

**Utilisation d'un outil de mesures  
électrophysiologiques pour le suivi  
en réadaptation de la clientèle  
présentant une déficience visuelle,  
auditive ou une surdicécité**

**Rapport d'évaluation des technologies et  
des modes d'intervention en santé et services  
sociaux (ETMISSS) abrégée**

---

**Avril 2018**

**Centre intégré universitaire  
de santé et de services sociaux  
de la Capitale-Nationale**

**Dépôt légal** : 2018

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

**ISBN** : 978-2-550-81669-0 (imprimé)

**ISBN** : 978-2-550-81670-6 (PDF)

© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale, 2018

# Utilisation d'un outil de mesures électrophysiologiques pour le suivi en réadaptation de la clientèle présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdité

Rapport d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et services sociaux (ETMISSS) abrégée

---

Auteures

**Désirée Nsanzabera**, professionnelle en ETMI

**Patricia Bouchard**, professionnelle en ETMI

**Sylvie St-Jacques**, Ph. D., responsable scientifique

Direction de l'enseignement et des affaires universitaires (DEAU)

Service de l'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et services sociaux (ETMISSS) et de la bibliothèque

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Avril 2018

## **Demandeurs**

Paola Alborno, chef de programme - Programme en déficience auditive enfants-adolescents et implant cochléaire tous âges - DDITSADP, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Johanne Cantin, chef de programme - Programme en déficience auditive adultes-aînés et surdité  
- Direction des programmes Déficience intellectuelle et trouble du spectre de l'autisme, et Déficience physique (DDITSADP), CIUSSS de la Capitale-Nationale

Johanne Lambert, chef de programme (jusqu'en avril 2015) – Programme en déficience visuelle tous âges - DDITSADP, CIUSSS de la Capitale-Nationale

## **Gestionnaire du mandat**

Sandra Lavigne, adjointe au directeur de l'enseignement et des affaires universitaires  
– développement des instituts universitaires, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Julie Villeneuve, directrice adjointe de l'enseignement et des affaires universitaires, CIUSSS de la Capitale-Nationale

## **Recherche documentaire**

Nathalie Mousseau, bibliothécaire, CIUSSS de la Capitale-Nationale (jusqu'en février 2017)

## **Mise en page**

Mélissa Lepage, technicienne en administration, CIUSSS de la Capitale-Nationale

## **Révision linguistique**

Anne-Marie Tourville, technicienne en administration, CIUSSS de la Capitale-Nationale

## **Comité de suivi**

Éric Huard, audiologiste – Programme en déficience auditive enfants - adolescents et implant cochléaire tous âges - DDITSADP, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Dr Jean-Paul Lachance, optométriste – Programme en déficience visuelle tous âges - DDITSADP, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Catherine-Ève Morency, audiologiste – Programme en déficience auditive adultes-aînés et surdité  
- DDITSADP, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Josée Ouellette, usager partenaire

Marie-Josée Paradis, audiologiste – Programme en déficience auditive enfants-adolescents et implant cochléaire tous âges – DDITSADP, CIUSSS de la Capitale-Nationale

André St-Hilaire, usager partenaire

## **Conseil de validation scientifique**

Louise Dufresne, chercheuse – Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale (CIRRIS)

Jean-Sebastien Roy, chercheur – CIRRIS

Maggy Wassef, agente de planification, de programmation et de recherche - Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et en services sociaux (UETMISSS) – CIUSSS de l'Ouest-de-l'Île-de-Montréal

## **Remerciements**

Les auteurs remercient chaleureusement les personnes qui ont également été impliquées dans la réalisation de cette ETMI :

Normand Boucher, chercheur d'établissement, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Isabelle Deaudelin, professionnelle en ETMI, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Lyne Dufresne, chef de programme – Programme en déficience visuelle tous âges – DDITSADP, CIUSSS de la Capitale-Nationale

## **Responsabilité**

Ce document n'engage d'aucune façon la responsabilité du CIUSSS de la Capitale-Nationale, de son personnel et des professionnels à l'égard des informations transmises. En conséquence, le CIUSSS de la Capitale-Nationale et les membres de l'UETMISSS ne pourront être tenus responsables en aucun cas de tout dommage de quelque nature que ce soit au regard de l'utilisation ou de l'interprétation de ces informations.

