilela, Carvalho, & Wertzner, 2016). L'étude de Barrozo et al, (2016) démontre que les difficultés sont plus importantes dans les processus phonologiques chez les enfants ayant un trouble du langage et un TTA que chez les enfants ayant un trouble du langage sans atteinte des voies centrales de l'audition. Le TTA altère les représentations phonologiques de ce fait plus globales et moins précises (Dumont, 2011), conduisant alors à des déficits dans l'apprentissage de la lecture (Ziegler & Goswami, 2006).

Le traitement temporel de l'information auditive correspond à la représentation et au traitement des changements acoustiques dans le temps mais aussi à l'intégration des informations auditives brèves et transitoires par le système auditif. Cette capacité fait défaut aux enfants ayant des troubles de l'apprentissage du langage (Tallal, 1980). Or, le traitement temporel est important pour la représentation phonologique et la lecture (Cohen-Mimran & Sapis, 2007).

Les enfants ayant des difficultés d'apprentissage ne peuvent souvent pas discriminer les changements acoustiques rapides de la parole (Kraus et al., 1996). En effet, les enfants dyslexiques présentent un déficit important dans les tâches nécessitant un traitement temporel rapide (Tallal, 1980). Pour identifier un phonème, la résolution temporelle ainsi que des processus de décomposition spectrale, de détection et de discrimination de l'amplitude et des fréquences sont nécessaires. Or, il s'agit de détecter ou d'effectuer des changements très rapides sur une courte période. Une transition de formant (bande de fréquence caractérisant les phonèmes) entre une consonne et une voyelle peut avoir lieu sur une durée de 10 millisecondes à différentes fréquences en fonction du phonème prononcé (Veuillet & Thai-Van, 2011). Chez les enfants dyslexiques, des difficultés de perception de phonèmes pourraient être dues à un déficit des voies auditives dans le traitement temporel des éléments composant la parole (Tallal, 1980).

4.2 L'écoute dans le bruit

Les enfants ayant un TSLE ont des difficultés de perception dans le bruit (Ziegler et al., 2009) ou de concentration en milieu bruyant (Veuillet & Thai-Van, 2011). La détection du signal dans le bruit est améliorée grâce au processus auditif d'interaction binaurale qui a lieu dans le tronc cérébral et peut faire défaut aux personnes atteintes d'un trouble de l'audition centrale (Veuillet & Thai-Van, 2011). D'après l'étude de Ziegler et al. (2009), aucun déficit de perception du discours n'est obtenu dans le silence (sans bruit de fond) mais la condition de bruit dégrade les indices spectraux et temporels nécessaires à une bonne compréhension du discours. Néanmoins, l'intégration d'un grand nombre d'indices auditifs différents permet à l'auditeur tout-venant de comprendre le discours, ce qui n'est pas le cas chez l'enfant dyslexique ayant un TTA (Ziegler et al., 2009). Il est donc admis qu'un enfant avec un TSLE éprouve des difficultés à reconnaître les mots prononcés dans des conditions d'écoute défavorable. Or, la classe est un milieu bruyant (Picard & Bradley, 2001), compte tenu

des bavardages et des bruits environnementaux, ne permettant pas à l'enfant de discriminer la parole (Veuillet & Thai-Van, 2011). La discrimination de la parole est essentielle à la constitution de la conscience phonologique, élément indispensable à l'accès au langage écrit. Beaucoup de ces enfants ont des difficultés à comprendre l'enseignant en classe gênant ainsi leurs apprentissages (Nelson & Soli, 2000).

5 Le diagnostic du trouble du traitement auditif

Il est difficile d'identifier un TTA chez l'enfant car il est possible de faire une mauvaise interprétation des résultats. D'autres facteurs peuvent prêter à confusion tels que le manque d'attention soutenue, (trouble qui peut néanmoins être présent chez les enfants ayant un TTA) (Gyldenkærne, Dillon, Sharma, & Purdy, 2014), le manque de motivation dû à l'absence de renforcement (Silman, Silverman, & Emmer, 2000), le manque de coopération ou encore le manque de compréhension de l'enfant. De plus, le langage et la mémoire peuvent aussi influencer les résultats (Jerger & Musiek, 2000). Enfin, en fonction du professionnel qui l'évalue, un même enfant peut être diagnostiqué comme ayant un TTA, un trouble du langage (Sharma et al., 2009) ou encore un déficit de l'attention (Gyldenkærne et al., 2014).

Selon l'ASHA (1996) et Bamiou, Campbell, & Sirimanna, (2006), le diagnostic de TTA nécessite une approche multidisciplinaire avec un examen attentif des paramètres cognitifs, linguistiques et mnésiques. Le diagnostic repose sur la synthèse de l'information de l'histoire de l'enfant (médicale, éducative, développementale), des tests comportementaux (écoute dichotique et monaurale de la parole dans le bruit, capacités temporelles : fréquence, durée et détection d'écart temporel), des tests électrophysiologiques (potentiels évoqués auditifs) et des procédures auxiliaires telles que la neuro-imagerie, l'évaluation de la parole, langagière et psychologique/cognitive. A cela, des tests auditifs plus classiques peuvent être ajoutés comme un audiogramme tonal, une tympanométrie et des otoémissions acoustiques (OEA) (ASHA, 2005 ; Bamiou et al., 2001; Musiek & Chermak, 2015). De plus, le GDCI ajoute l'attention, la localisation et la latéralisation auditives. Il suggère également de collecter des informations à l'aide d'un questionnaire auprès des parents et du personnel scolaire ou même de l'enfant lui-même permettant de mettre les résultats obtenus en contexte. Le Bilan Auditif Central (BAC), défini par Demanez et Demanez, est normalisé sur une population franco-européenne de 5 à 80 ans (Demanez, Dony-Closon, Lhonneux-Ledoux, & Demanez, 2003). Il est utilisé en France et en Belgique pour poser le

diagnostic de TTA. Le BAC est constitué de quatre tests auditifs : le test de décodage phonétique (listes de Lafon dans le bruit), le test d'écoute dichotique (présentation simultanée de stimuli différents dans chaque oreille répétés au mieux par le patient), le test de démasquage évaluant la compétence d'interaction binaurale (localisation de stimuli auditifs) et le test de reconnaissance de configurations auditives variables en hauteur et en durée (Demanez & Demanez, 2011 ; Masquelier, 2003).

6 La remédiation du trouble du traitement auditif

6.1 Les différentes remédiations

Selon l'ASHA (1996) et le GDCI (2012), deux approches générales peuvent être utilisées dans la remédiation du TTA : l'amélioration des facteurs environnementaux, et l'amélioration des facteurs personnels (voir Annexe A).

6.1.1 L'amélioration des facteurs environnementaux.

L'amélioration des facteurs environnementaux correspond à une modification de la qualité du signal auditif donc à une réduction des signaux acoustiques concurrents dans l'environnement d'écoute (ASHA, 1996). Des dispositifs d'assistance, tels que le système FM, améliorent l'écoute dans le bruit des enfants ayant un TTA (Flanagan, Zorilă, Stylianou, & Moore, 2018 ; Johnston, John, Kreisman, Hall, & Crandell, 2009). De plus, les compétences de conscience phonologique et de lecture peuvent être améliorées grâce à ce système (Hornickel, Zecker, Bradlow, & Kraus, 2012). Une meilleure écoute dans le bruit à l'aide d'un système FM améliorerait donc la conscience phonologique des enfants dyslexiques. Néanmoins, les enfants utilisant ces systèmes en classe avec un bruit de fond pouvaient rencontrer des difficultés d'écoute (Nelson & Soli, 2000). La qualité des signaux acoustiques peut également être améliorée si les partenaires de communication (entourage, enseignants) parlent plus lentement, marquent davantage de pauses ou accentuent certains mots (Weismer & Hesketh, 1993). Masquelier (2011) énonce différents types de remédiation qui reposent sur les configurations temporelles (parole modifiée). Selon Bradlow, Kraus et Hayes, (2003), certains enfants semblent réceptifs à une remédiation basée sur l'accentuation naturelle de la parole qui suffirait à augmenter leur perception des phrases dans le bruit. Grâce à un programme informatisé présentant une parole améliorée, Loo, Rosen & Bamiou (2016) ont également observé une amélioration des comportements de communication et de discrimination de la parole dans un bruit de fond. Cependant, Bellis (1996) note que les modifications seules de l'environnement, comme diminuer

le bruit ambiant, parler clairement, éviter les déplacements pendant la communication ou encore respecter les tours de parole, ne suffisent pas puisqu'elles ne modifient pas les traitements du percept et son interprétation.

6.1.2 L'amélioration des facteurs personnels.

L'amélioration des facteurs personnels concerne l'augmentation des ressources de l'enfant. Les auditeurs utilisent leurs connaissances de la phonologie, de la grammaire, du vocabulaire mais aussi du monde pour comprendre un message auditif (ASHA, 1996). Ainsi, améliorer leurs ressources linguistiques serait efficace pour une meilleure compréhension. Selon Miller et Gildea (1987), accorder une plus grande attention à la prosodie et à la structure de la phrase permettrait de prédire les éléments du message dégradé ou encore d'en déduire la signification de mots à partir du contexte. Le travail du décodage phonétique pour affiner la discrimination et la compréhension du message auditif ainsi que la séparation et l'intégration binaurale permettant de se concentrer sur deux messages en même temps pourraient également être efficaces (Masquelier, 2011). Enfin, l'entraînement auditif peut être utilisé afin d'améliorer les capacités auditives des patients (GDCl, 2012).

6.2 L'entraînement auditif

6.2.1 Définition.

L'entraînement auditif consiste à effectuer des tâches auditives plusieurs fois par semaine. Il a pour but d'améliorer les fonctions des processus auditifs affectés et donc de minimiser ou d'éliminer le dysfonctionnement du TTA (Weihing, Chermak, & Musiek, 2015). La technologie a rendu possible la présentation de tâches d'entraînement auditif grâce à des programmes informatiques avec une procédure adaptative de difficultés. Ces programmes étaient à l'origine dédiés aux enfants ayant un trouble des apprentissages, des difficultés de langage et de lecture. Ils sont maintenant recommandés pour les enfants ayant un TTA (British Society of Audiologie, 2011).

6.2.2 Effets de l'entraînement auditif.

Kraus et Chandrasekaran (2010) ont observé que l'entraînement auditif peut être bénéfique pour un large éventail de capacités perceptives et cognitives, et provoquer la neuroplasticité. De plus, Moncrieff et Wertz (2008) ont réalisé une étude qui a démontré l'intérêt de l'entraînement auditif intensif chez des enfants ayant un déficit

de l'écoute dichotique. Selon Putter-Katz, Adi-Bensaid, Feldman, et Hildesheimer (2008), l'identification est améliorée après un entraînement de ce type. Néanmoins, les tests comportementaux utilisés afin de mesurer ces données ne suffisent pas car ils peuvent produire des résultats très variables. Tomlin & Rance (2016) ont démontré que le retard de développement neurologique était un trouble sous-jacent de la majorité des cas de TTA. C'est pourquoi des mesures objectives réalisées avec différents paramètres électrophysiologiques ont été collectées dans le but d'évaluer l'efficacité de l'entraînement auditif. Ainsi, Jirsa (1992) a mené une étude démontrant l'impact positif de l'entraînement sur l'onde P3 chez les enfants ayant un TTA. Enfin, l'entraînement auditif peut impacter la conscience phonologique (Murphy & Schochat 2011). Il est également important de noter l'importance de la motivation du patient pour la réussite de l'entraînement auditif (Musiek, Baran, & Shinn, 2004).

6.2.3 L'entraînement à l'écoute dans le bruit.

Katz et Burge (1971) ont décrit une méthode de désensibilisation au bruit sur le modèle de la désensibilisation à un allergène. Le principe consiste à reconnaître la parole dans le bruit en augmentant progressivement le niveau de bruit. Ainsi, plusieurs auteurs se sont penchés sur l'entraînement à l'écoute dans le bruit chez les enfants ayant un TTA. Cet entraînement se réfère aux stratégies « top-down », compensant les altérations de la parole et « bottom-up », améliorant la perception auditive (Masquelier, 2011). Des entraînements réalisés avec des mots, phrases et expressions dans le bruit ont montré des résultats significatifs sur les performances auditives (Putter-Katz et al., 2008; Maggu & Yathiraj, 2011). De plus, de nombreuses études attestent de l'efficacité d'expériences auditives conduisant à des modifications sur le plan neurophysiologique (Tremblay & Kraus, 2002 ;Jutras, Owliaey, Gagnon, & Phoenix,2015 ;Veuillet, Magnan, Ecalle, Thai-Van, & Collet, 2007 ; Hassaan & Ibraheem,2016). Katz et Burge (1971) ont également noté l'amélioration de la perception de la parole grâce à un entraînement dans le bruit chez des enfants avec troubles des apprentissages et TTA.

Néanmoins, il n'existe que très peu d'études concernant l'entraînement à l'écoute dans le bruit chez des enfants ayant une dyslexie et un TTA. Notre problématique concerne donc les impacts de l'entraînement auditif. Cette étude évalue l'effet de l'entraînement auditif sur (1) les capacités d'écoute en classe ; (2) les capacités de conscience phonologique et d'identification de la parole dans le bruit ou en compétition et (3) sur les réponses neurophysiologiques de l'enfant ayant une dyslexie et un TTA.

II Méthode

1 Population

Six enfants de 8 à 12 ans, droitiers manuellement et monolingues, ayant un TTA et des difficultés d'écoute dans le bruit ainsi qu'une dyslexie-dysorthographe à prédominance phonologique ont été inclus à l'étude. Une fille (âgée de 9;1 ans) et trois garçons (âgés entre 9;6 ans et 11 ans) ont pu mener l'entraînement à bien. Chaque enfant a été diagnostiqué comme ayant un TTA à la suite de sa visite au service dys-audiologie du Pr. Thai-Van à l'Hôpital Femme-Mère-Enfant (HFME) de Lyon, établi grâce au BAC. Leur audition périphérique a été vérifiée : l'acuité auditive était normale pour les deux oreilles de 250Hz à 8kHz. Le diagnostic de dyslexie a été posé pour chacun d'entre eux lors de cette visite grâce à des tests de langage écrit (BALE, Exalang 8-11 et l'Alouette). Ces enfants ne devaient pas avoir de trouble de l'attention afin de pouvoir se concentrer suffisamment sur la tâche de l'entraînement auditif. Notre étude rentrait dans le cadre du Comité de Protection des Personnes et chaque parent de participant a signé un consentement éclairé.

2 Matériel

2.1 Logiciel d'entraînement

L'entraînement se fait à l'aide du logiciel d'écoute dans le bruit (LEB). Ce dernier a été développé au Québec par Benoît Jutras, professeur et audiologiste à l'École d'orthophonie de l'Université de Montréal et Lyne Lafontaine, travaillant aux services régionaux de soutien et d'expertise en adaptation scolaire. Son objectif est l'amélioration de la compréhension de l'enfant dans des situations bruyantes. Il a été testé auprès d'une dizaine d'enfants ayant un TTA au Québec. Une amélioration à l'écoute dans le bruit à travers les séances d'entraînement a été notée bien qu'il n'y ait pas eu de changements significatifs dans toutes les situations de la vie quotidienne.

Le logiciel est composé de treize thèmes : le sport, les bestioles (autrement dit, les insectes), la cuisine, les mammifères, les oiseaux, les métiers, la musique, les parties du corps, les moyens de transport, l'énergie, les végétaux, l'espace et les pays. Ces thèmes sont eux-mêmes divisés en 19 activités. Tout d'abord, les activités 1 à 4 permettent de travailler la capacité de discrimination des mots. Ensuite, celles de 5 à 9 visent à améliorer les capacités d'identification des mots isolés ou dans des phrases porteuses de sens. Les activités 10 à 14 permettent l'écoute et la compréhension de phrases longues et complexes et de consignes. Enfin, les activités 15 à 19 permettent

de travailler l'écoute de plusieurs phrases dans le contexte de devinettes et autres types de textes. Ces activités sont présentées à l'enfant dans un ordre aléatoire, excepté pour les activités les plus complexes et exigeantes en termes d'écoute (autrement dit les activités 16, 17, 18 et 19), toujours effectuées en dernier. Toutes les activités se font en présence d'un bruit (crowd terrasse.wav) et le rapport entre le niveau sonore des stimuli et celui du bruit est variable d'un thème à l'autre en fonction des performances de l'enfant (voir section Procédure).

Dans une première phase, le LEB a été utilisé auprès de cinq enfants tout-venant au développement typique dont les parents ne rapportaient pas de troubles (TTA, trouble du langage écrit ou oral, de l'attention etc.), n'ayant pas de suivi orthophonique ni de difficultés scolaires. Ainsi, deux filles, âgées de 8;9 ans et 10;8 ans et trois garçons âgés de 9;5 ans, 11;10 ans et 11;2 ans ont pu tester le logiciel. Le but de cette pré-expérimentation était de vérifier si l'accent franco-québécois pouvait être une barrière à la compréhension des stimuli verbaux. Ces enfants ont chacun testé cinq thèmes divers du LEB afin qu'ils soient tous vérifiés. Les résultats ont été comparés aux enfants ayant un TTA qui ont réalisé l'entraînement au Québec. Ils suggèrent que l'accent n'est pas une barrière à la compréhension (voir Annexe B).

2.2 Les mesures

2.2.1 Les mesures qualitatives.

Les mesures qualitatives ont été effectuées grâce au questionnaire LIFE-UK (Canning, 1999) traduit en français par Jutras, Veillet & Benkhanouche (2017) (voir Annexe C). Jutras et al., (2015) avaient noté lors de leur étude qu'un questionnaire relatif aux activités d'écoute dans différentes situations serait un bon outil. Le LIFE-UK, qui présente 18 questions s'intéressant au vécu de l'enfant en classe, a donc été utilisé. L'enfant doit s'imaginer en situation afin de répondre. Cinq réponses sont possibles : « toujours facile », « presque toujours facile », « parfois difficile », « presque toujours difficile » et « difficile ». Nous avons établi une note allant de 5 à 1 (5 étant la réponse « toujours facile ») pour faciliter la lecture des résultats. Chacune de ces réponses est illustrée avec un bonhomme type « smiley » qui sourit plus ou moins en fonction des réponses. Il est ainsi plus simple pour l'enfant de répondre, le sentiment étant imagé. Plusieurs éléments sont évalués à l'aide du questionnaire. Le premier facteur concerne l'écoute dans le bruit (situations d'écoute où l'orateur se déplace ou en présence de bruit à l'intérieur et à l'extérieur de la classe). Le deuxième facteur concerne les

situations d'écoute calmes lorsqu'il y a peu ou pas de bruit de fond. Le dernier facteur concerne les moments de concentration à l'écoute où l'enfant doit se focaliser sur les paroles d'un seul locuteur dans des situations plus spécifiques (exemple : un locuteur s'adresse à une assemblée, un enfant de la classe répond...). Il a été identifié que les enfants ayant un TTA ont plus de difficulté à l'écoute en classe. Les résultats de l'étude de Purdy, Sharma & Morgan (2018) démontrent l'utilité du questionnaire LIFE-UK pour évaluer l'écoute en classe et les conséquences fonctionnelles du TTA.

2.2.2 Les mesures comportementales.

Dans le but d'évaluer les effets de l'écoute de l'entraînement dans le bruit sur le comportement auditif de l'enfant, deux mesures ont été réalisées. L'écoute dichotique de chiffres (Jutras et al, 2012), c'est-à-dire la capacité de l'enfant à entendre deux stimuli différents présentés en même temps dans chacune des oreilles, et la répétition de mots dans une situation d'écoute défavorable (dans un bruit de fond). Cette dernière tâche a été effectuée grâce aux listes de Lafon (Lafon, 1964) et à un bruit de type « cocktail party » pour chaque oreille. Du point de vue orthophonique, trois enfants ont pu avoir une évaluation de la conscience phonologique. Deux enfants ont été testés avec les épreuves phonologiques de rimes, suppressions syllabiques et phonémiques (phonème initial et final), segmentation et repérage phonémiques ainsi que d'acronymes de la BALE (Laboratoire des sciences de l'éducation, Groupe Cogni-Sciences et Laboratoire de psychologie et neuroCognition CNRS, 2010) et un enfant a été testé avec l'épreuve métaphonologique-phonémique présente dans Exalang 8-11 (Thibault, Lenfant, & Helloin, 2012). Ces deux batteries ont été utilisées puisque les données concernant la conscience phonologique en pré-entraînement sont issues de leur bilan orthophonique effectué en première intention à l'HFME.

2.2.3 Les mesures physiologiques et électrophysiologiques.

Afin d'évaluer si l'entraînement à l'écoute dans le bruit peut provoquer des modifications sur le plan physiologique et neurophysiologique dans le système auditif, des mesures acoustico-physiologiques ont été réalisées à l'aide des OEA et des mesures électrophysiologiques ont été faites grâce aux potentiels évoqués auditifs de latence longue (PEALL) (voir Annexe D). Les OEA permettent de quantifier le fonctionnement du SEMOC grâce à la mesure de l'atténuation équivalente et en calculant un index d'asymétrie (IA) correspondant à la différence de suppression controlatérale mesurée sur l'oreille droite et sur l'oreille gauche (Veillet et al., 2007).

3 Procédure

3.1 Les mesures

En amont des mesures et afin de vérifier l'intégrité de l'oreille moyenne, chaque enfant participant à l'étude a eu un examen tympanométrique dont les résultats étaient normaux selon deux paramètres : compliance statique entre 0,3 ml et 2,5 ml (Northern & Downs, 2002) et pression dans l'oreille moyenne entre -100 daPa et 50 daPa (Margolis & Shanks, 1985). Une otoscopie (vérification du tympan et du conduit auditif externe) a également été réalisée par un médecin du service. Toutes les mesures ont été effectuées au pavillon U de l'Hôpital Edouard Herriot à Lyon par nos soins et ceux de Mme Veuillet, de manière individuelle. Les enfants ont été évalués sur trois temps : en contrôle puis avant et après l'entraînement à un intervalle de cinq semaines.

3.1.1 Les mesures qualitatives.

La passation du questionnaire LIFE-UK a été réalisée en relation duelle avec les enfants, dans une salle calme. L'expérimentateur leur posait les questions oralement de façon neutre, les laissant indiquer leur réponse en montrant le « smiley ».

3.1.2 Les mesures comportementales.

Les listes de Lafon et l'écoute dichotique de chiffres ont été réalisées dans une cabine insonorisée. Les stimuli, sur disque compact, étaient présentés grâce à un casque d'écoute TDH-39 à partir d'un lecteur branché à un audiomètre AC40 interacoustics. La consigne était donnée à l'enfant oralement avant de l'équiper du casque d'écoute. L'expérimentateur avait également un casque à l'extérieur de la cabine afin d'entendre l'enfant et pouvait communiquer avec lui. Pour les listes de Lafon, chaque oreille était testée successivement, dans un ordre aléatoire. Les mots et le bruit ont été présentés à 60 dB HL (intensité confortable), correspondant ainsi à un rapport signal sur bruit de 0. L'enfant énonçait ce qu'il entendait puis un pourcentage d'intelligibilité de phonèmes était calculé. Concernant l'écoute dichotique, deux paires de chiffres étaient présentées en même temps dans les deux oreilles. L'enfant devait énoncer chaque chiffre entendu, l'examineur lui ayant bien expliqué qu'il allait entendre quatre chiffres à répéter même s'il n'était pas sûr. La présentation des chiffres a eu lieu au même niveau d'intensité, soit 60 dB HL. Un pourcentage de chiffres corrects était ensuite déterminé. Enfin, la conscience phonologique de la BALE ou d'Exalang 8-11 a été effectuée dans un endroit calme, l'expérimentateur donnant tout d'abord la consigne et des exemples avant de solliciter l'enfant.

3.1.3 Les mesures électrophysiologiques.

Les PEALL ont été effectués à l'aide du système d'enregistrement Eclipse. Un ordinateur permettait d'envoyer un stimulus (une syllabe « ba » d'une durée de 360ms) à 78 dB SPL dans un casque d'écoute placé sur les oreilles de l'enfant via un audiomètre réglant le niveau d'intensité. Quatre électrodes ont été placées sur la tête de l'enfant selon la nomenclature de Jasper (1958) : ground en Fpz, non-inversive en Cz et inversives en A1 et A2 (mastoïdes). L'impédance des électrodes étaient maintenues entre 0.5 et 5 kOhms. Le rythme de présentation des stimuli était de 1,1/seconde selon une polarité alternée et un filtre passe-bande de 1,67 Hz à 33 Hz a été appliqué. Afin de s'assurer de la fiabilité des mesures, deux enregistrements ont été réalisés et moyennés pour chaque oreille. Le fonctionnement du SEMOC a été attesté par la suppression des OEA et mesuré avec le système ILO88 (Kemp, Ryan & Bray, 1990). Une sonde a été mise en place dans le conduit auditif externe d'une oreille envoyant, dans un premier temps, une séquence de clics de 100 microsecondes et enregistrant, dans un deuxième temps, l'écho d'un son associé à l'activité des cellules ciliées externes de l'oreille interne. Ces mesures ont été effectuées en présence et absence d'un bruit blanc de 30dBSL administré au moyen d'un écouteur posé sur l'oreille controlatérale. L'enfant devait rester le plus calme et silencieux possible durant ces deux mesures, un film d'animation lui était proposé sans le son.

3.2 L'entraînement

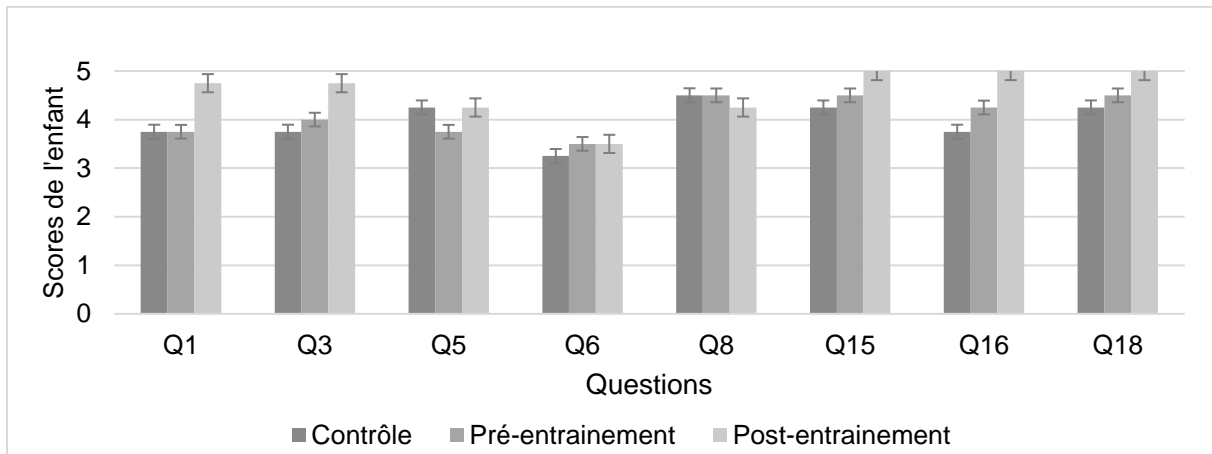
Le LEB est un logiciel qui devait être téléchargé sur l'ordinateur personnel au domicile de l'enfant avant que celui-ci ne puisse commencer l'entraînement. Ce dernier devait se dérouler dans un endroit calme, avec des écouteurs branchés à l'ordinateur. Au vu de l'âge des enfants, un parent était présent durant les premiers entraînements afin de le guider en cas de difficultés et vérifier qu'il n'y avait pas de problème de compréhension. Les consignes pour chaque activité sont données verbalement via le logiciel et également visibles à l'écrit. Il est nécessaire de réaliser un thème en entier avant de pouvoir passer au suivant. Durant les activités, l'enfant doit être concentré pour entendre ce que dit le locuteur tout en faisant abstraction du bruit de fond. Celui-ci est variable en fonction des résultats de l'enfant. Lorsque le résultat est suffisant, le rapport signal sur bruit est plus défavorable. En cas d'échec, le bruit de fond diminue : il y a une adaptabilité du logiciel en fonction des capacités de l'enfant (voir procédure adaptative Annexe E). L'entraînement s'est déroulé sur cinq semaines à raison d'au moins deux heures par semaine. Chaque séance durait vingt minutes au minimum.

III Résultats

Au vu du nombre restreint de participants à cette étude, aucun test statistique n'a été utilisé pour présenter les résultats. Ces derniers ont été analysés qualitativement pour chacun des comportements observés lors des trois moments évalués : contrôle, pré-entraînement et post-entraînement.

1 Effets sur les capacités d'écoute en classe

1.1 Résultats moyennés



Graphique 1 : Moyenne des réponses obtenues au questionnaire LIFE-UK.

Un score moyen a été calculé selon les réponses des quatre enfants au questionnaire LIFE-UK. Différentes questions s'intéressent à la discrimination auditive dans un bruit de fond. Ainsi, les questions 1, 3, 5, 6, 8, 15, 16 et 18, reprises dans le graphique 1, traitent de la difficulté à l'écoute dans le bruit. Des huit situations présentées, les enfants ont identifié une amélioration à l'écoute dans le bruit pour cinq d'entre elles, une stagnation dans deux de ces situations et une perte de 0.5 point dans la dernière, post-entraînement. Les résultats aux autres questions font également état d'une amélioration dans diverses situations telles que la compréhension sans voir le visage du locuteur (Q4 et 17), l'écoute compétitive entre deux locuteurs (Q11) et le travail en groupe (Q14) (voir Annexe F).

1.2 Résultats individuels

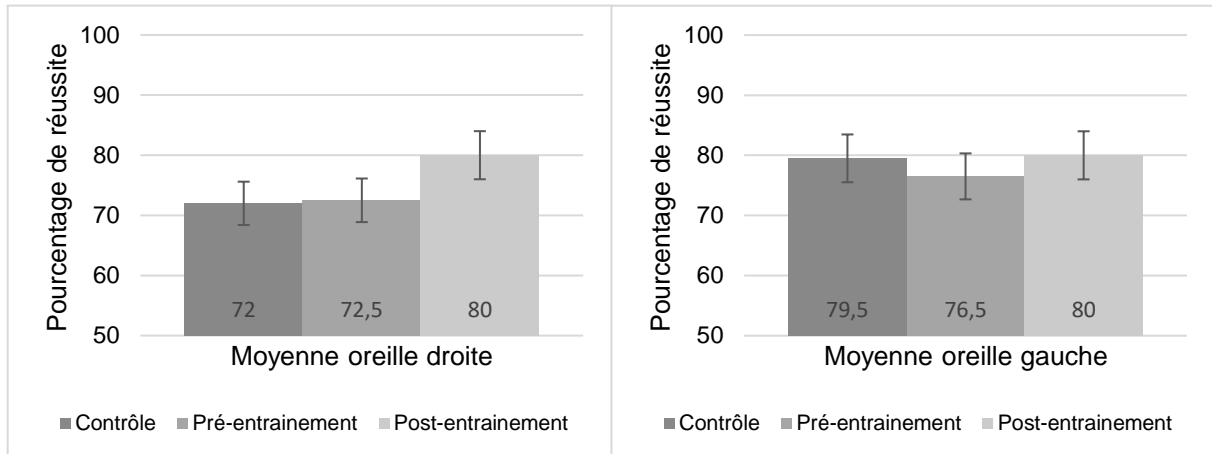
Les résultats individuels (voir Annexe F) sont variés. Plusieurs des enfants rapportent une amélioration dans des situations d'écoute défavorable. Ainsi les questions 1, 3, 5, 6 et 13 ont été notées de façon plus élevée pour au moins l'un des sujets en post-entraînement. Néanmoins, de nombreuses valeurs relatives aux différentes questions présentes dans le questionnaire sont équivalentes dans les divers temps de mesure

évalués. Nous pouvons notamment constater une stabilité des situations concernant l'écoute dans un cadre calme (Q2, 4, 7, 9, 10, 12, 14 et 17) pour chacun des enfants.

2 Effets sur les capacités comportementales

2.1 Discrimination de la parole dans le bruit

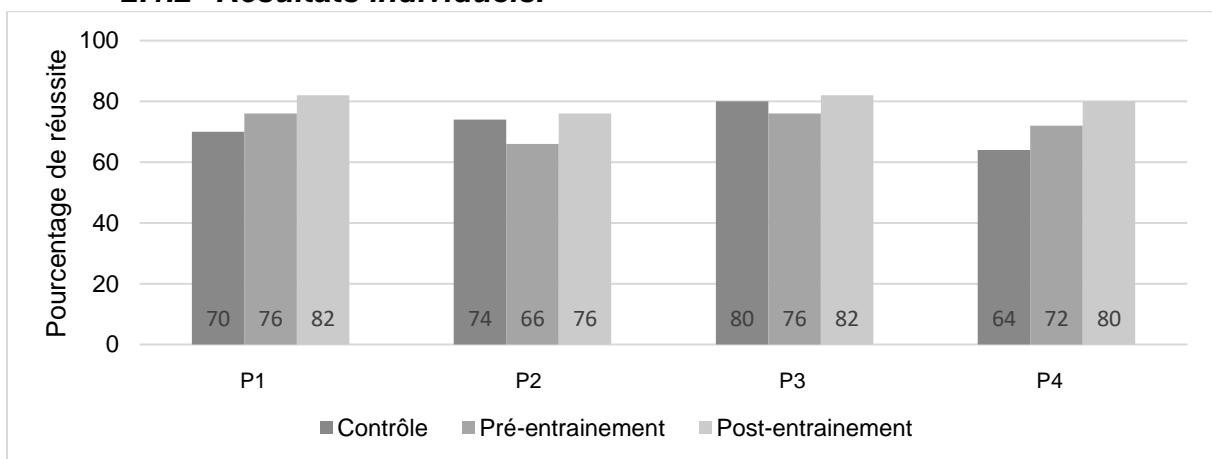
2.1.1 Résultats moyennés.



Graphique 7 : Pourcentage d'intelligibilité moyenne des quatre participants à l'écoute dans le bruit aux listes de Lafon pour les deux oreilles.

La tâche de discrimination de mots dans un bruit de fond indique une progression de l'oreille droite en post-entraînement. En revanche, les résultats moyennés concernant l'oreille gauche ne sont pas modifiés.

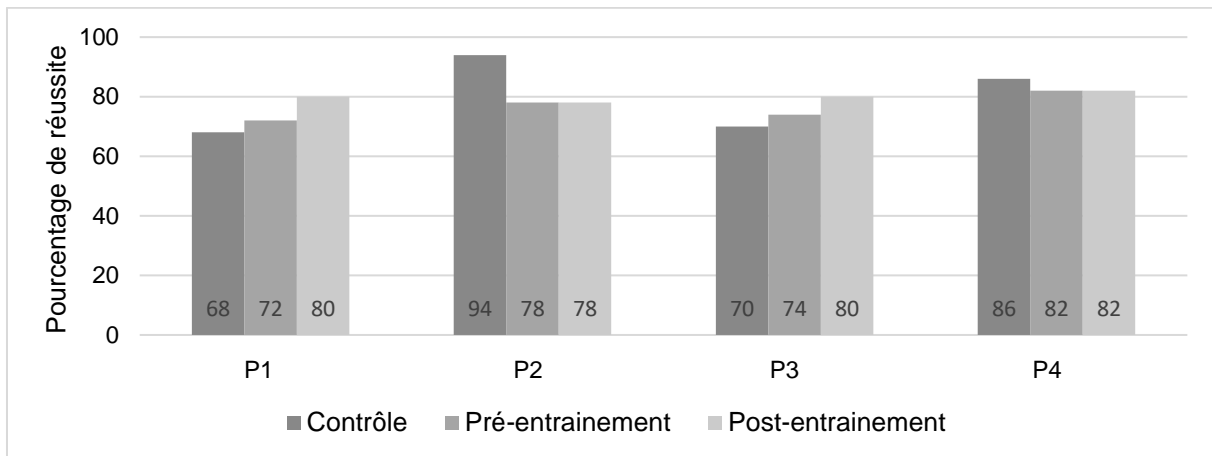
2.1.2 Résultats individuels.



Graphique 8 : Pourcentage des résultats à l'écoute dans le bruit des listes de Lafon de l'oreille droite pour chaque participant.

En ce qui concerne les résultats individuels, nous pouvons constater une amélioration des scores après entraînement (plus ou moins marquée selon l'enfant). Ce dernier

semble avoir eu un effet positif sur l'écoute de l'oreille droite, prédominante dans le traitement du langage chez la plupart des enfants droitiers.

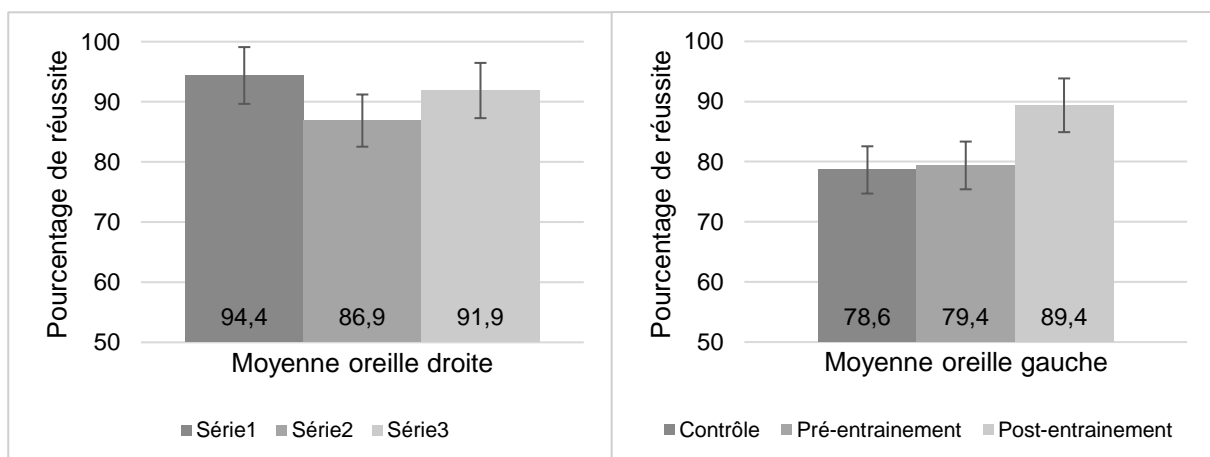


Graphique 9 : Pourcentage des résultats à l'écoute dans le bruit des listes de Lafon de l'oreille gauche pour chacun des participants.

Les résultats relatifs à l'écoute dans le bruit de l'oreille gauche en individuel reflètent les données moyennées : seuls deux enfants ont amélioré leur score dans cette tâche. Nous pouvons noter la diminution du score pour le participant P2, qui avait d'excellents résultats en mesure contrôle.

2.2 Discrimination de stimuli en écoute compétitive

2.2.1 Résultats moyennés.



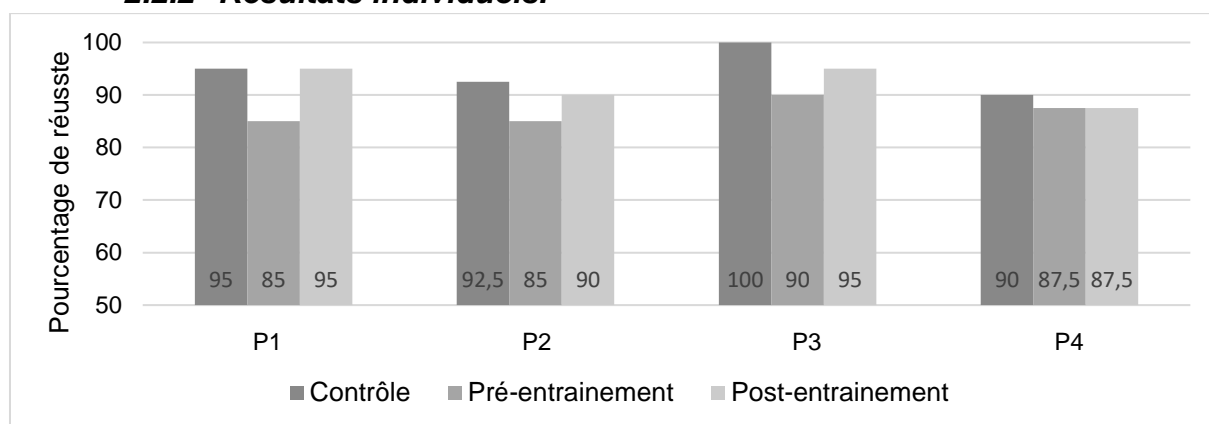
Graphique 10 : Pourcentage de discrimination moyenne à l'écoute dichotique de chiffres des quatre participants pour les deux oreilles.

L'écoute dichotique ne montre pas d'amélioration concernant les scores mesurés pour l'oreille droite et nous pouvons même observer un résultat supérieur lors du test

contrôle. Néanmoins, les mesures de l'écoute dichotique en pré-entraînement sont inférieures à celles post-entraînement.