## **Comment citer ce document**

Nsanzabera, D., Bouchard, P. et St-Jacques, S. (2018). Utilisation d'un outil de mesures électrophysiologiques pour le suivi en réadaptation de la clientèle présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdité. Rapport d'ETMISSS abrégée, UETMISSS, CIUSSS de la Capitale-Nationale, 48 p.

Toute reproduction totale ou partielle est autorisée à condition d'en mentionner la source.

## **Déclaration de conflit d'intérêts**

Aucun conflit d'intérêts n'a été rapporté.

## **Production**

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

2915, avenue du Bourg-Royal

Québec (Québec) G1C 3S2

Téléphone : 418 266-1019

Télécopieur : 418 661-5102

Site Internet : <http://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca>

**Dépôt légal : 2018**

## SOMMAIRE

### Utilisation d'un outil de mesures électrophysiologiques pour le suivi en réadaptation de la clientèle présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdité

Désirée Nsanzabera, Patricia Bouchard et Sylvie St-Jacques

L'appréciation de l'évolution des clientèles présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdité chez qui les outils usuels d'évaluation (questionnaires, observations, examens auditifs ou visuels) comportent des limites d'administration représente un défi pour les intervenants. C'est le cas des usagers présentant un problème cognitif ou langagier. Aussi, les mesures basées sur la perception de l'usager et sur l'observation d'une tierce personne demeurent subjectives.

Le CIUSSS de la Capitale-Nationale possède un appareil pour la prise de mesures d'électromyographie en physiothérapie. Cet appareil offrirait la possibilité de prendre des mesures électrophysiologiques auprès des clientèles présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdité. La finalité diagnostique de ce type d'appareil est bien connue, mais son utilisation pour apprécier l'évolution des habiletés visuelles ou auditives des personnes en réadaptation est inconnue.

Les intervenants et gestionnaires du CIUSSS de la Capitale-Nationale impliqués auprès des clientèles inscrites dans les programmes cliniques en déficience visuelle ou auditive ou en surdité ont soumis la question suivante à l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et services sociaux (UETMISSS) :

**« Est-ce que les mesures électrophysiologiques permettent le suivi en réadaptation de la clientèle de tous âges présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdité ? »**

Pour répondre à cette question, une revue systématique de la littérature ainsi qu'une collecte de données auprès d'utilisateurs d'appareils d'électrodiagnostic et d'un chercheur ont été réalisées. L'analyse des données issues des 17 études incluses et des huit consultations a conduit aux constats suivants :

### PRINCIPAUX CONSTATS

- Il y a peu d'études sur l'utilisation des potentiels évoqués (PÉ) en contexte de réadaptation;
- On observe une grande variabilité des clientèles, des problématiques, des interventions et des appareils d'électrodiagnostic utilisés dans les études;
- Les résultats suggèrent que les mesures de PÉ pourraient être utilisées en réadaptation chez les enfants présentant de l'amblyopie ou un trouble du traitement auditif (TTA);
- Davantage d'études dans un contexte de réadaptation sont nécessaires pour se prononcer sur la valeur ajoutée des mesures de PÉ dans le suivi des clientèles présentant des déficits visuels et auditifs;
- Il n'y a pas de norme concernant l'utilisation et l'interprétation des PÉ dans un contexte de réadaptation;
- Il serait pertinent de développer une pratique de réadaptation qui favorise l'utilisation des PÉ afin de pouvoir les évaluer.

Compte tenu des limites méthodologiques des études retenues, ces constats doivent être interprétés avec prudence. Davantage d'études sont nécessaires pour apprécier la valeur ajoutée des mesures de PÉ dans un contexte de réadaptation visuelle et auditive. L'expertise concernant l'utilisation de mesures électrophysiologiques en réadaptation reste à développer.

# TABLE DES MATIÈRES

---

SOMMAIRE .....	iv
TABLE DES MATIÈRES .....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	vi
LISTE DES ANNEXES .....	vi
LISTE DES FIGURES .....	vi
SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	vii
GLOSSAIRE .....	viii
RÉSUMÉ .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. PROBLÉMATIQUE .....	12
1.1 Définition des potentiels évoqués .....	13
1.2 Potentiels évoqués visuels .....	14
1.3 Potentiels évoqués auditifs .....	14
2. OBJECTIFS DU PROJET .....	15
2.1 Question décisionnelle .....	15
2.2 Questions d'évaluation .....	15
3. MÉTHODE .....	16
4. RÉSULTATS .....	17
4.1 Sélection des documents .....	17
4.2 Caractéristiques des documents retenus .....	17
4.2.1 Réadaptation visuelle .....	17
4.2.2 Réadaptation auditive .....	17
4.3 Mesures de PÉ en réadaptation .....	17
4.3.1 Utilisation des mesures de PÉV .....	17
4.3.2 Utilisation des mesures de PÉA .....	19
4.3.3 Entrevues concernant l'utilisation des PÉA .....	21
4.4 MODALITÉS ET COÛTS D'UTILISATION DES MESURES DE PÉ .....	22
4.4.1 Résultats des études primaires .....	22
4.4.2 Résultats des entrevues .....	22
5. DISCUSSION .....	24
RÉFÉRENCES .....	48

## **LISTE DES TABLEAUX**

---

Tableau 1 : Variations des mesures comportementales et des mesures de PÉV avant/après interventions.....	18
Tableau 2 : Variations des mesures comportementales et des mesures de PÉA avant/après interventions.....	19

## **LISTE DES ANNEXES**

---

Annexe 1 : Liste des questions posées lors des entrevues .....	25
Annexe 2 : Schéma de sélection des publications.....	27
Annexe 3 : Résumés des études retenues.....	28
Annexe 4 : Tableaux d'extraction des résultats .....	33
Annexe 5 : Liste de standards, guides et protocoles cliniques identifiés.....	45
Annexe 6 : Synthèse des éléments recueillis lors des entrevues .....	46

## **LISTE DES FIGURES**

---

Figure 1 : Composantes du PÉ .....	13
------------------------------------	----

## SIGLES ET ABRÉVIATIONS

---

ABR :	Auditory brainstem response
AVC :	Accident vasculaire cérébral
CHU :	Centre hospitalier universitaire
CHUM :	Centre hospitalier de l'Université de Montréal
CHUS :	Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke
DDITSADP:	Direction des programmes Déficience intellectuelle et trouble du spectre de l'autisme, et Déficience physique
ETMI :	Évaluation des technologies et des modes d'intervention
ETMISSS :	Évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et services sociaux
ISCEV :	International Society for Clinical Electrophysiology of Vision
IRD PQ :	Institut de réadaptation en déficience physique de Québec
CIUSSS :	Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux
PÉ :	Potentiels évoqués
PÉA :	Potentiels évoqués auditifs
PÉAp :	Potentiels évoqués auditifs de latence précoce
PÉALm :	Potentiels évoqués auditifs de latence moyenne
PÉALI :	Potentiels évoqués auditifs de longue latence
PÉV :	Potentiels évoqués visuels
PÉVLL :	Potentiels évoqués visuels de longue latence
PICOTS :	Population – Intervention – Comparateur – <i>Outcomes</i> (résultats d'intérêt) – Temporalité – <i>Setting</i> (environnement)
TCC :	Traumatisme craniocérébral
TTA :	Trouble du traitement auditif
UETMISSS :	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et services sociaux

## GLOSSAIRE

---

### **Amblyopie**

L'amblyopie est une faiblesse de la vision ou une perte de vision dans un œil subséquente à un problème visuel non corrigé au cours des premiers stades du développement. Elle peut être causée par un problème visuel très différent entre les deux yeux, ce qui produit deux images de taille différente, ou elle peut faire son apparition en présence de strabisme. Comme l'image envoyée au cerveau par l'œil atteint est mauvaise, le cerveau n'en tient pas compte. Avec le temps, les connexions nerveuses entre le cerveau et l'œil s'estompent et l'amblyopie fait son apparition. Pour renforcer l'œil amblyopique, il est essentiel de le solliciter. À cette fin, la personne atteinte peut porter un cache-œil sur le bon œil et obliger le cerveau à utiliser l'œil « paresseux ».

Association canadienne des optométristes (<https://opto.ca/fr/health-library/amblyopie-oeil-paresseux>), consulté le 10 novembre 2017.

### **Déficience auditive**

On parle de déficience auditive lorsqu'une personne est incapable d'entendre aussi bien qu'une personne ayant une audition normale (seuil auditif < 25 dB dans les deux oreilles). La déficience auditive peut être congénitale ou acquise. La perte d'audition peut être qualifiée de légère, modérée, sévère ou profonde. Elle peut toucher une seule oreille ou les deux à la fois et entraîner des difficultés pour suivre une conversation ou entendre les sons forts.