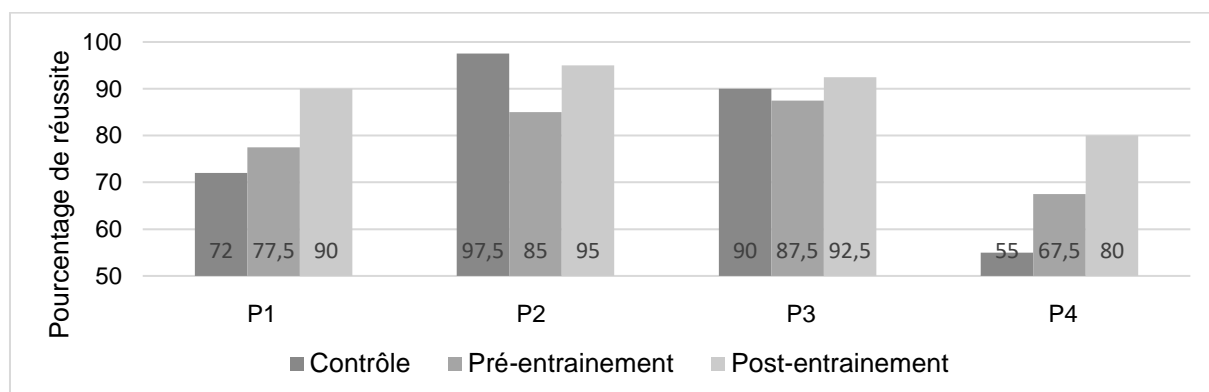
Les résultats de l'oreille gauche, en revanche, démontrent un écart d'environ 10% entre les deux mesures réalisées avant l'entraînement et la mesure finale qui avoisine les 90% de réponses correctes.

2.2.2 Résultats individuels.



Graphique 11 : Pourcentage des résultats à l'écoute dichotique de chiffres de l'oreille droite pour chacun des participants.

Le graphique 6 nous permet de constater divers éléments concernant les résultats à l'écoute dichotique. Tout d'abord, la mesure pré-entraînement est inférieure à la mesure post-entraînement pour les enfants P1, P2 et P3, tandis qu'elle est égale pour l'enfant P4. Cependant, la mesure effectuée lors du contrôle pour chacun des participants est supérieure ou égale à la mesure post-entraînement. Ces résultats ne sont donc pas concluants.



Graphique 12 : Pourcentage des résultats à l'écoute dichotique de chiffres de l'oreille gauche pour chacun des participants.

La mesure post-entraînement en tâche d'écoute dichotique de chiffres de l'oreille gauche de trois participants est supérieure aux mesures initiale et pré-entraînement. Pour deux de ces enfants, le résultat final est supérieur de 18 à 25%. En ce qui concerne le patient 2, la tâche d'écoute compétitive ne reflète pas d'amélioration, son score initial étant déjà très élevé. Enfin, le patient P3 est en amélioration, néanmoins, les valeurs sont moindres.

2.3 Conscience phonologique

Comme exposé précédemment, trois enfants ont pu avoir des mesures de la conscience phonologique avec deux batteries de tests différentes. Les résultats sont donc présentés individuellement pour cette partie.

Tableau 1 : Résultats des participants 2 et 4 aux épreuves de conscience phonologique de la BALE en écart-type.

Participants		P2		P4	
Temps de passation		Contrôle	Post-entraînement	Contrôle	Post-entraînement
Epreuves	<i>Rimes</i>	impossible	-1.1 ET	-2,57 ET	-1,11 ET
	<i>Suppression syllabique</i>	impossible	-0.47 ET	+0,2 ET	-1,44 ET
	<i>Suppression phonème initial</i>	impossible	-0.72ET	-0,15 ET	-0,15 ET
	<i>Suppression phonème final</i>	impossible	-0.46ET	-1,5 ET	-0.51ET
	<i>Segmentation phonémique</i>	impossible	+0.28 ET	-0,62 ET	+0,62 ET
	<i>Repérage forme phonémique</i>	impossible	+4.7ET	+0,62 ET	+4,33 ET
	<i>Acronymes</i>	impossible	-0.36ET	-0,32 ET	-0,32 ET

Les mesures contrôle n'ont pu être effectuées avec le participant 2 du fait de ses trop grandes difficultés, révélant ainsi une immaturité ou un trouble phonologique important ou les deux à la fois. Cependant, les mesures post-entraînement, même si elles font

état d'une fragilité dans l'épreuve des rimes, démontrent de bonnes capacités phonologiques dans les autres épreuves, les scores étant normalisés.

Le participant 4 présente une amélioration globale en mesures post-entraînement.

Tableau 2 : Résultats du participant 3 aux épreuves de métaphonologie-phonémique d'Exalang 8-11 en score chiffré et en écart-type.

Temps de passation		Contrôle	Post-entraînement
Epreuves	<i>Appariement phonèmes finaux</i>	2/3	3/3
	<i>Suppression phonèmes</i>	2/3	3/3
	<i>Comptage phonèmes</i>	1/1	1/1
	<i>Remplacement phonèmes</i>	2/2	2/2
	<i>Inversion phonèmes</i>	1/2	1/2
Total en ET		-1ET	+0.16ET

Si le participant 3 obtenait un score global faible en mesure contrôle, la mesure post-entraînement dénote une augmentation de ce score, passant de -1ET à +0.16ET.

3 Effets sur les réponses neurophysiologiques

3.1 Les potentiels évoqués de latence longue

Les résultats des PEALL ont permis de constater la présence des ondes P1 et N2 chez tous les participants. Ce sont donc ces deux ondes qui seront analysées.

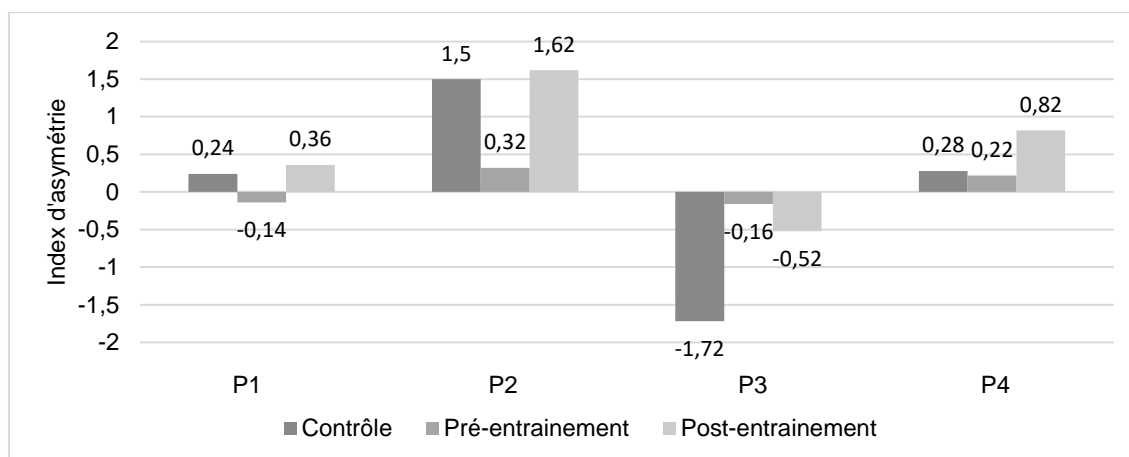
3.1.1 Résultats moyennés.

Nous pouvons constater une latence plus courte de l'onde P1 sur l'oreille droite. En revanche, aucune modification notable ne peut être observée en ce qui concerne l'onde N2 (voir Annexe G et H).

3.1.2 Résultats individuels.

Les résultats individuels corroborent les observations concernant l'onde P1 qui apparaît plus précocement dans la mesure post-entraînement de l'oreille droite chez trois des participants, mais également sur l'oreille gauche pour tous. De plus, tout comme sur les résultats moyennés, nous ne pouvons observer aucune modification relative à l'onde N2 (Annexe I).

3.2 Les otoémissions acoustiques



Graphique 23 : Résultats de la suppression des OEA grâce à l'index d'asymétrie pour chacun des participants.

Nous remarquons une absence de modification révélatrice de l'impact de l'entraînement auditif. Les mesures contrôle et pré-entraînement ne sont pas stables, ce qui dénote des modifications en dehors de l'entraînement auditif. L'IA ne révèle pas de prévalence d'une oreille sur l'autre. De plus, l'atténuation équivalente mesurée (Annexe J) ne permet pas de tirer de tendance ou de conclusion.

4 Progression lors de l'entraînement auditif

Les données de l'entraînement auditif ont pu être étudiées sous deux modalités (voir Annexe K). Nous avons pu moyenner les résultats des quatre enfants en considérant les séances d'entraînement des enfants, indépendamment des activités menées. Les résultats individuels ont été compilés pour chaque type d'activités.

4.1 Résultats globaux moyennés

Les résultats moyennés mettent en évidence une certaine constance des résultats qui se stabilisent entre 70% et 80% lorsque nous regardons les résultats par séances d'entraînement tandis que le bruit de fond diminue avec régularité montrant la progression des enfants à percevoir un stimulus dans un bruit de fond.

4.2 Résultats par type d'activités

Nous pouvons constater que les activités 17, 18 et 19 qui proposent des phrases aux enfants sont les thèmes les plus échoués pour ce qui est des réponses, mais également celles avec le bruit le moins défavorable, démontrant ainsi la difficulté qu'ont les enfants à traiter ce type d'information auditive. En revanche, la discrimination de mots semble plus facile à traiter pour les enfants même dans un bruit de fond plus fort.

IV Discussion

L'étude avait pour objectif de démontrer l'efficacité d'un entraînement auditif chez des enfants dyslexiques ayant un TTA, que ce soit sur le plan neurophysiologique, comportemental et qualitatif. Le constat de départ est qu'un enfant avec un TTA a des difficultés d'écoute dans le bruit qui peuvent nuire à ses apprentissages mais également à ses représentations phonologiques. En effet, si ses capacités de discrimination sont diminuées dans la vie quotidienne, c'est-à-dire dans un environnement bruyant telle que la classe, sa conscience et ses représentations phonologiques peuvent être faussées. De ce fait, le langage écrit est perturbé. Très peu d'études portent sur les remédiations du TTA chez l'enfant dyslexique ainsi que sur l'entraînement auditif adapté à ces enfants et ses effets. La présente étude a donc permis d'analyser l'entraînement à l'écoute dans le bruit sous différents aspects chez quelques enfants ayant un TTA.

1 Validation des hypothèses

Notre première hypothèse concernait l'amélioration des capacités auditives de l'enfant lors de différentes situations d'écoute en classe. Purdy et al. (2018) ont établi la possibilité de repérer les enfants ayant des difficultés d'écoute dans le bruit par le biais du questionnaire LIFE-UK. Plusieurs facteurs sont présents dans ce questionnaire dont un facteur concernant les situations d'écoute dans le bruit. Nous avons constaté une amélioration dans plusieurs de ces situations après l'entraînement auditif fait avec le logiciel LEB. Les résultats apportés permettent ainsi de valider notre première hypothèse sur le plan qualitatif. Néanmoins, il s'agit d'une mesure subjective qui peut parfois être biaisée : les enfants ont l'impression d'avoir progressé du fait de leur participation ardue à l'entraînement auditif. Ils peuvent voir une amélioration de leurs habiletés après entraînement sans que cela soit réel.

La deuxième hypothèse que nous avons formulée impliquait les capacités de l'enfant en identifications auditives et en conscience phonologique. Tout d'abord, l'identification des mots dans un bruit de fond, évaluée par les listes de Lafon et présentée dans un bruit de type « cocktail party », révèle une augmentation des résultats post-entraînement de l'oreille droite. Ces résultats sont en accord avec l'étude de Maggu & Yathiraj (2011) qui ont observé ces éléments avant et après entraînement de 15 à 20 séances à la désensibilisation au bruit, à l'aide d'une mesure

de discrimination de mots monosyllabiques. Néanmoins, ils ont constaté une amélioration de la perception dans les tâches de discours en présence de bruit pour les deux oreilles tandis que nous n'avons pas remarqué de résultats éloquentes en ce qui concerne la capacité d'identification de mots de l'oreille gauche. Cependant, lors des résultats individuels, nous pouvons constater une légère amélioration de deux de nos participants à l'oreille gauche. Les résultats moyennés ne sont pas aussi probants et cela peut s'expliquer par les excellents résultats de deux de nos participants à la condition contrôle et donc d'un effet plafond.

Ensuite, Putter-Katz et al. (2008) ont démontré une amélioration en écoute dans le bruit et en écoute compétitive après entraînement auditif. Cette amélioration, contrairement à notre étude, portait sur les deux oreilles avec toutefois une distinction : l'oreille gauche semblait s'être améliorée dans l'écoute de phrases courtes et longues en écoute compétitive tandis que l'oreille droite s'était améliorée dans la compréhension de phrases longues. Cette donnée est en accord avec notre étude, puisque la discrimination de chiffres (items courts) de l'oreille gauche s'est accrue. De plus, Moncrieff & Wertz (2008) ont observé une amélioration sur l'oreille gauche en se référant au modèle de Kimura (1967). Ce modèle établit que l'oreille gauche est généralement moins performante dans le traitement du langage puisqu'elle doit se projeter indirectement sur l'hémisphère gauche ce qui prend davantage de temps. L'entraînement auditif a donc de meilleures répercussions sur l'oreille gauche que sur l'oreille droite, cette dernière étant déjà plus performante.

La conscience phonologique a été évaluée à la suite d'un constat. Le TTA perturbe la perception dans le bruit et le traitement temporel de la parole impactant ainsi la conscience phonologique. Or, l'entraînement auditif permet une meilleure perception dans le bruit et oblige la perception et la compréhension de sons parfois très semblables (exemple tiré du thème « métiers » : vendeuse/venbeuse). La capacité de discrimination de l'enfant est entraînée tout d'abord sur des mots différents, puis proches, puis sur des mots et pseudo-mots qui diffèrent d'un phonème. La perception des phonèmes peut s'en trouver améliorée et par conséquent la représentation phonologique, ce qui permet une meilleure manipulation des sons. Les résultats de la présente étude corroborent cette hypothèse puisque les tâches de métaphonologie proposée aux enfants rapportent des résultats positifs. Murphy & Schochat (2011) ont ainsi démontré l'effet d'un entraînement auditif sur la conscience phonologique et notamment sur la manipulation de syllabes et sur des tâches phonémiques. Ainsi,

notre deuxième hypothèse est partiellement validée puisque la modification de la discrimination auditive en présence de bruit s'est améliorée pour l'oreille droite seulement. Il en va de même pour l'écoute compétitive, tâche dans laquelle nous avons observé une amélioration de l'oreille gauche uniquement. Tester cette capacité avec des éléments plus longs telles que des phrases pourrait être judicieux afin d'observer une modification au niveau de l'oreille droite, qui semble être davantage influencée dans la tâche d'écoute de phrases selon Putter-Katz et al., (2008). Enfin, la conscience phonologique s'est améliorée, appuyant la validation de cette hypothèse.

Notre troisième hypothèse portait sur les modifications neurophysiologiques de l'enfant. En ce qui concerne le fonctionnement du SEMOC, validé par la suppression des OEA, nous rappelons qu'il a été démontré que le SEMOC est plus influent sur l'oreille droite que sur l'oreille gauche, le cortex auditif gauche étant prédominant dans le traitement du langage (Khalfa et al., 2001). Or, plus l'IA est négatif plus le fonctionnement du SEMOC prédomine dans l'oreille droite. Veuillet et al. (2007) ont démontré un effet de l'entraînement auditif sur le fonctionnement du SEMOC. En effet, après entraînement audio-visuel, l'IA était davantage négatif, révélant une amélioration de l'oreille droite, dominante dans le traitement du langage. Dans notre étude, nous n'avons pas retrouvé ses effets, l'IA calculé étant trop variable pour affirmer une tendance. Cela peut s'expliquer par un système efférent parfois peu fonctionnel qui perturbait les mesures. Lors de la mesure des PEALL, nous avons observé une diminution de la latence de l'onde P1, prouvant ainsi l'efficacité de l'entraînement auditif sur le système neurologique de l'enfant. L'entraînement permettrait ainsi de réduire le temps de propagation des influx nerveux jusqu'au cortex auditif primaire et donc à l'enfant, de traiter plus rapidement le stimulus auditif. Une meilleure synchronisation des fibres peut également expliquer ces résultats. L'étude de Tremblay & Kraus (2002) corrobore nos résultats puisqu'ils ont constaté une diminution de l'amplitude P1. De plus, l'étude de Jutras et al. (2015) appuie cette théorie. Ainsi cette dernière hypothèse est partiellement validée puisque les mesures physiologiques récupérées lors des OEA ne sont pas concluantes.

En plus de nos hypothèses, il est également important de reporter les éléments relatifs à l'entraînement auditif. Ce dernier démontre une stabilisation des scores alors que le bruit de fond s'accroît au fil des sessions d'entraînement auditif. Ceci permet de démontrer la progression des enfants.

2 Limites et perspectives

La première limite de l'étude concerne la population de celle-ci. Nous avons tout d'abord recruté six enfants pour effectuer l'entraînement à l'écoute dans le bruit. Néanmoins, seuls quatre enfants ont pu s'entraîner durant les cinq semaines. Bien que nous ayons pu observer plusieurs tendances, tester une population plus importante permettrait d'avoir des résultats plus fiables et de confirmer les effets sur les différents aspects testés.

La durée de l'entraînement est une seconde limite. En effet, cinq semaines seulement ont pu être proposées à l'enfant pour effectuer l'entraînement puisqu'avant cela, plusieurs autres éléments ont dû être vérifiés (vocabulaire utilisé dans le logiciel, accent franco-québécois) et cinq semaines sans entraînement ont dû être réalisées afin que nous soyons sûrs que l'entraînement était bien la cause des effets mesurés. Même si nous avons noté un impact sur certains plans, un entraînement sur une plus longue durée pourrait influencer de façon plus significative et durable les capacités de l'enfant. Tandis que nous avons proposé cinq semaines, Jutras et al (2015) ont effectué neuf semaines d'entraînement auditif, deux séances de 30 minutes par semaine à un échantillon de cinq enfants, ce qui a permis d'observer des tendances dans les résultats sur le plan neurophysiologique. Maggu & Yathiraj, (2011) ont, quant à eux, proposé 15 à 20 séances d'entraînement de 25 à 30 minutes qui démontrent une amélioration significative à l'écoute dans le bruit lors de la compréhension d'un discours dans le bruit. De plus, Hassaan & Ibraheem (2016) ont pu tester sept enfants de 10 à 14 ans avant et après un entraînement de huit semaines à raison de deux séances par semaine durant 20 à 30 minutes. Ils ont dénoté une amélioration sur le plan électrophysiologique. Ainsi, effectuer davantage d'entraînements à l'écoute dans le bruit pourrait permettre des résultats plus importants et distincts des mesures observées en pré-entraînement mais surtout d'affecter les niveaux électrophysiologique et physiologique de l'enfant.

Durant ces cinq semaines, nous avons conseillé aux parents de faire au minimum deux heures d'entraînement par semaine. La gestion du temps de travail leur était libre. Autrement dit, l'enfant effectuait l'entraînement auditif en fonction de l'emploi du temps de ses parents mais aussi en fonction de sa fatigabilité, de son envie, de ses devoirs et de ses loisirs. En effet, lors de la phase préliminaire de test du logiciel, nous avons été amenés à effectuer l'entraînement avec une enfant sur notre propre matériel que

nous ne pouvions laisser à disposition. Ainsi, nous devons prévoir des moments de passation avec l'enfant et avec ses parents. Devant cette contrainte, l'enfant a eu plus de difficulté à mettre de la bonne volonté pour faire l'exercice puisque nous pouvions arriver dans des moments où elle était occupée à ses loisirs. Il a été très difficile d'aller jusqu'au bout des cinq thèmes testés avec elle. Imposer des moments d'entraînement avec un expérimentateur neutre qui viendrait à domicile permettrait d'avoir un entraînement plus régulier et fiable mais retirerait l'implication des parents et fatiguerait sans doute davantage les enfants. Néanmoins, effectuer l'entraînement correspond à une charge de travail supplémentaire pour l'enfant qui a déjà des tâches scolaires à effectuer. Le parent peut donc être une cause de pression mais aussi de démotivation sur son enfant, ce qui n'arriverait pas avec un expérimentateur neutre. Mais face aux résultats obtenus post-entraînement et surtout face au dynamisme des parents impliqués dans cette étude, nous pensons que les investir dans cette tâche leur permet de voir les difficultés de leurs enfants et de suivre leur évolution. Malgré la liberté que nous avons accordée aux familles, nous avons néanmoins imposé un minimum de 20 minutes par séance afin d'avoir des entraînements assez longs et réguliers pour tous les enfants. Il a été beaucoup plus laborieux d'effectuer cet entraînement pour certains enfants par rapport à d'autres. Une des enfants notamment, qui traversait une période difficile à l'école, mettait davantage de temps pour effectuer l'entraînement, sa motivation étant amoindrie. Ainsi certains enfants ont effectué davantage de thèmes que d'autres, ce qui se ressent lors des mesures finales.

Une limite peut également concerner le matériel. Différents points sont à aborder. En premier lieu, le logiciel nécessite d'être téléchargé sur un ordinateur type PC assez récent. Ainsi, toute personne n'ayant qu'une tablette, un ordinateur type MacBook ou un ordinateur ancien ne peut prétendre télécharger le logiciel. Une enfant que nous avons recrutée n'a pu effectuer l'entraînement du fait d'un ordinateur finalement plus en état de marche et n'a pas pu en obtenir d'autre. De plus, quelques problèmes logistiques ont obligé un enfant à arrêter l'entraînement en cours de route, le logiciel n'étant plus fonctionnel. Différentes solutions sont à envisager comme la présentation du logiciel sur support (disque compact, clé USB) ou encore une version online permettant l'accès sans téléchargement et installation par les parents, évitant ainsi les erreurs de procédure.

Lors de la mesure qualitative des effets de l'entraînement auditif, un questionnaire rempli par les réponses de l'enfant a été utilisé. Il est nécessaire de se questionner sur la fiabilité de leurs réponses. En effet, nous avons pu constater la diversité de leurs réponses lors de la phase contrôle et pré-entraînement malgré l'absence d'entraînement auditif durant la période de cinq semaines séparant ces deux phases. Néanmoins, après l'entraînement, nous avons pu remarquer une tendance à l'amélioration dans les situations d'écoute dans le bruit et une certaine stabilité dans les autres situations. Cependant, devant la diversité de ces réponses, il serait profitable de proposer un questionnaire aux parents et aux enseignants. Ainsi, le comportement de l'enfant pourrait être analysé dans diverses situations et de différents points de vue. Jutras et al. (2015) avait soumis les parents et les enseignants au questionnaire mais pas les enfants. Des résultats variés en étaient ressortis, ne permettant pas de définir l'amélioration de l'enfant. Recouper les trois perspectives pourrait permettre une meilleure vue d'ensemble concernant les capacités de l'enfant (Purdy et al., 2018).

Enfin, la conscience phonologique n'a pu être testée qu'en contrôle et en post entraînement, pour seulement trois des quatre enfants. En effet, cette mesure n'avait pas été pensée en premier lieu. Nous avons donc récupéré les éléments réalisés lors de bilans récents. Une mesure plus systématique et effectuée avec la même batterie devrait être pensée pour les prochaines études concernant ce sujet. De plus, même si nous avons constaté des résultats positifs, nous devons nous questionner sur ce qui est du ressort de l'entraînement auditif proposé. En effet, les enfants ont tous un suivi orthophonique et une scolarité continue. De plus, au vu de leur âge, les résultats peuvent également être la cause d'une maturation de leurs capacités. Ainsi, il faudrait envisager d'effectuer notre étude sur une période de vacances d'été par exemple sans suivi orthophonique ou scolarité.

3 Ouvertures

Tout d'abord, nous pouvons nous interroger sur les effets de l'entraînement auditif sur le long terme. Jutras et al. (2015) ont réalisé des mesures six mois après l'arrêt de l'entraînement et ont noté que les résultats obtenus après l'entraînement auditif ne se sont pas maintenus. Il serait néanmoins intéressant de revoir les enfants après quelques mois pour évaluer les conséquences de l'entraînement auditif proposé. Nous pouvons également nous demander si un entraînement moins intensif mais sur une plus longue durée pourrait impacter définitivement le traitement auditif de ces enfants

ayant un TTA. En outre, il serait possible d'imaginer qu'un entraînement sur de courtes périodes, régulièrement durant la scolarité de l'enfant, pourrait suffire à modifier le fonctionnement et les capacités de l'enfant afin de lui permettre de suivre les apprentissages dans des conditions d'écoute défavorable.

Sharma, Purdy, & Kelly (2009) ont démontré que 47% des enfants soupçonnés d'avoir un TTA avaient divers troubles associés tels qu'un trouble de la lecture ou un trouble du langage. Certains auteurs se sont donc intéressés aux enfants ayant un TTA et un trouble spécifique du langage oral. Colin et al, (2011) attestent de la présence de symptômes évoquant la présence d'un TTA comme la difficulté à l'écoute dans le bruit chez des enfants ayant un trouble d'apprentissage du langage écrit ou oral. Ainsi, un entraînement auditif à l'écoute dans le bruit chez cette population pourrait avoir un bénéfice : il serait donc intéressant de proposer l'entraînement à ces enfants pour analyser son impact sur leurs compétences.

De plus, même si nous avons réalisé une mesure de la conscience phonologique, nous pouvons nous interroger sur l'impact de l'entraînement à l'écoute dans le bruit sur le langage écrit. Une mesure de la lecture mais aussi de l'écriture pourrait être envisagée.

En outre, de nombreux symptômes sont présents chez un enfant manifestant un TTA. En plus de la gêne lors de présence de bruit de fond, le TTA peut aussi être la cause d'un déficit en tâche d'écoute compétitive. Même si notre étude a pu avoir un bénéfice sur cette dernière, un programme plus spécifique d'entraînement auditif pourrait être proposé afin d'améliorer les compétences de l'enfant. En effet, l'écoute compétitive, c'est-à-dire en présence de deux stimuli auditifs différents présentés de façon binaurale, est une situation d'écoute proche du monde réel (Maggu & Yathiraj, 2011). Tout comme l'entraînement à l'écoute dans le bruit, l'écoute dichotique pourrait permettre à l'enfant ayant un TTA d'avoir davantage d'outils dans son quotidien et donc, d'améliorer ses apprentissages.

Enfin, nous avons pu démontrer l'impact du TTA sur le comportement de l'enfant mais également sur le trouble spécifique du langage écrit. Sensibiliser les orthophonistes à ce trouble permettrait de mieux cerner les difficultés de l'enfant mais aussi de proposer des rééducations qui en tiennent compte. Ainsi élaborer un outil d'information mais également du matériel de rééducation utilisable en cabinet d'orthophonie pourrait faire l'objet de prochaines études.

V Conclusion

Cette étude avait pour objectif de démontrer l'impact de l'entraînement auditif à l'écoute dans le bruit. Les résultats permettent d'observer que les enfants ayant participé à notre étude présentent une amélioration dans plusieurs domaines.

Tout d'abord au niveau qualitatif, il semblerait que les enfants aient davantage de facilité à percevoir et à comprendre leur enseignant dans des situations d'écoute défavorable. Néanmoins, d'autres questionnaires pourraient être utilisés, notamment pour avoir le point de vue des parents et des enseignants dans les mêmes situations d'écoute mais aussi dans d'autres situations présentes au quotidien. Dans un second temps, nous avons pu constater l'impact de l'entraînement proposé au niveau comportemental. En effet, les enfants ont acquis une meilleure compétence d'écoute compétitive et ont accru leur identification de mots dans un bruit de fond. De plus, un impact sur la conscience phonologique est également présent sans que nous ne puissions exclure les effets de divers facteurs comme un suivi orthophonique et une maturation des compétences de l'enfant. Enfin, les mesures électrophysiologiques permettent d'établir un certain impact sur la neuroplasticité de l'enfant. Cependant les mesures physiologiques ne permettent pas de mettre en évidence une influence de l'entraînement auditif. Néanmoins, diverses études ont démontré des répercussions positives sur cet élément en effectuant un entraînement auditif sur une durée plus étendue. Il serait donc profitable de proposer l'exercice aux enfants sur un plus long terme afin d'observer des résultats pérennes.

Le trouble du traitement auditif est aujourd'hui encore un sujet peu étudié et peu connu en France que ce soit par les parents mais aussi par les différents professionnels du corps médical. Notre étude avait pour but de démontrer les impacts d'un entraînement auditif, mais également d'exposer dans un premier temps les symptômes du TTA et son implication dans les troubles des apprentissages afin de sensibiliser toute personne qui parcourra cette étude. Néanmoins, pouvoir diagnostiquer un TTA est essentiel mais nécessite de pouvoir mettre en place une rééducation adaptée. Nous espérons donc que l'entraînement à l'écoute dans le bruit pourra être considéré comme un outil concret de réadaptation apte à être proposé par les orthophonistes aux enfants ayant un TTA étant rééduqués dans leur cabinet ou dans leur service.

Références

- American psychiatric association. (2015). DSM-5®: manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux. Traduction par P. Boyer, C.-B. Pull, & M.-C. Pull-Erpelding, Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (1996). Central Auditory Processing: Current Status of Research and Implications for Clinical Practice. *American Journal of Audiology*, 5(2), 41-52.
- (ASHA), A. S.-L.-H. A. (2005). (Central) Auditory Processing Disorders. Consulté 4 avril 2017, à l'adresse <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>
- Bailey, P. J., & Snowling, M. J. (2002). Auditory processing and the development of language and literacy. *British Medical Bulletin*, 63, 135-146.
- Bamiou, D.-E., Musiek, F. E., & Luxon, L. M. (2001). Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders—a review. *Archives of Disease in Childhood*, 85(5), 361-365.
- Bamiou, Doris-Eva, Campbell, N., & Sirimanna, T. (2006). Management of auditory processing disorders. *Audiological Medicine*, 4(1), 46-56.
- Banai K, Kraus N. (2008) The dynamic brainstem: implications for APD. In: McFarland D, Cacace A. (eds) Current controversies in central auditory processing disorder. Plural Publishing Inc: San Diego, CA. 269-289.
- Barrozo, T. F., Pagan-Neves, L. de O., Vilela, N., Carvalho, R. M. M., & Wertzner, H. F. (2016). The influence of (central) auditory processing disorder in speech sound disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 82(1), 56-64.
- Bellis T.J. (1996) Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting.(1996) Singular San Diego CA

- Bellis, T. J., & Bellis, J. D. (2015). Central auditory processing disorders in children and adults. *Handbook of Clinical Neurology*, 129, 537-556.
- Bradlow, A. R., Kraus, N., & Hayes, E. (2003). Speaking clearly for children with learning disabilities: sentence perception in noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 46(1), 80-97.
- Brin-Henry, F., Courrier, C., Lederlé, E., & Masy, V. (2004). Dictionnaire d'Orthophonie. Isbergues : Ortho Editions.
- Canning, D. (1999). *LIFE-UK IHP (Listening Inventories for Education UK Individual Hearing Profile)* [Questionnaire]. Consulté à l'adresse http://soundingboard.earfoundation.org.uk/downloads/life-uk_ihp.pdf
- Chermak, G., & Musiek, F. (1997). *Central auditory processing disorders: New perspectives*. San Diego: Singular
- Cohen-Mimran, R., & Sapir, S. (2007). Auditory temporal processing deficits in children with reading disabilities. *Dyslexia (Chichester, England)*, 13(3), 175-192.
- Colin, C., Deltenre, P., Collet, G., Markessis, E., Hoonhorst, I., (2011). Troubles auditifs centraux et troubles d'apprentissage du langage : perspectives de remédiation basées sur les données électrophysiologiques *Les Cahiers de l'Audition*, 24, 28-33.
- DeBonis, D. A., & Moncrieff, D. (2008). Auditory processing disorders: an update for speech-language pathologists. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 17(1), 4-18.
- Deggouj, N., Demanez, L., (2010). Maturation des processus auditifs centraux. *Les Cahiers de l'Audition*, 23, 29-36.
- Demanez, L., Demanez, J. P., (2011). Evaluation des processus auditifs centraux et syndrome de King Kopetzky. *Les Cahiers de l'Audition*, 24, 24-25.

- Demanez, L., Dony-Closon, B., Lhonneux-Ledoux, E., & Demanez, J. P. (2003). Central auditory processing assessment: a French-speaking battery. *Acta Oto-Rhino-Laryngologica Belgica*, 57(4), 275-290.
- Dumont, A. (2011). Conscience phonologique et troubles centraux de l'audition. *Les Cahiers de l'Audition*, 24, 26-29.
- Ecalte, J., Magnan, A., & Bouchafa, H. (2002). Le développement des habiletés phonologiques avant et au cours de l'apprentissage de la lecture: de l'évaluation à la remédiation, *Glossa* 82, 4-12.
- Flanagan, S., Zorilă, T.-C., Stylianou, Y., & Moore, B. C. J. (2018). Speech Processing to Improve the Perception of Speech in Background Noise for Children With Auditory Processing Disorder and Typically Developing Peers. *Trends in Hearing*, 22.
- Giraud, A. L., Garnier, S., Micheyl, C., Lina, G., Chays, A., & Chéry-Croze, S. (1997). Auditory efferents involved in speech-in-noise intelligibility. *Neuroreport*, 8(7), 1779-1783.
- Gombert. (1990). Le développement métalinguistique. *Revue française de pédagogie*, volume 98, 1992. pp. 117-119.
- Gombert, J.-É. (1991). Le rôle des capacités métalinguistiques dans l'acquisition de la langue écrite. *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle*, 3(1), 143-156.
- Gyldenkærne, 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(7), 676-687; quiz 706-707.

- 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, 160-167.
- 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(41), 16731-16736.
- Jasper, H.H. (1958). The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jerger, J., & Musiek, F. (2000). Report of the Consensus Conference on the Diagnosis of Auditory Processing Disorders in School-Aged Children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11(9), 467-474.
- Jirsa, R. E. (1992). The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35(4), 903-912.
- Johnson, K. L., Nicol, T. G., & Kraus, N. (2005). Brain stem response to speech: a biological marker of auditory processing. *Ear and Hearing*, 26(5), 424-434.
- Johnston, K. N., John, A. B., Kreisman, N. V., 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(6), 371-383.
- Jutras, B., Mayer, D., Joannette, E., Carrier, M.-E., & Chénard, G. (2012). Assessing the development of binaural integration ability with the French dichotic digit test: Ecoute Dichotique de Chiffres. *American Journal of Audiology*, 21, 51-59.

- 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, *32*(4), 346-361.
- Jutras, B., Veuillet, E., & Benkhanouche, L. (2017). *LIFE-UK IHP - FR (Listening Inventories for Education UK Individual Hearing Profile - Version en français)*.
- Kemp, D. T., Ryan, S., & Bray, P. (1990). A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear and Hearing, 11*(2), 93-105.
- Khalifa, S., Bougeard, R., Morand, N., Veuillet, E., Isnard, J., Guenot, M., Collet, L. (2001). Evidence of peripheral auditory activity modulation by the auditory cortex in humans. *Neuroscience, 104*(2), 347-358.
- Kimura, D. (1967). Functional Asymmetry of the Brain in Dichotic Listening. *Cortex, 3*(2), 163-178.
- Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews. Neuroscience, 11*(8), 599-605.
- Kraus, N., Mcgee, T. J., Carrell, T. D., Zecker, S. G., Nicol, T. G., & Koch, D. B. (1996). Auditory Neurophysiologic Responses and Discrimination Deficits in Children with Learning Problems. *Science, 273*(5277), 971-973.
- Laboratoire des sciences de l'éducation Groupe Cogni-Sciences et Laboratoire de psychologie et neuroCognition CNRS. (2010). *Batterie Analytique du Langage Ecrit (BALE)* [Test de langage écrit]. Grenoble : Université Pierre Mendès France. Consulté à l'adresse <http://www.cognisciences.com/accueil/outils/article/bale>
- Lafon, J. C. (1964). *Le test phonétique et la mesure de l'audition* (Paris : Dunod ; Eindhoven : Ed. Centrex).

- 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.
- Maggu, A., & Yathiraj, A. (2011). *Effect of Noise Desensitization Training on Children with Poor Speech-In-Noise Scores Incidence de la pratique de désensibilisation au bruit chez les enfants ayant de faibles résultats de perception de la parole dans le bruit* (Vol. 35).
- Magnan, A., Écalle, J., & Veuillet, É. (2005). Habiletés phonologiques, identification de mots écrits et déficits auditifs perceptifs chez les enfants dyslexiques : effet d'un entraînement audio-visuel. *Revue française de pédagogie, (152)*, 29-39.
- Margolis, R.H., & Shanks, J.E. (1985). Tympanometry (438-475). In: Katz, J., editor. *Handbook of clinical audiology* (third edition). Williams & Wilkins; Baltimore.
- Masquelier, M. P. (2003). Management of auditory processing disorders. *Acta Oto-Rhino-Laryngologica Belgica, 57*(4), 301-310.
- Masquelier M.P., (2011) Remédiation des troubles auditifs centraux chez les enfants. *Les Cahiers de l'audition, 24*, 37-45
- Meunier, & Hoen. (2009). Les troubles du traitement auditifs dans le cadre de la dyslexie développementale, une revue de la littérature. *Les cahiers de l'infantile*.
- Miller, G. A., & Gildea, P. M. (1987). How children learn words. *Scientific American, 257*(3), 94-99.
- Mom, T., Bascoul, A., Gilain, L., & Avan, P. (2009). Atteintes centrales de l'audition. *EMC - Oto-rhino-laryngologie, 1-14* [Article 20-184-A-10].

- 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(2), 84-97.
- Moore, D. R. (2011). The diagnosis and management of auditory processing disorder. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42(3), 303-308.
- 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(2), 117-132.
- Murphy, C. F. B., & Schochat, E. (2011). Effect of nonlinguistic auditory training on phonological and reading skills. *Folia Phoniatica et Logopaedica: Official Organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, 63(3), 147-153.
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (2015). Psychophysical and behavioral peripheral and central auditory tests. *Handbook of Clinical Neurology*, 129, 313-332.
- Nelson, P. B., & Soli, S. (2000). Acoustical Barriers To Learning: Children at Risk in Every Classroom. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 31(4), 356-361.
- Northern, J.L., & Downs, M.P. (2002). Hearing in children (third edition). Williams & Wilkins; Baltimore.
- Perrot X., (2010) Anatomie et physiologie du système nerveux auditif central. *Les Cahiers de l'audition*, 23, 5-16
- Picard, M., & Bradley, J. S. (2001). Revisiting speech interference in classrooms. *Audiology: Official Organ of the International Society of Audiology*, 40(5), 221-244.

- 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 [Text].
- 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.
- Rosen, S. (2003). Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything? *Journal of Phonetics*, 31(3-4), 509-527.
- Rosen, S., & Manganari, E. (2001). Is There a Relationship Between Speech and Nonspeech Auditory Processing in Children With Dyslexia? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(4), 720-736.
- Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2009). Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 52(3), 706-722.
- Silman, S., Silverman, C. A., & Emmer, M. B. (2000). Central auditory processing disorders and reduced motivation: three case studies. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11(2), 57-63.
- Tallal, P. (1980). Language disabilities in children: a perceptual or linguistic deficit? *Journal of Pediatric Psychology*, 5(2), 127-140.
- Thai-Van, H., & Veuillet, E. (2016). Perception de la parole en situation compétitive d'écoute : quand avoir des seuils normaux à l'audiométrie tonale n'est pas toujours suffisant. *Connaissances surdités*, p. 28-34.

- Thibault, M.-P., Lenfant, M., & Helloin, M.-C. (2012). *EXALANG 8-11* [Batterie informatisée d'examen du Langage Oral, Langage écrit, Mémoire, Attention, Compétences transversales].
- 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.
- Tremblay, K. L., & Kraus, N. (2002). Auditory training induces asymmetrical changes in cortical neural activity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR, 45*(3), 564-572.
- Veillet, E., Bouilhol, C., & Thai-Van, H. (2011). Co-Morbidity of APD and Reading Disabilities. *Current Pediatric Reviews, 7*(3), 227-240.
- Veillet E., Thai-Van H., (2011) Trouble du Traitement Auditif chez les enfants présentant un Trouble Spécifique du Langage. *Les Cahiers de l'audition, 24*, 7-18.
- Veillet, E., Magnan, A., Ecalle, J., Thai-Van, H., & Collet, L. (2007). Auditory processing disorder in children with reading disabilities: effect of audiovisual training. *Brain: A Journal of Neurology, 130*(Pt 11), 2915-2928.
- Waterlot, P. E., Collette, J. L., (2012) Exploration des troubles centraux de l'audition. *Les Cahiers de l'Audition, 25*, 64-66.
- Weihing, J., Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2015). Auditory Training for Central Auditory Processing Disorder. *Seminars in Hearing, 36*(4), 199-215.
- Weismer, S. E., & Hesketh, L. J. (1993). The influence of prosodic and gestural cues on novel word acquisition by children with specific language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research, 36*(5), 1013-1025.