Les personnes malentendantes sont atteintes d'une perte d'audition légère, modérée ou sévère. Elles communiquent néanmoins par la parole et peuvent avoir recours à des aides auditives, à des implants cochléaires et autres dispositifs d'aide à l'audition (ex. : sous-titrage). Les personnes sourdes présentent généralement une perte d'audition profonde, ce qui signifie qu'elles n'entendent plus ou pratiquement plus.

Source : Organisation mondiale de la santé

(<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/fr/>), consulté le 10 novembre 2017.

### **Déficience visuelle**

L'expression « déficience visuelle » est définie différemment selon les endroits où l'on se trouve en Amérique du Nord. Les types et le degré d'intensité d'une déficience visuelle peuvent varier considérablement d'une personne à l'autre. Les expressions « partiellement voyant », « vision partielle » et « aveugle au sens de la loi » sont souvent associées aux gens ayant une déficience visuelle.

La déficience visuelle peut être associée à la perte de la clarté visuelle (acuité visuelle, qui permet de discerner les détails), de la vision périphérique (champ visuel, qui nous permet de voir ce qui se trouve autour de nous, sans bouger les yeux) ou aux deux. Certaines conditions visuelles peuvent aussi entraîner une perte complète ou une réduction de la vision, des douleurs, une sensibilité à un niveau normal de lumière (photophobie) ou des mouvements oculaires rapides et involontaires (nystagmus).

### **Électrodiagnostic**

Mode de diagnostic utilisant la science de l'électrophysiologie; il utilise les courants électriques enregistrés ou induits pour étudier l'état et le fonctionnement du corps humain (nerfs ou muscles).

## **Électrophysiologie**

Branche de la physiologie qui étudie les phénomènes électriques chez les êtres vivants, notamment les effets de la stimulation électrique sur les tissus ainsi que la production de courants électriques par des organes et des tissus. L'électrophysiologie est utilisée à des fins diagnostiques ou pronostiques dans plusieurs domaines :

- Cérébral : électroencéphalographie (EEG), télémétrie;
- Cardiaque : électrocardiographie (ECG), électrodynamie;
- Neuromusculaire et sensoriel : électromyographie, vitesse de conduction nerveuse; potentiels évoqués visuels, auditifs, somesthésiques;
- Labyrinthique (qui contrôle l'équilibre) : électronystagmographie, vidéonystagmographie;
- Polysomnographie, pour déceler certains troubles liés au sommeil.

Source : [Thésaurus de l'activité gouvernementale](#), consulté le 10 novembre 2017.

## **Maculopathie myopique**

La maculopathie myopique apparaît chez un patient atteint de forte myopie, lorsque la rétine centrale présente des anomalies dégénératives induites par une longueur excessive du globe oculaire et une rétine atrophiée. Une baisse d'acuité visuelle sévère et rapide peut apparaître lorsque des vaisseaux sanguins anormaux se développent au centre de la rétine. Les premiers symptômes sont en général une baisse de la vue de près et une ondulation des lignes droites. Des taches ou des points noirs peuvent également apparaître au milieu du champ visuel et les couleurs peuvent s'estomper.

## **Mesures comportementales**

Mesures d'une fonction ou d'une habileté obtenues à partir de méthodes utilisant l'observation, la description, l'explication ou la prévision d'un comportement. Exemples : questionnaires, grilles d'observation et entretiens.

## **Mesures électrophysiologiques**

Mesures d'une fonction obtenues à partir d'appareils d'électrophysiologie.

## **Surdicécité**

Déficience combinée de l'audition et de la vision. L'une ou l'autre ou les deux peuvent être présentes depuis la naissance ou être apparues à la suite d'une maladie ou d'un accident. La combinaison de ces deux déficiences entrave les capacités d'apprentissage, la réalisation des activités courantes et la participation sociale de la personne.

## **Traumatisme craniocérébral (TCC)**

Traumatisme causant une destruction ou une dysfonction du système nerveux intracrânien. Le TCC s'accompagne habituellement d'une histoire documentée d'un coup direct ou indirect à la tête. Il provoque généralement un changement soudain de l'état de conscience dont la gravité et la durée sont variables. Il occasionne presque toujours une altération des fonctions cérébrales supérieures ou cognitives. Ce changement apparaît habituellement de façon brusque et sa durée peut être variable ou permanente. Le TCC s'accompagne habituellement de perturbations dans les habitudes de vie sur les plans personnel, familial, social, scolaire et professionnel.