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2006). Becoming literate in different languages: similar problems, different solutions. *Developmental Science*, 9(5), 429-436.

Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F., & Lorenzi, C. (2009). Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. *Developmental Science*, 12(5), 732-745.

Annexes

Annexe A : Modèle d'intervention pour améliorer la participation des personnes ayant un TTA.

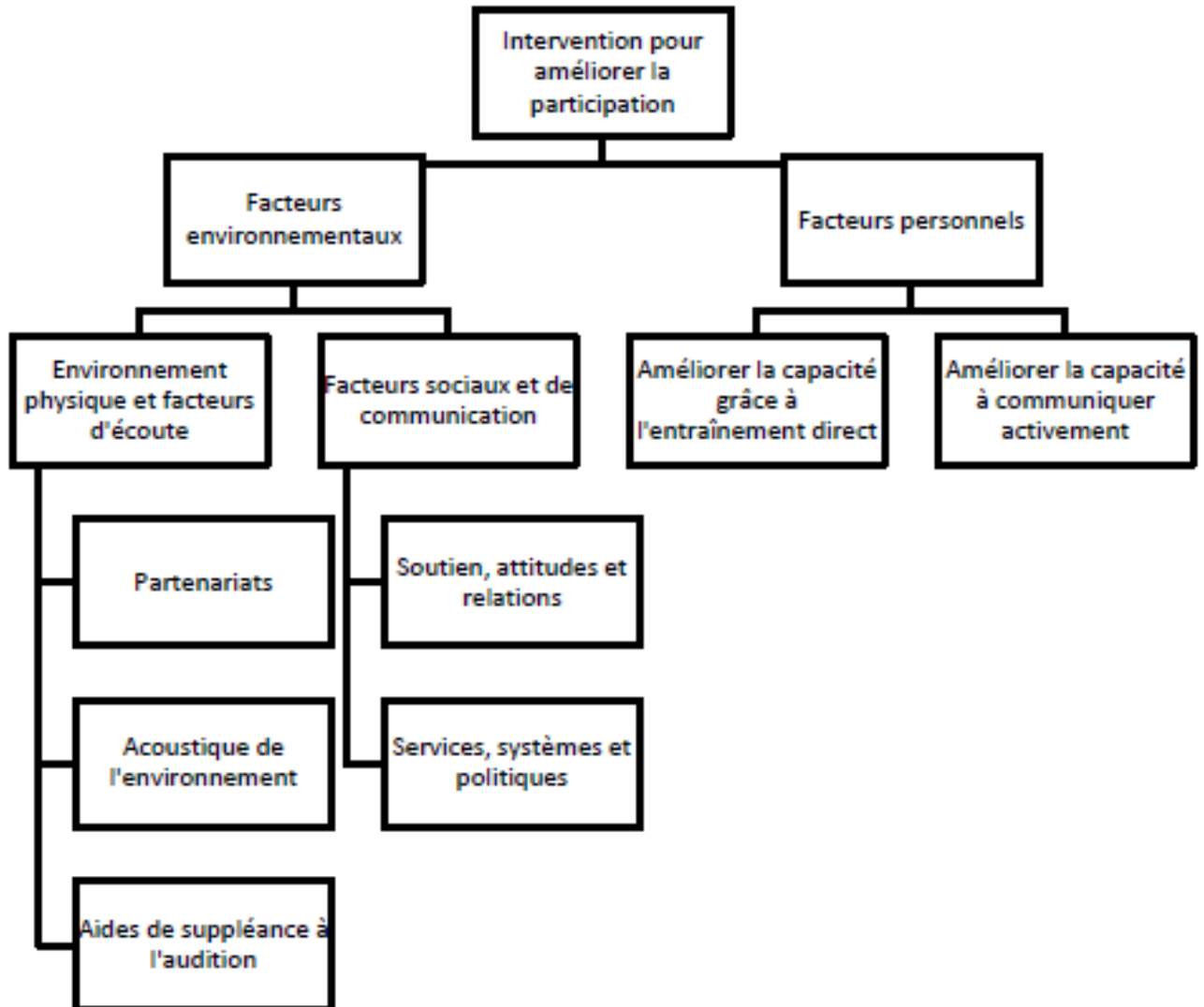
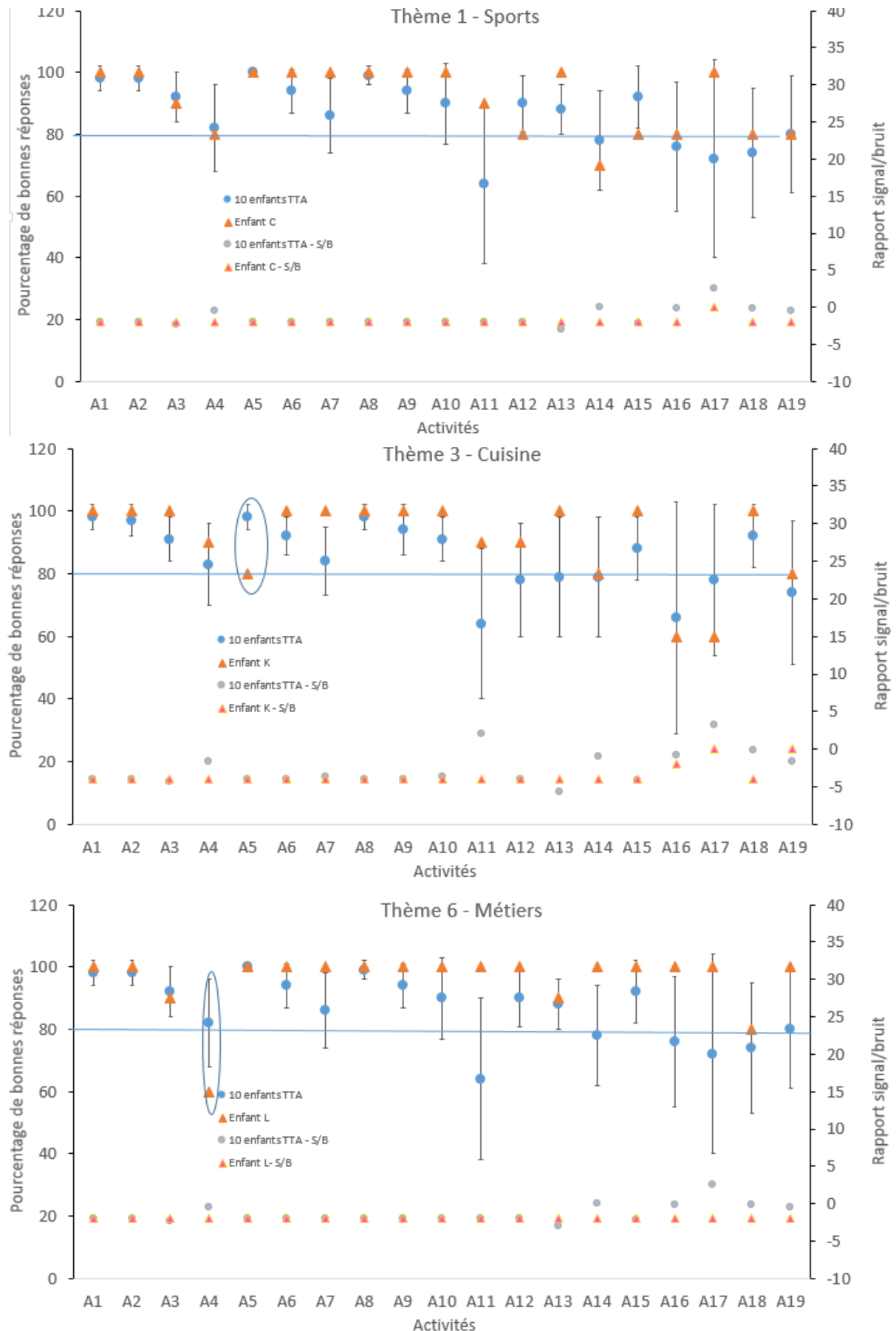
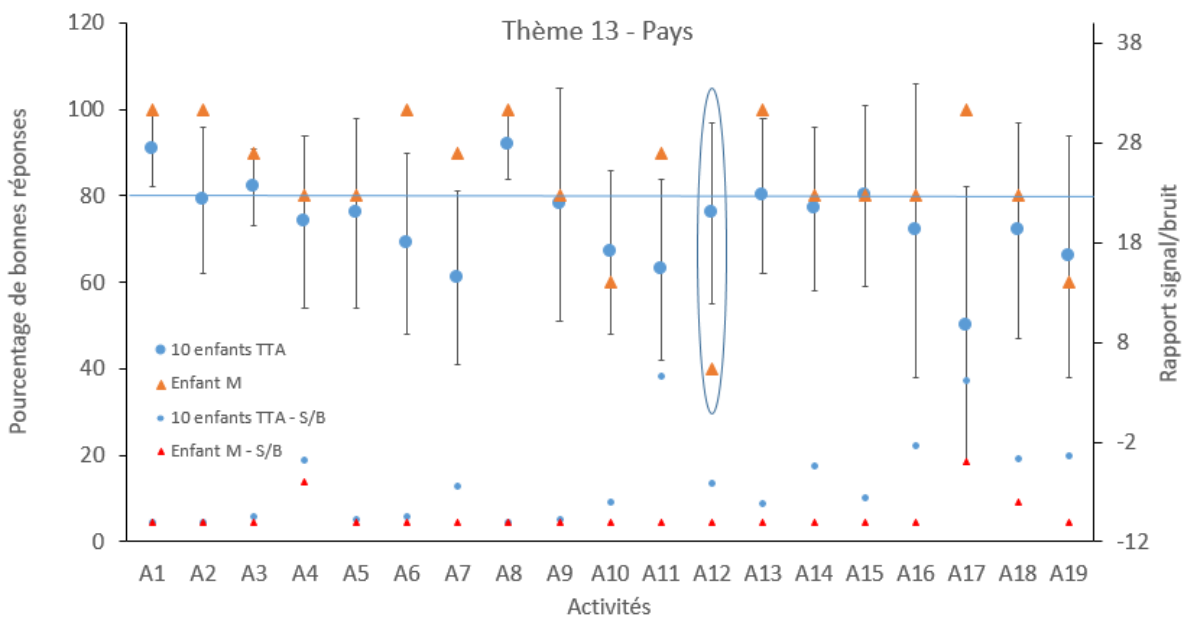
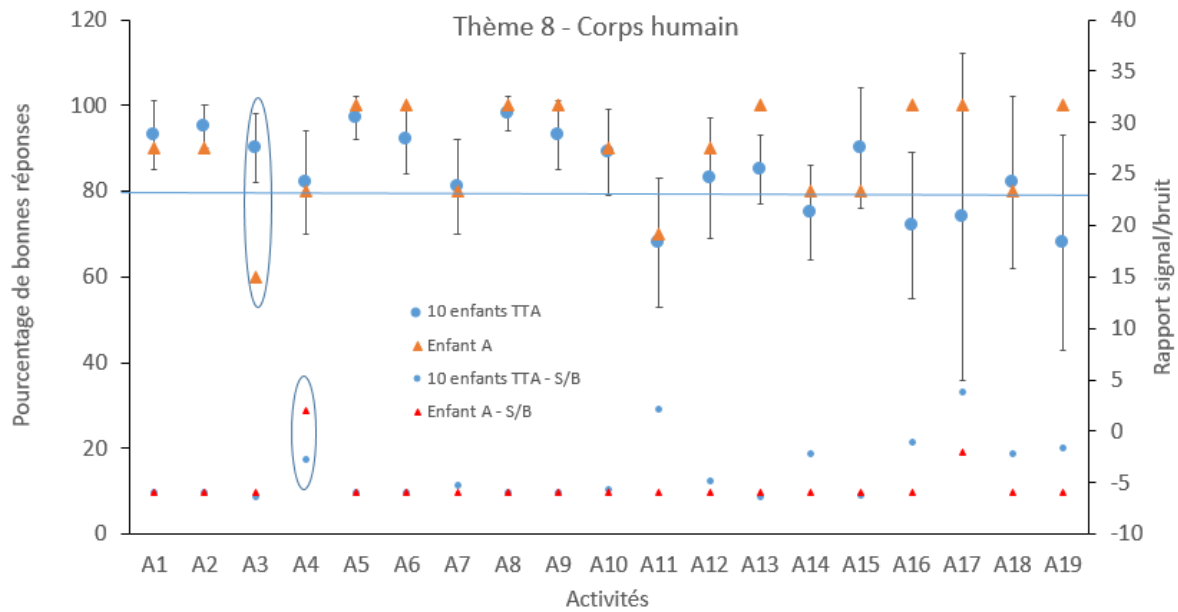


Figure 2. Modèle d'intervention pour améliorer la participation des personnes ayant un trouble de traitement auditif

Cette figure permet de détailler les différents types d'intervention qu'il est possible d'effectuer sur les enfants ayant un TTA selon les facteurs environnementaux et les facteurs personnels (GDCl, 2012).

Annexe B : Résultats des tests de quelques thèmes divers du LEB effectués par les enfants tout-venants.





En exemple, voici cinq thèmes différents effectués par les cinq enfants tout-venants, sans difficulté d'écoute dans le bruit. Nous pouvons constater que leurs résultats sont globalement supérieurs à la moyenne (cercles bleus) des résultats des enfants québécois ayant un TTA (les barres verticales représentent l'écart-type). De plus, ces résultats sont pour la plupart réalisés dans un rapport signal sur bruit équivalent ou plus défavorable que celui des enfants québécois. Ainsi, nous pouvons en conclure que l'accent ou le vocabulaire québécois présents n'ont pas d'impact important sur les résultats obtenus par les enfants parlant le français européen.

Annexe C : Questionnaire LIFE-UK traduit en version française

LIFE-UK IHP - FR
(Listening Inventories for Education UK Individual Hearing Profile -
Version en français)

Ton nom : _____ Quelle année : _____

La date : _____ Ta date de naissance : _____

Instructions

Tu auras à répondre à des questions sur ta capacité d'écoute à l'école. Pour chaque question, tu verras une image où la majorité du temps, il y a une enseignante et des élèves. Tu dois t'imaginer dans la situation imagée. Par exemple, voici une classe et en dessous de l'image, tu trouves cinq représentations d'un visage. Le visage triste signifie que c'est toujours difficile de comprendre dans cette situation. Le visage avec un sourire signifie que c'est toujours facile de comprendre et celui du milieu signifie que c'est parfois difficile de comprendre. Imagine que tu es dans ta classe.



Si les paroles de l'enseignante sont la plupart du temps facile à comprendre, tu mets un X sur le visage correspondant.

toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile

Maintenant, réponds aux questions suivantes :

1		<p>Il y a beaucoup de bruit à l'extérieur de la classe.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p>										
		<table border="1"> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
2		<p>C'est silencieux à l'intérieur et à l'extérieur de la classe.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p>										
		<table border="1"> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								

















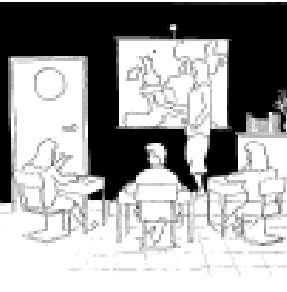















































Adapté par Benoît Jutra^{1,2}, Evelyne Veillet^{3,4} et Léa Benkhanouche⁴

1. Université de Montréal; 2. Centre de recherche, CHU Sainte-Justine;

3. Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Inserm U1028, CNRS UMR5202); 4. Université Lyon1.

Créé par Canning D. (1999) Listening Inventories For Education UK. London, UK: LIFE UK, City University.
 Tiré de http://soundingboard.earfoundation.org.uk/downloads/life-uk_ihp.pdf

LIFE-UK IHP - FR
(Listening Inventories for Education UK Individual Hearing Profile -
Version en français)

3		<p>Une activité vient de se terminer et les élèves rangent leurs affaires. Au même moment, l'enseignante dit quelque chose.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tbody> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
4		<p>L'enseignante parle, mais tu ne peux pas voir son visage.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tbody> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
5		<p>L'enseignante parle et des élèves font du bruit à l'extérieur de la classe.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tbody> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
6		<p>L'enseignante parle en même temps que des élèves chuchotent, rangent leurs affaires, déplacent leurs chaises et marchent dans la classe.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tbody> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												

Adapté par Benoît Jutras ^{1,2}, Evelyne Veillet ^{3,4} et Lila Benkhanouche ⁴

1. Université de Montréal; 2. Centre de recherche, CHU Sainte-Justine;

































































3. Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Inserm U1028, CNRS UMR5202); 4. Université Lyon1.

Page 2 de 5

Créé par Canning D. (1999) Listening Inventories For Education UK. London, UK: LIFE UK, City University.

Tiré de http://soundingboard earfoundation.org.uk/downloads/life-uk_1hp.pdf

LIFE-UK IHP - FR
(Listening Inventories for Education UK Individual Hearing Profile -
Version en français)

7		<p>L'enseignante pose une question à toute la classe. Un élève derrière toi répond à la question. Tu dois comprendre la réponse.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les mots?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">toujours facile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours facile</td> <td style="font-size: small;">parfois difficile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours difficile</td> <td style="font-size: small;">toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
8		<p>L'enseignante parle à la classe et un projecteur est en marche. Il y a aussi un ordinateur en marche qui est bruyant.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">toujours facile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours facile</td> <td style="font-size: small;">parfois difficile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours difficile</td> <td style="font-size: small;">toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
9		<p>L'enseignante parle tout en se déplaçant dans la classe. Tu ne peux pas la voir.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">toujours facile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours facile</td> <td style="font-size: small;">parfois difficile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours difficile</td> <td style="font-size: small;">toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
10		<p>L'enseignante fait une dictée en classe.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">toujours facile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours facile</td> <td style="font-size: small;">parfois difficile</td> <td style="font-size: small;">presque toujours difficile</td> <td style="font-size: small;">toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												

Adapté par: Benoît Jubias^{1,2}, Evelyne Veulliet^{3,4} et Lés Benkhanouche⁴

1. Université de Montréal, 2. Centre de recherche, CHU Sainte-Justine;

































































3. Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Inserm U1028, CNRS UMR5292); 4. Université Lyon1.

Page 3 de 5

Créé par Canning D. (1999) Listening Inventories For Education UK. London, UK: LIFE UK, City University.

Tiré de http://soundingboard.eafoundation.org.uk/downloads/life-uk_ihp.pdf

LIFE-UK IHP - FR
(Listening Inventories for Education UK Individual Hearing Profile -
Version en français)

11		<p>Il y a deux enseignants dans la classe. Une enseignante s'adresse à toi et tu dois écouter ce qu'elle te dit.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
12		<p>Les élèves travaillent en équipe dans la classe.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles des élèves de ton équipe?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
13		<p>Les élèves de l'école sont regroupés en rang dans une grande salle.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante se trouvant devant?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
14		<p>Dans la classe, les élèves forment des équipes. Dans ton équipe, les élèves sont assis de manière à former un demi-cercle et tu peux voir leur visage.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles des élèves de ton équipe?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tr> <td>toujours facile</td> <td>presque toujours facile</td> <td>parfois difficile</td> <td>presque toujours difficile</td> <td>toujours difficile</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												

Adapté par Benoit Jutras ^{1,2}, Evelyne Veillet ^{3,4} et Léa Benkhanouche ⁴

1. Université de Montréal; 2. Centre de recherche, CHU Sainte-Justine;

































































3. Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Inserm U1028, CNRS UMR5202); 4. Université Lyon1.

Page 4 de 5

Créé par Canning D. (1999) Listening Inventories For Education UK, London, UK: LIFE UK, City University.

Tiré de http://soundingboard.eafoundation.org.uk/downloads/life-uk_ihp.pdf

LIFE-UK IHP - FR
(Listening Inventories for Education UK Individual Hearing Profile -
Version en français)

15		<p>Tu parles avec tes amis dans la cour de récréation.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre ce qu'ils disent?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="font-size: small;">toujours facile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours facile</th> <th style="font-size: small;">parfois difficile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours difficile</th> <th style="font-size: small;">toujours difficile</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
16		<p>Tu es dans le gymnase pendant le cours d'éducation physique et les élèves bougent.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre les paroles de l'enseignante?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="font-size: small;">toujours facile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours facile</th> <th style="font-size: small;">parfois difficile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours difficile</th> <th style="font-size: small;">toujours difficile</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
17		<p>Tu es à la cantine. Un élève parle derrière toi.</p> <p>Comment arrives-tu à comprendre ses paroles?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="font-size: small;">toujours facile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours facile</th> <th style="font-size: small;">parfois difficile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours difficile</th> <th style="font-size: small;">toujours difficile</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												
18		<p>Tu es dans le couloir et tu discutes avec tes amis.</p> <p>Comment arrives-tu à les comprendre ?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="font-size: small;">toujours facile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours facile</th> <th style="font-size: small;">parfois difficile</th> <th style="font-size: small;">presque toujours difficile</th> <th style="font-size: small;">toujours difficile</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile					
toujours facile	presque toujours facile	parfois difficile	presque toujours difficile	toujours difficile								
												

A adapté par Benoît Jutras ^{1,2}, Evelyne Veillet ^{3,4} et Léa Benkhanouche ⁴

1. Université de Montréal; 2. Centre de recherche, CHU Sainte-Justine;

3. Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (Inserm U1028, CNRS UMR5292); 4. Université Lyon1.

Page 5 de 5

Créé par Canning D. (1999) Listening Inventories For Education UK. London, UK: LIFE UK, City University.

Tiré de http://soundingboard.eerfoundation.org.uk/downloads/life-uk_ihp.pdf

Electrophysiologie

Préparation

- Allumer les ordinateurs
- Récupérer la prise jack présente dans la cabine pour la brancher derrière l'ordinateur « recherche » (prise verte, repère présent)
- Stimulations sur l'ordinateur « recherche » :
 - ouvrir le dossier Benoit sur le bureau afin d'afficher les stimulations auditives
 - Le volume de cet ordinateur doit être à 80
- Régler l'audiomètre présent dans la cabine :
 - Actionner l'interrupteur à l'arrière
 - Appuyer sur le bouton CD/Tape
 - Enclencher le bouton correspondant à l'oreille droite (Right – bouton rouge)
 - Régler le volume à 60 dB
- Vérifier le vumètre de l'audiomètre : activer le son de 1000Hz présent sur l'ordinateur « recherche » dans le dossier de Benoit, et régler la jauge du vumètre sur 0 si besoin.
- Mise en route du logiciel sur l'ordinateur « Eclipse » :
 - Entrer le code pour ouvrir la session de l'ordinateur
 - Ouvrir le logiciel OtoAccess
 - Cliquer sur Fichier → nouveau client → entrer le code de l'enfant → Fichier → Enregistrer
 - Sélectionner dans les instruments (sur la droite) : PEA
 - Vérifier le protocole sélectionné (ATR_Trig_ext), cliquer sur ok lorsque le message « warning » s'affiche
 - Cliquer sur Fichier → Configuration système puis vérifier les données suivantes (propriétés des filtres, sortie déclenchement externe, durée)
- Préparation de la cabine :
 - Prendre coton, Nuprep, Ten 20 conductive et sparadrap
 - Mettre la crème Ten 20 conductive sur les électrodes
 - Préparer quelques bouts de sparadrap
 - Mettre une taie jetable sur l'oreiller et l'installer dans le fauteuil
- Placer les électrodes sur le patient :
 - Mesurer le point du vertex grâce au mètre présent dans la cabine : moitié de la distance entre la bosse derrière le crâne et entre les yeux/ moitié de la distance entre les deux tragus
 - Prendre le coton et mettre du Nuprep
 - Frotter le vertex, le front (ground) et les deux mastoïdes puis coller les électrodes avec le sparadrap

- Vérifier l'impédance des électrodes : inférieur à 5, pas d'écart supérieur à 2 entre l'activation des différentes électrodes, et éteindre l'appareil.
- Mettre le casque sur les oreilles de l'enfant. Attention le stimulus est dans l'oreille droite du casque.

Mesure des données électrophysiologiques

Vérifier que le patient entend avec la stimulation sans bruit.

Préparer sur le logiciel OtoAccess : enregistrement → cocher une intensité et cocher oreille droite.

Lancer la stimulation sans bruit sur l'ordinateur « recherche » et cliquer sur « départ » sur l'ordinateur Eclipse.

Faire deux courbes sans le bruit et vérifier que les mesures sont reproductibles. Sinon, effectuer une nouvelle mesure.

Améliorer les courbes :

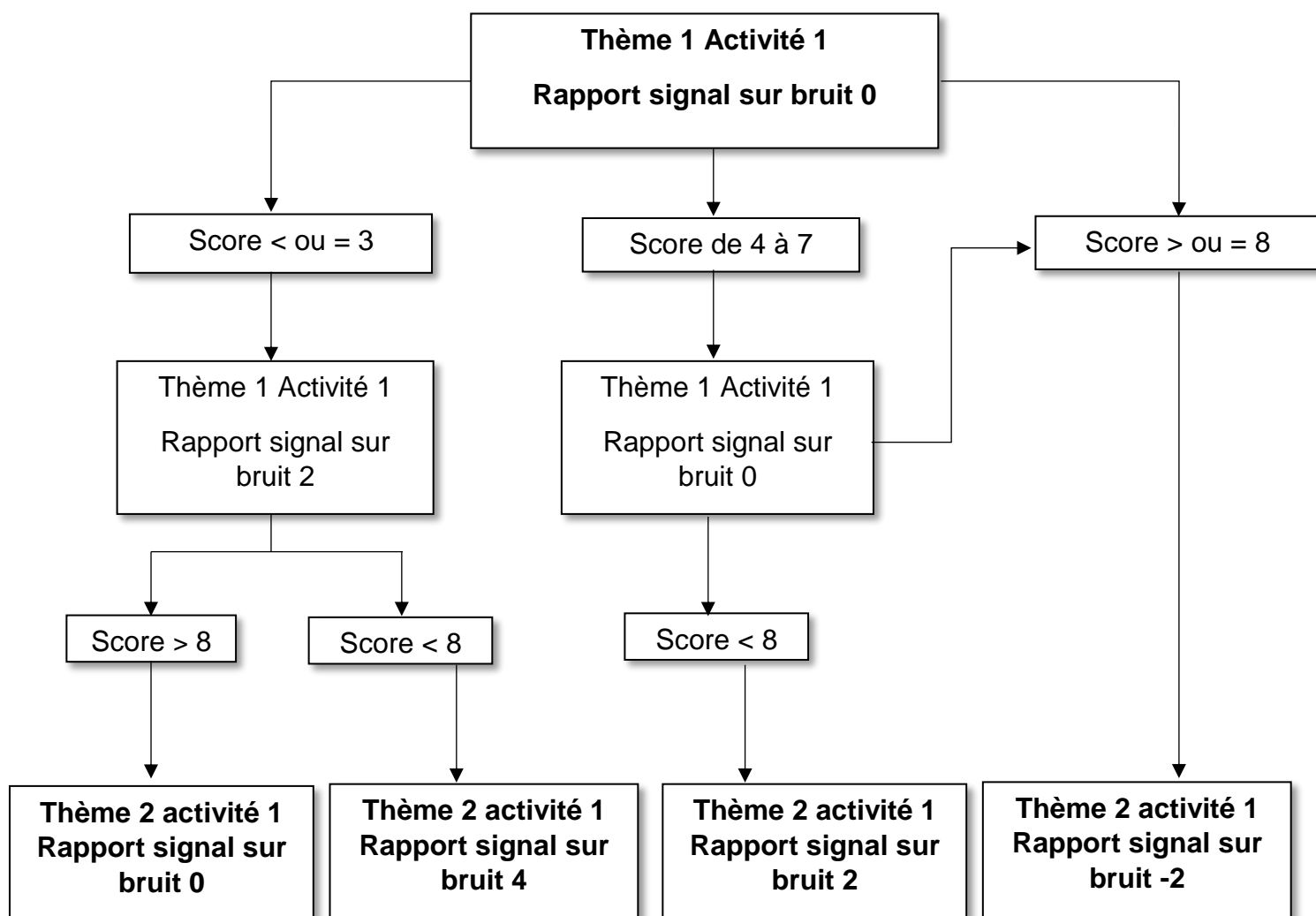
- Editer → Réglages des filtres → Filtre passe bas : 33Hz / Filtre passe haut : 1,67 Hz
- Rapprocher les deux courbes, en sélectionner une en double-cliquant, cliquer droit et fusionner.
- Identifier les ondes P1, N1, P2, N2 (partir de la N2, assez reconnaissable, basse importante). Annoter en cas de doute.
- Ajouter les écarts à la ligne de base

Enregistrement PDF :

- Fichier → imprimer en PDF
- C:/Programfiles → interacoustics → Eclipse → Epxx → Application Data → NativePDFs

Ce document, extrait de la fiche protocole conçue pour l'étude, permettait de suivre la démarche afin de mettre en place les différents éléments et de mesurer les PEALL. L'impédance des électrodes devait être vérifiée plusieurs fois afin de contrôler leur fonctionnement.

Annexe E : Principe d'adaptabilité du logiciel d'entraînement auditif



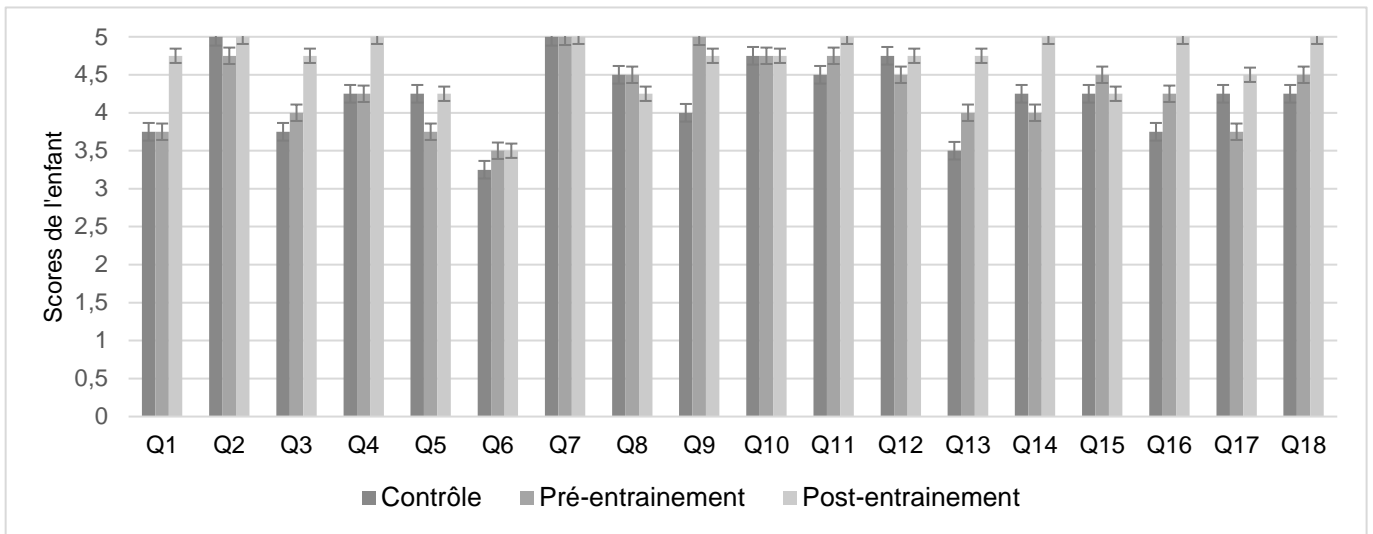
L'enfant effectue l'activité 1 du thème 1 avec un rapport signal sur bruit de 0 (parole et bruit de fond à la même intensité).

Si son score est inférieur ou égal à 3, il refait l'activité 1 avec un rapport signal sur bruit plus favorable : la parole sera 2dB supérieur au bruit de fond. Si le score 2 est inférieur à 8, la même activité du thème suivant aura un rapport signal sur bruit amélioré à nouveau de 2dB. Si le score 2 est supérieur à 8, le rapport signal sur bruit de 2dB est conservé lors de la même activité du thème suivant.

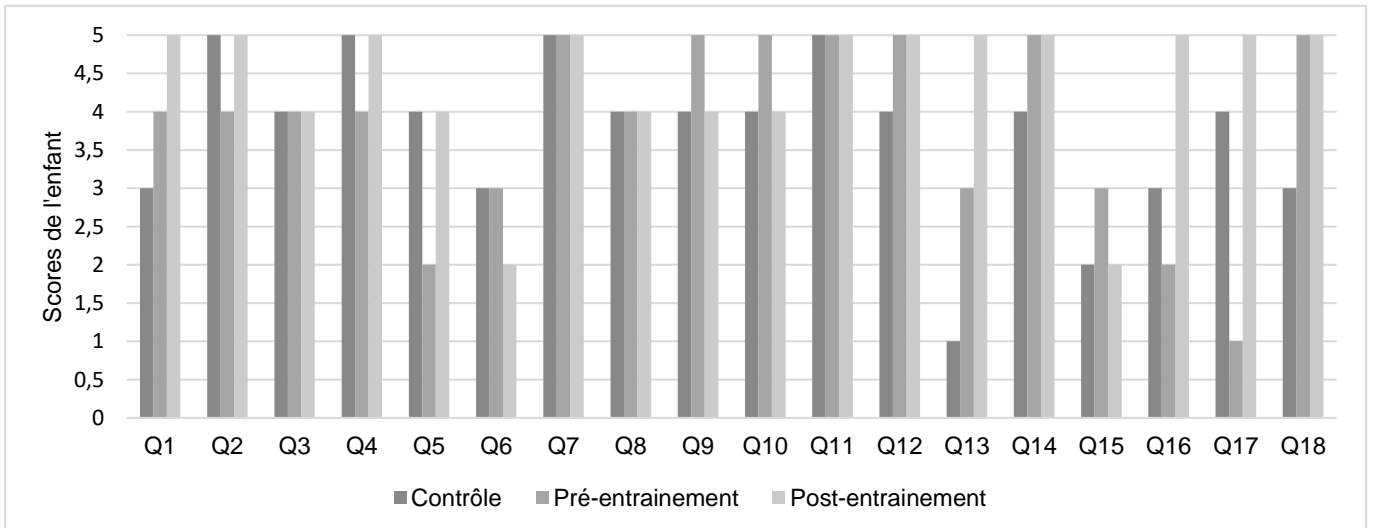
Si lors de l'activité 1 du thème 1, son score est entre 4 et 7, l'enfant refait l'activité 1 avec le même rapport signal sur bruit.

Si le score de l'enfant est supérieur ou égal à 8, la même activité au thème suivant sera présentée avec un rapport signal sur bruit augmenté de 2dB par rapport à la parole.

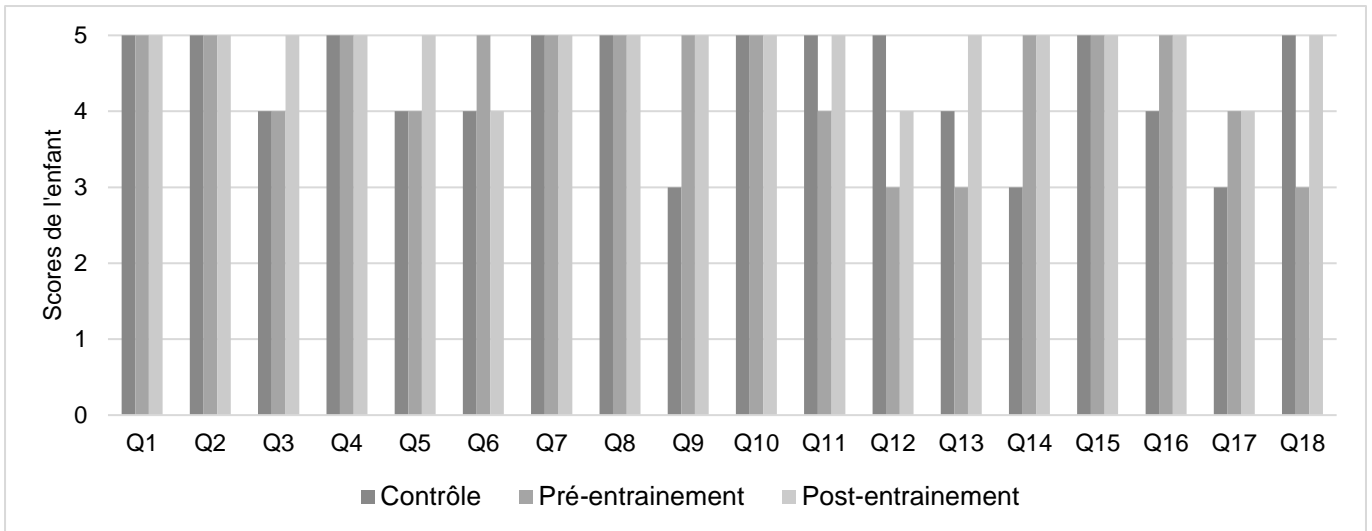
Annexe F : Présentation des réponses au questionnaire pour tous les sujets, moyennées et individuelles.



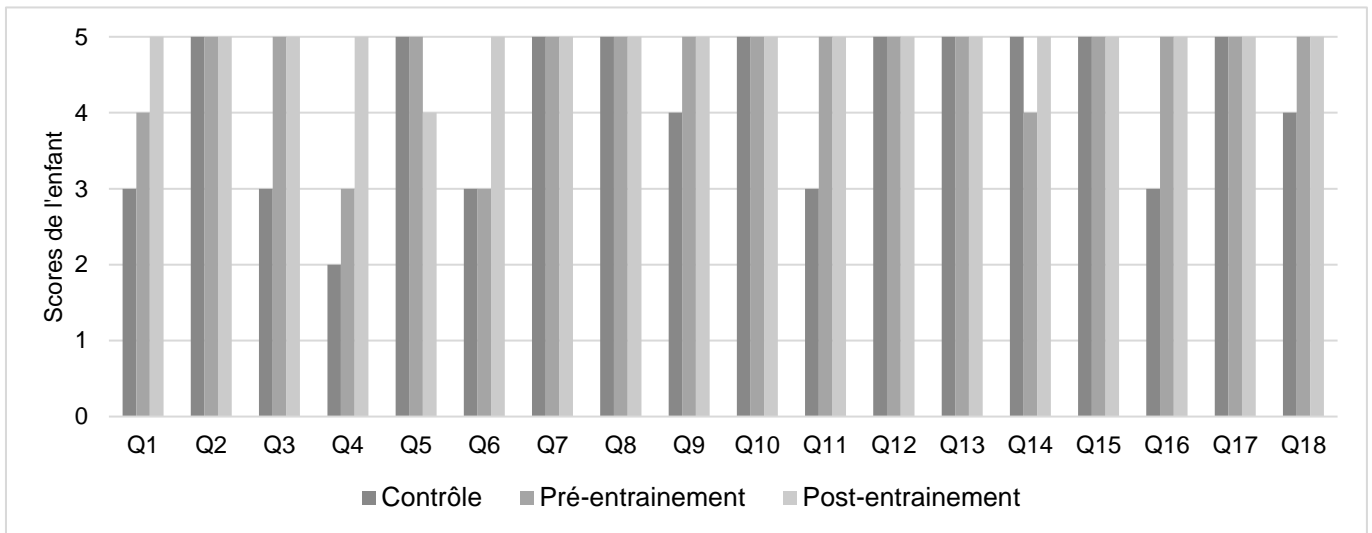
Graphique 2 : Moyenne des réponses obtenues au questionnaire LIFE-UK pour toutes les questions.



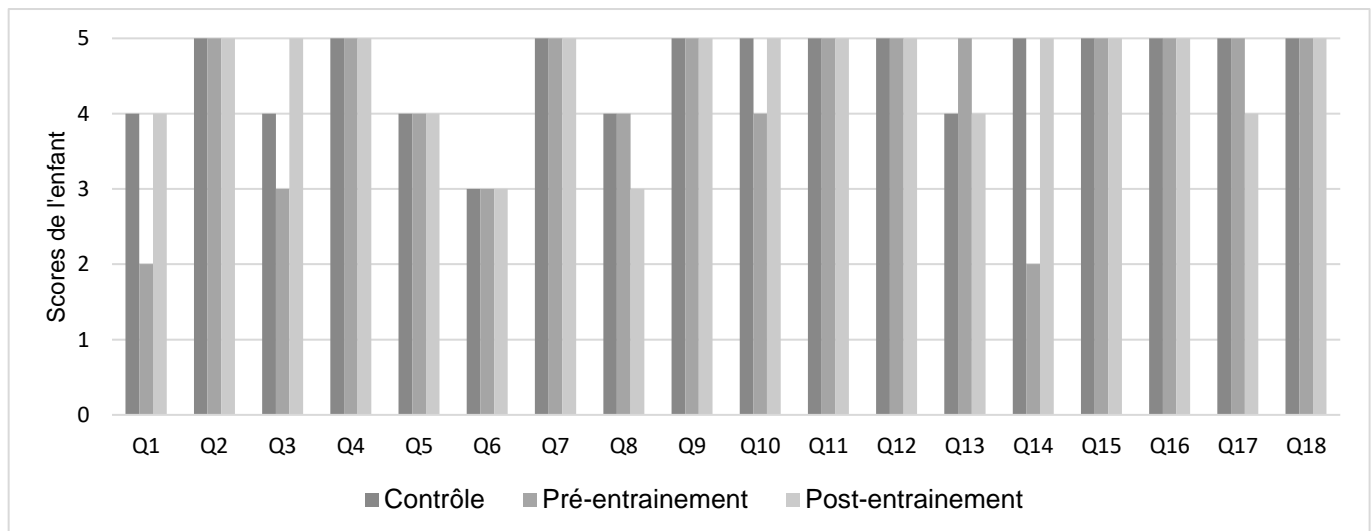
Graphique 3 : Réponses données au questionnaire LIFE-UK par le participant 1.



Graphique 4 : Réponses données au questionnaire LIFE-UK par le participant 2.

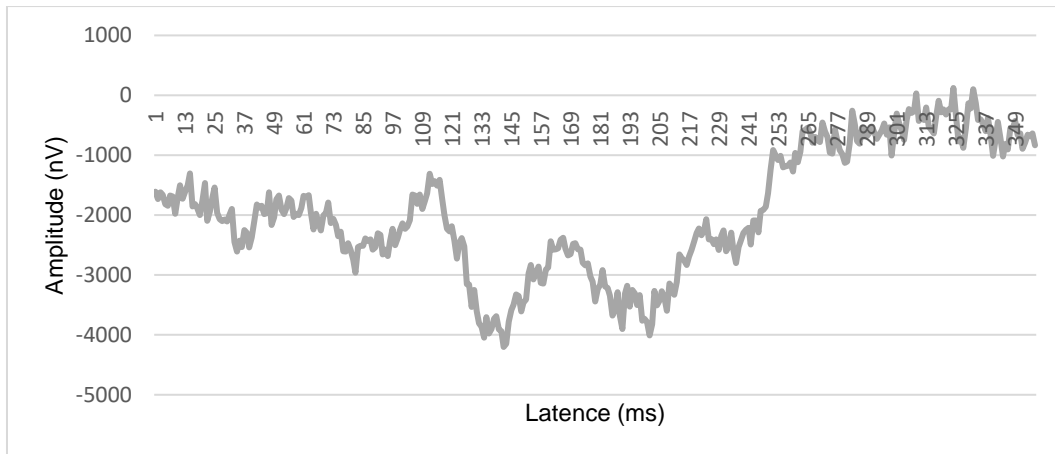


Graphique 5 : Réponses données au questionnaire LIFE-UK par le participant 3.

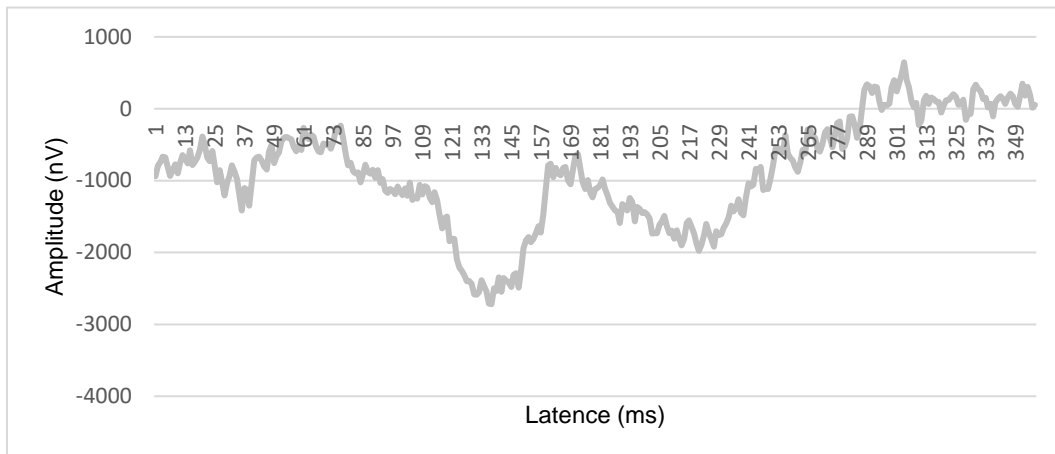


Graphique 6 : Réponses données au questionnaire LIFE-UK par le participant 4.

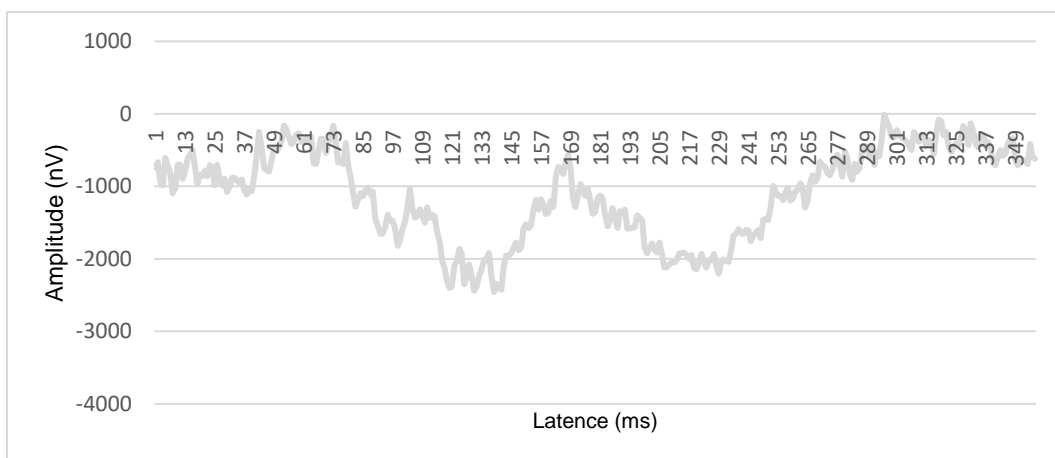
Annexe G : Moyenne des résultats aux PEALL pour l'oreille droite.



Graphique 13 : Moyenne des courbes obtenues en contrôle aux PEALL pour les quatre participants pour l'oreille droite.

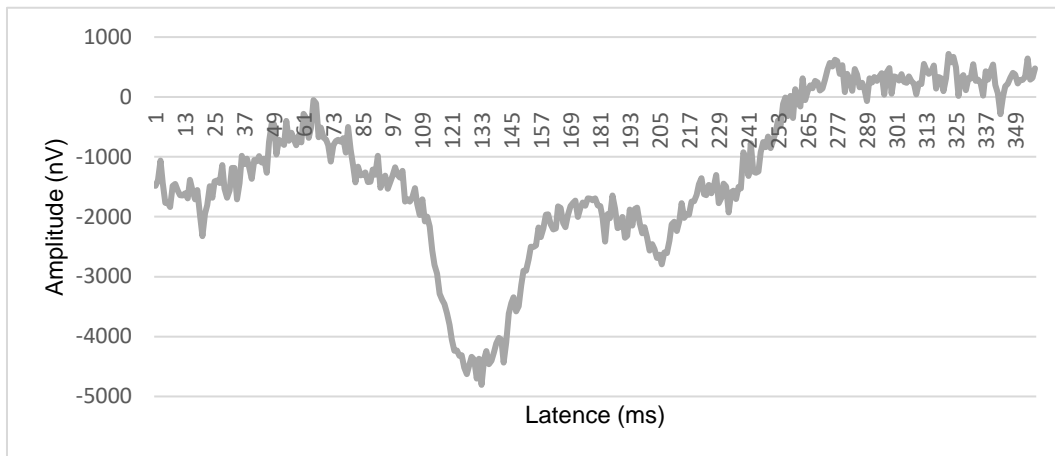


Graphique 14 : Moyenne des courbes obtenues en pré-entraînement aux PEALL pour les quatre participants pour l'oreille droite.

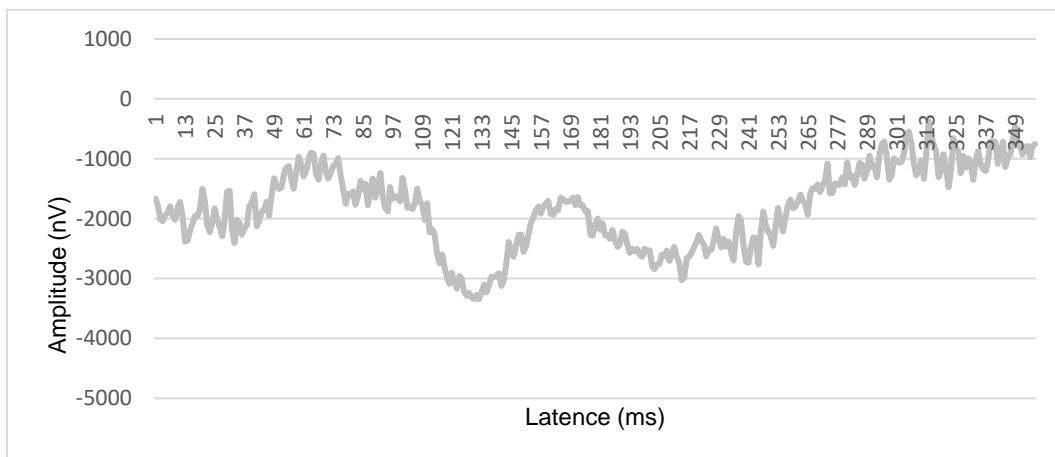


Graphique 15 : Moyenne des courbes obtenues en post-entraînement aux PEALL pour les quatre participants pour l'oreille droite.

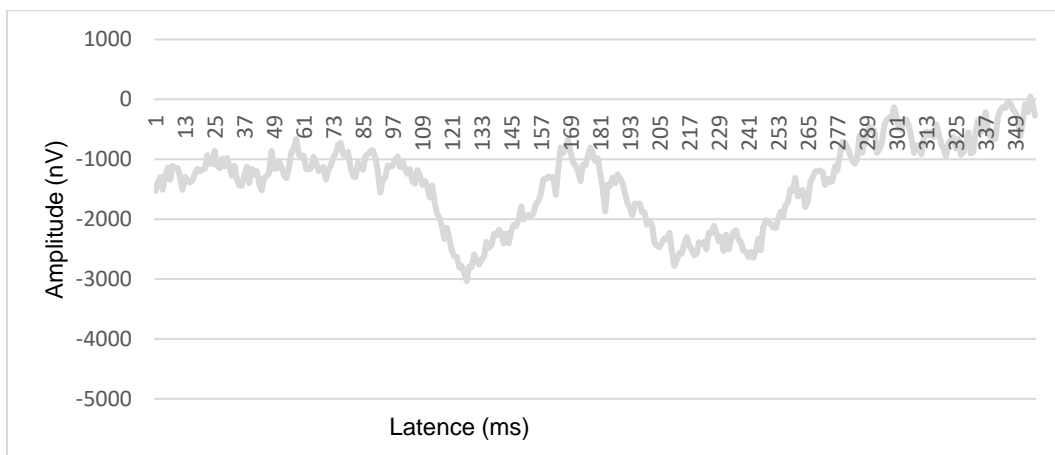
Annexe H : Moyenne des résultats aux PEALL pour l'oreille gauche.



Graphique 16 : Moyenne des courbes obtenues en contrôle aux PEALL pour les quatre participants pour l'oreille gauche.

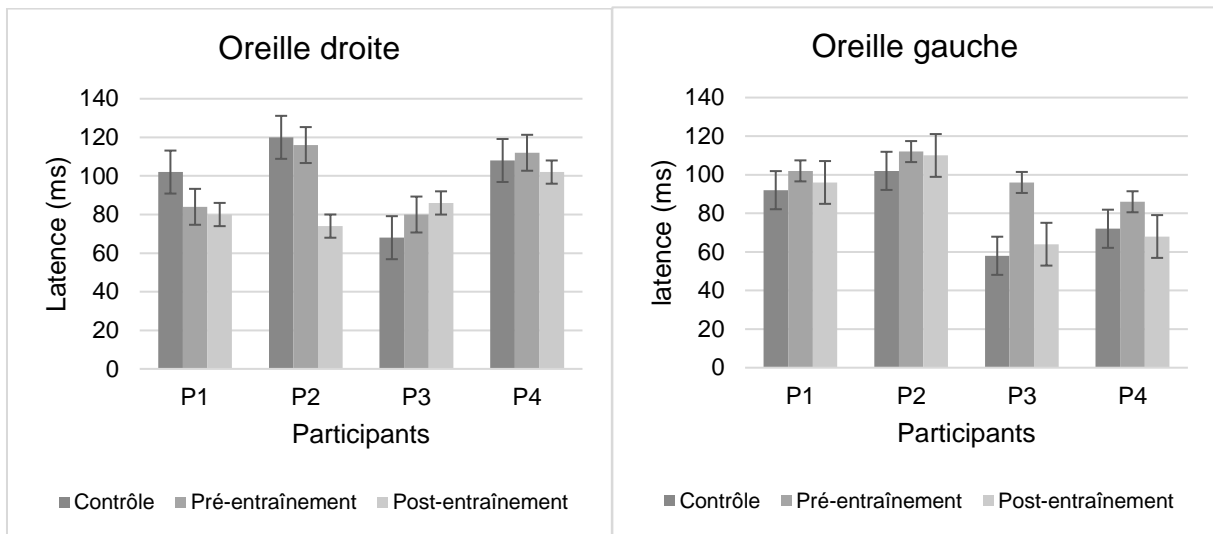


Graphique 17 : Moyenne des courbes obtenues en pré-entraînement aux PEALL pour les quatre participants pour l'oreille gauche.

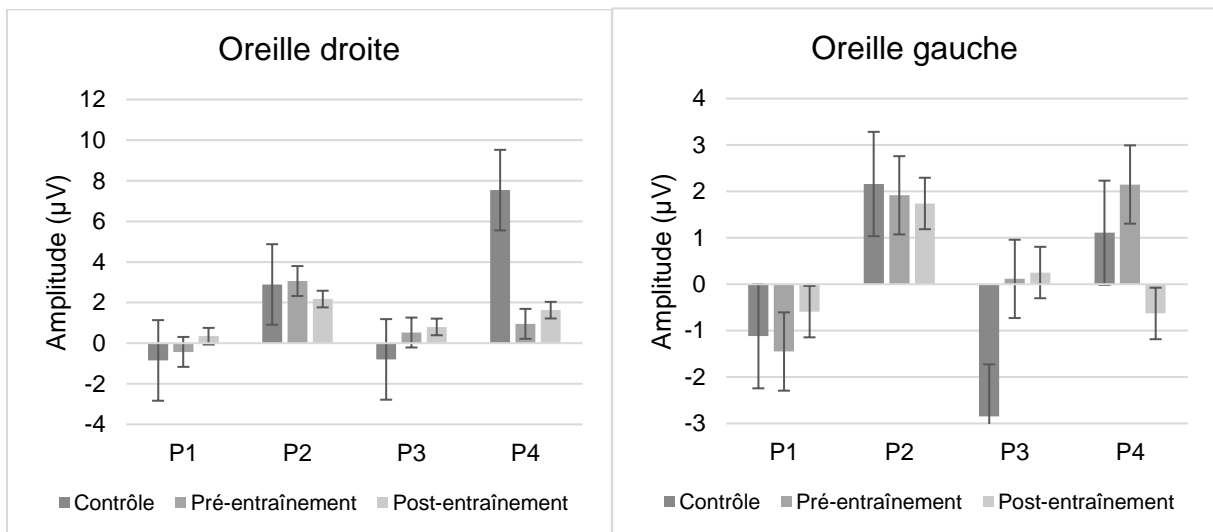


Graphique 18 : Moyenne des courbes obtenues en post-entraînement aux PEALL pour les quatre participants pour l'oreille gauche.

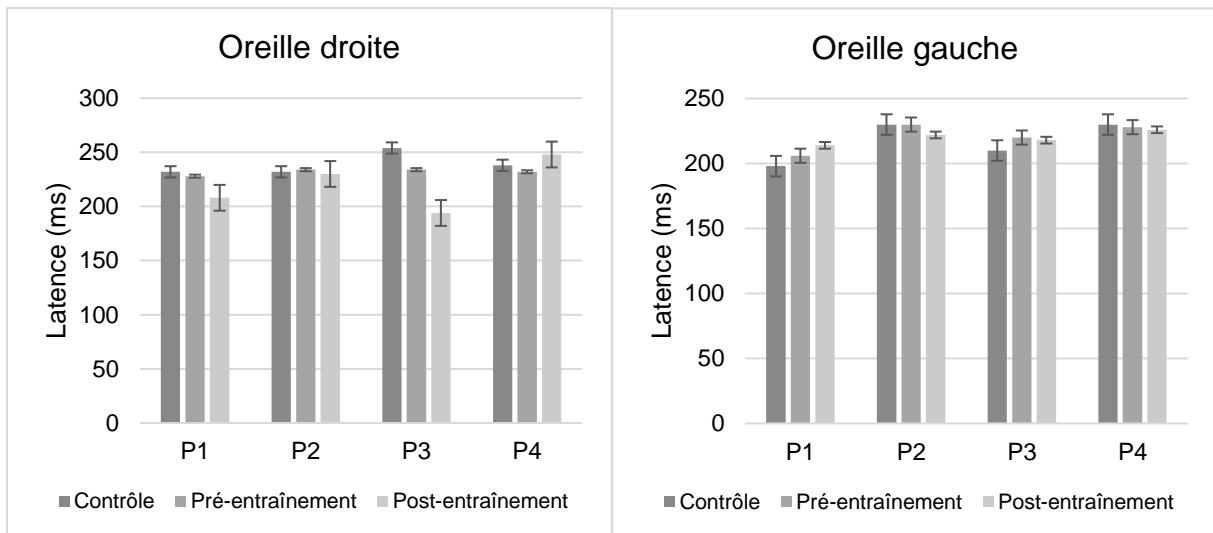
Annexe I : Mesures des ondes P1 et N2 aux PEALL pour chacun des participants.



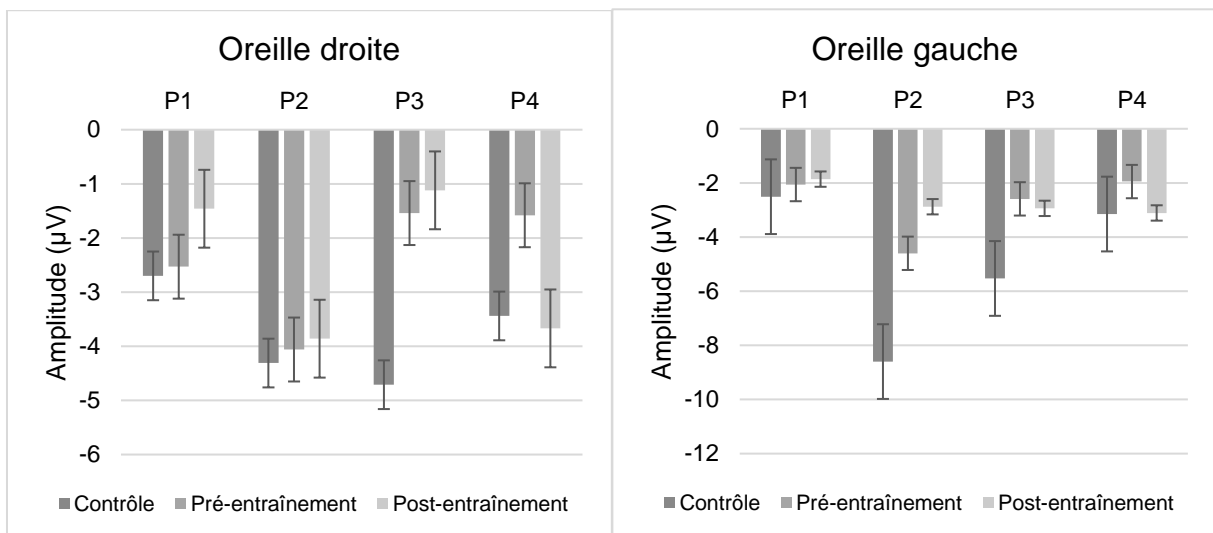
Graphique 19 : Latence de l'onde P1 pour l'oreille droite et l'oreille gauche pour chacun des participants.



Graphique 20 : Amplitude de l'onde P1 pour l'oreille droite et l'oreille gauche pour chacun des participants.

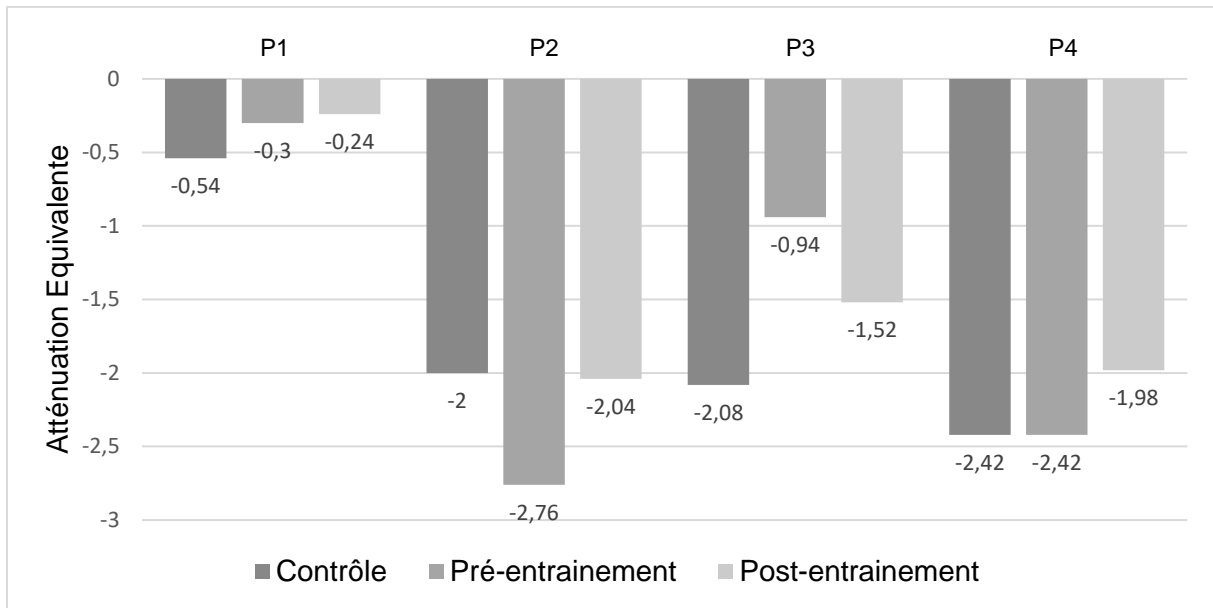


Graphique 21 : Latence de l'onde N2 pour l'oreille droite et l'oreille gauche pour chacun des participants.

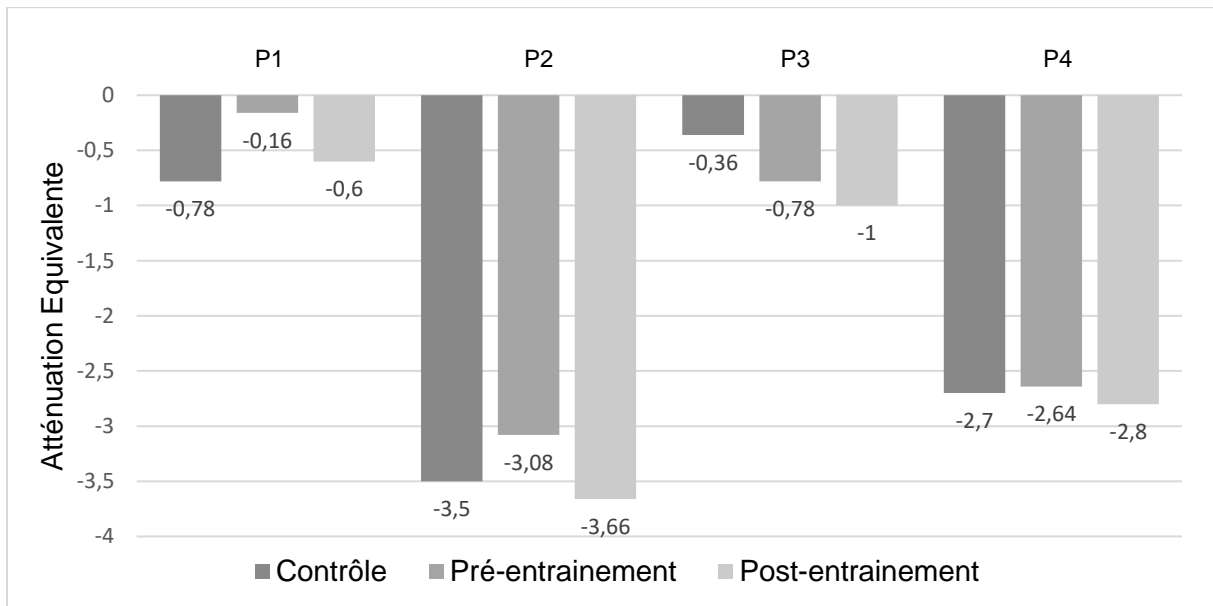


Graphique 22 : Amplitude de l'onde N2 pour l'oreille droite et l'oreille gauche pour chacun des participants.

Annexe J : Résultats des OEA donnant l'atténuation équivalente de l'oreille droite et de l'oreille gauche.

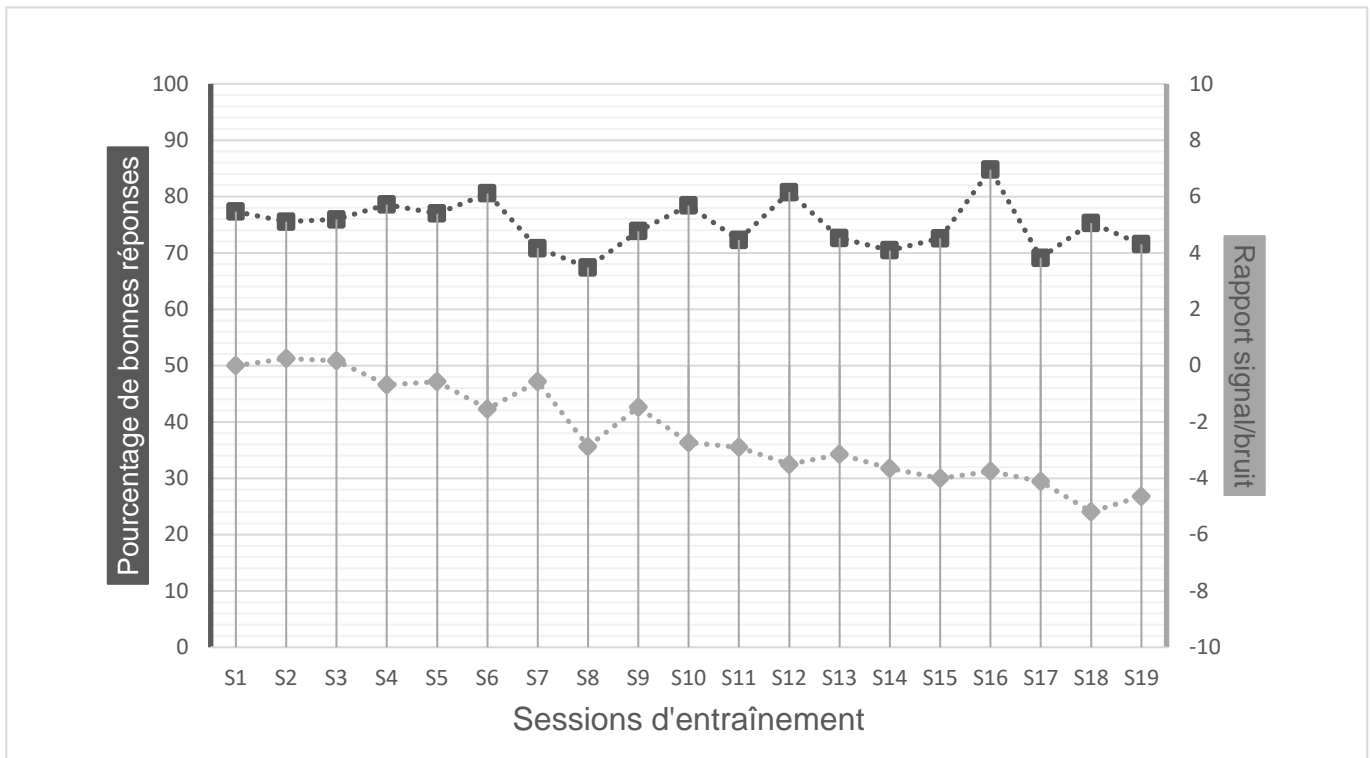


Graphique 24 : Atténuation équivalente de l'oreille droite pour chacun des participants.

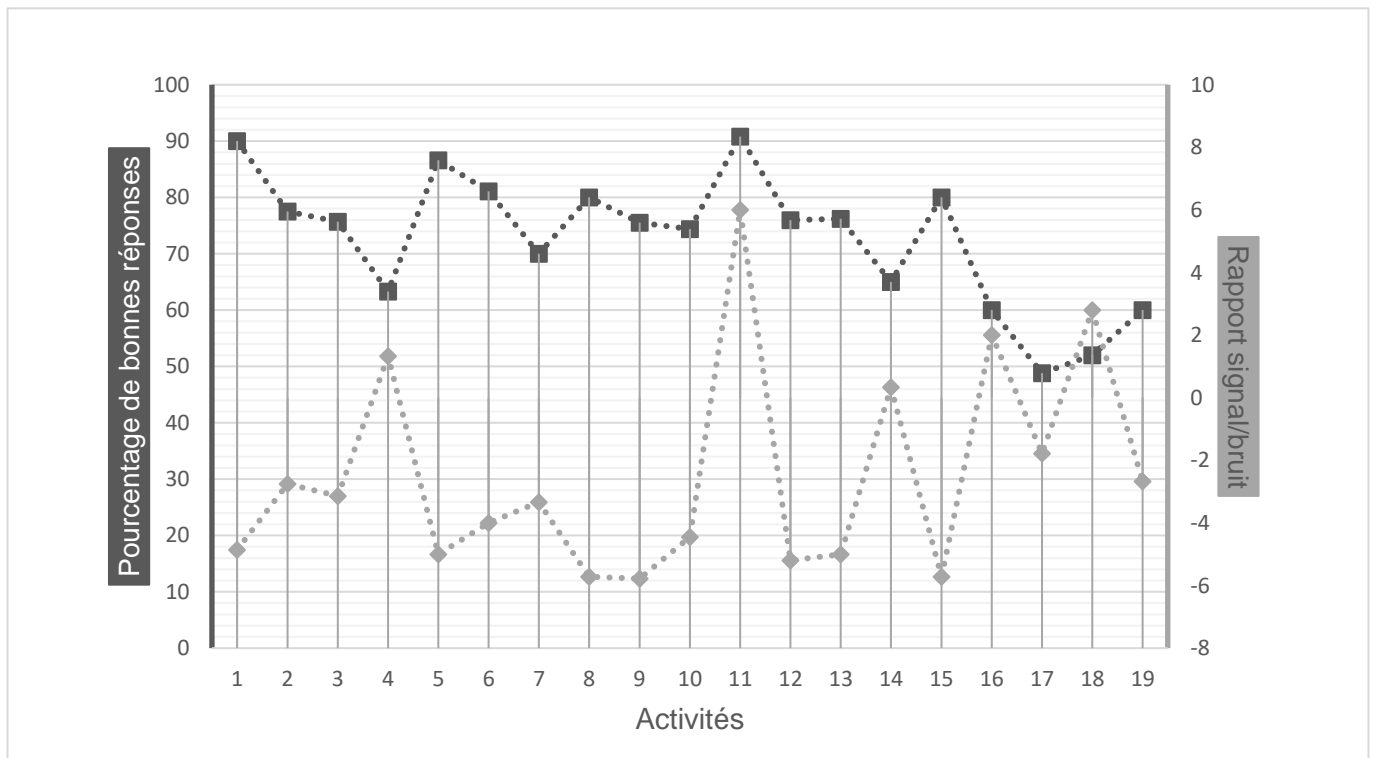


Graphique 25 : Atténuation équivalente de l'oreille gauche pour chacun des participants.

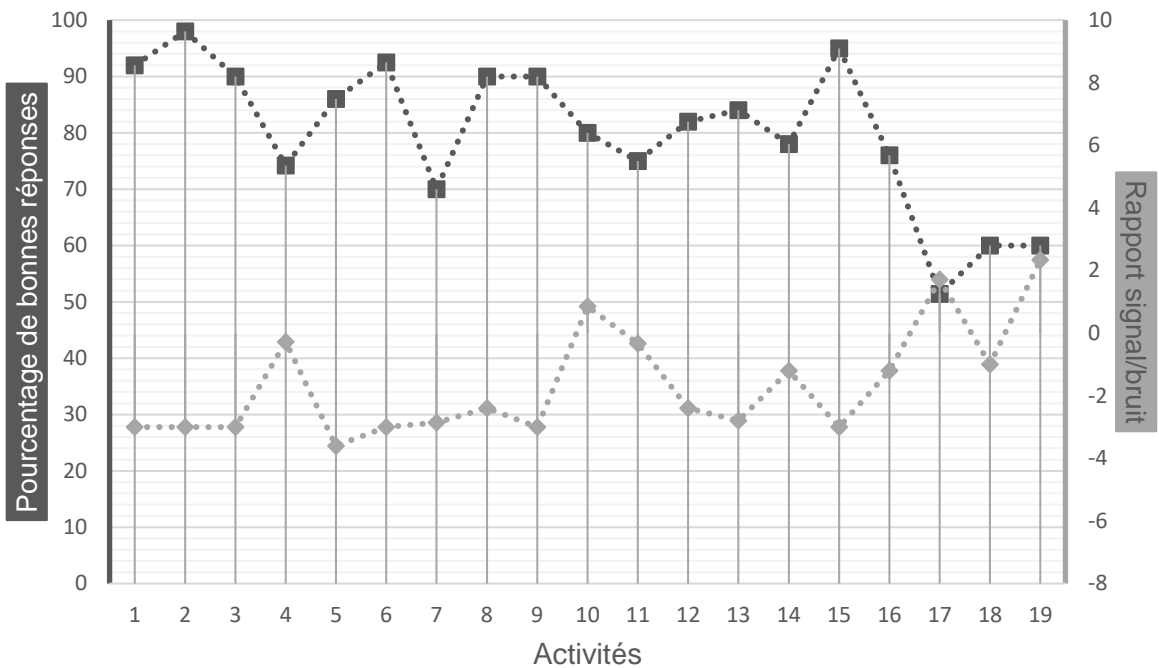
Annexe K : Résultats de l'entraînement auditif



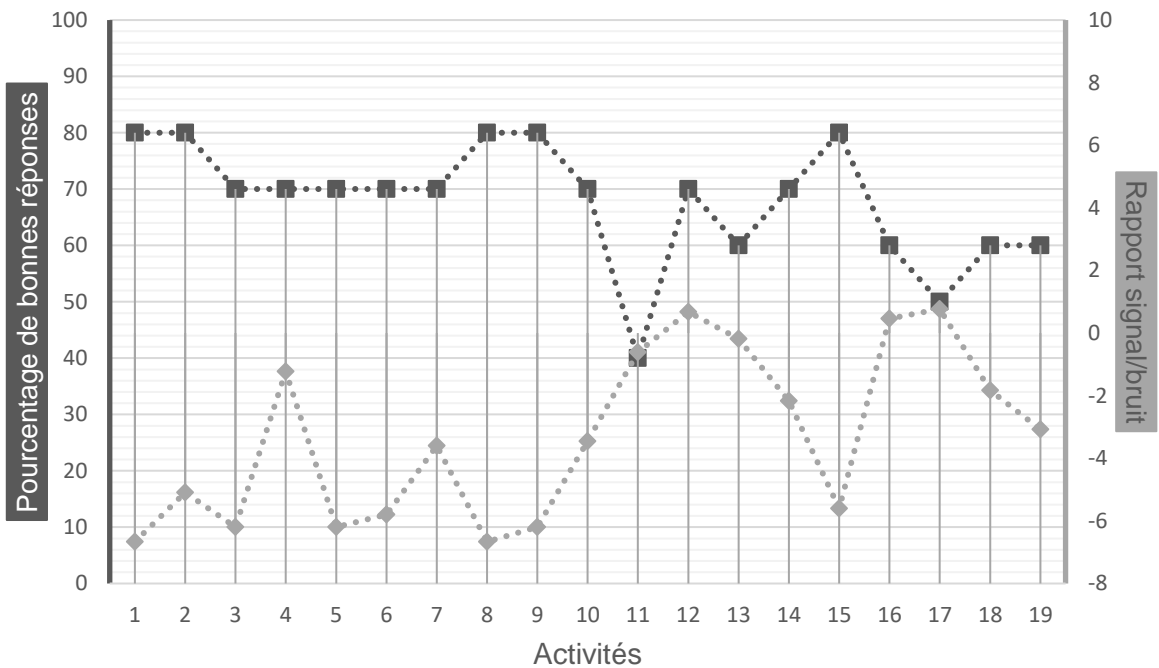
Graphique 26 : Moyenne des résultats et du rapport signal/bruit en fonction des sessions d'entraînement pour tous les participants.



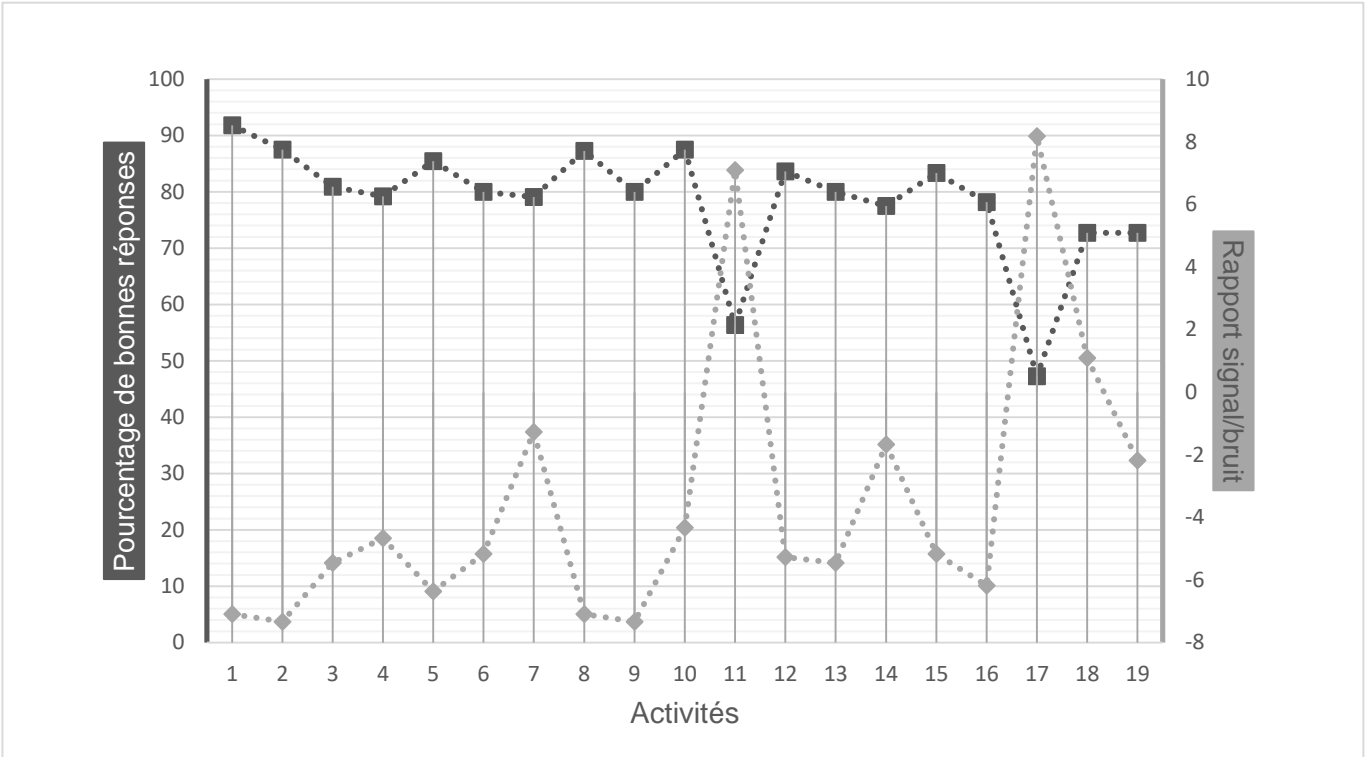
Graphique 27 : Moyenne des résultats et du rapport signal/bruit en fonction des activités pour le participant 1.



Graphique 28 : Moyenne des résultats et du rapport signal/bruit en fonction des activités pour le participant 2.



Graphique 29 : Moyenne des résultats et du rapport signal/bruit en fonction des activités pour le participant 3.



Graphique 30 : Moyenne des résultats et du rapport signal/bruit en fonction des thèmes pour le participant 4.