## **Trouble du traitement auditif**

Limitation persistante des capacités altérant la performance dans le traitement du signal acoustique qui ne s'explique pas uniquement par une atteinte de la sensibilité auditive. Un trouble de traitement auditif désigne, par exemple, un ensemble de limitations de la performance sur le plan de la perception d'un signal dans le bruit, de la latéralisation, de la localisation, de la discrimination auditive, de l'identification de patrons auditifs et de l'organisation séquentielle (Boucher & McGinn, 2013).

# RÉSUMÉ

---

## Objectif

La finalité diagnostique associée à l'utilisation d'appareils de mesure électrophysiologique est établie, mais leur utilité pour suivre l'évolution des capacités visuelles et auditives des clientèles suivies en réadaptation est inconnue. L'objectif principal de la présente évaluation des technologies et des modes d'intervention (ETMI) est de documenter l'utilisation des mesures électrophysiologiques, et, plus précisément, des potentiels évoqués visuels et auditifs pour le suivi en réadaptation des clientèles de tous âges présentant une déficience visuelle ou auditive ou une surdicécité. Elle vise aussi à préciser les modalités d'utilisation associées à ces mesures.

## Méthodologie

Une revue systématique de la littérature publiée entre janvier 2006 et décembre 2016 a été réalisée dans six bases de données bibliographiques. Afin de repérer d'autres documents pertinents, 91 sites Internet ont été consultés. Une première sélection a été réalisée à partir de la lecture des titres et des résumés, puis une seconde à la lecture approfondie des documents retenus, à partir des critères d'inclusion établis a priori. La qualité méthodologique des documents a été évaluée à l'aide d'outils validés. Les données pertinentes ont été colligées dans une grille d'extraction structurée. De plus, huit entrevues ont été menées auprès d'acteurs clés.

## Résultats

La recherche documentaire a permis de repérer 2369 documents dont 17 ont été retenus après sélection : cinq portant sur la réadaptation visuelle et 12 sur la réadaptation auditive. Les clientèles, les problématiques, les interventions et les appareils d'électrodiagnostic varient selon les études. Peu d'études ont évalué l'utilisation des mesures électrophysiologiques dans un contexte de réadaptation. Des données suggèrent que ces mesures pourraient servir à suivre l'évolution des progrès lors d'interventions mises en place auprès des enfants présentant une amblyopie ou un trouble du traitement auditif. Chez les adultes, les résultats permettent difficilement de statuer sur l'utilité des potentiels évoqués mesurés à la suite de la réadaptation visuelle ou auditive. Aucune norme concernant l'utilisation et l'interprétation des potentiels évoqués dans un contexte de réadaptation n'a été repérée.

## Conclusion

Selon les résultats des études, les mesures électrophysiologiques pourraient servir au suivi de réadaptation de certaines clientèles présentant une déficience visuelle ou auditive. Cependant, la preuve scientifique demeure limitée. Davantage d'études sont nécessaires pour statuer sur la valeur ajoutée de ces mesures, en contexte de réadaptation, pour les clientèles présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdicécité.

# ABSTRACT

---

## **Objective**

The use of electrophysiological measures is commonplace in diagnostic, but their usefulness to follow the evolution of the visual and auditory abilities of patients in rehabilitation is unknown. The primary objective of this Health Technology Assessment (HTA) is to document the use of electrophysiological measurements, and more specifically of visual and auditory evoked potential, for the follow-up in the rehabilitation of patients of all ages with visual or hearing impairment or deafblindness. It also aims to clarify the terms of use associated with these measures.

## **Methodology**

A systematic review of the literature published between January 2006 and December 2016 in six bibliographic databases was achieved. To identify other relevant documents, 91 websites were consulted. An initial selection from the reading of the titles and abstracts was completed, then a second selection following the in-depth reading of the documents selected, based on the predetermined inclusion criteria. The methodological quality of the documents was assessed using validated tools. The relevant data were collected in a structured extraction grid. Also, eight interviews were conducted with key players.

## **Findings**

The documentary search identified 2,369 documents of which 17 were selected after selection: five for visual rehabilitation and 12 for auditory rehabilitation. The target patients, problems, interventions and the electrodiagnostic devices varied from one study to the other. Few studies have examined the use of electrophysiological measures in a rehabilitation setting. Evidence suggests that these measures could be used to track progress in interventions with children with amblyopia or auditory processing disorder. In adults, the results make it difficult to judge the usefulness of evoked potential measured as a result of visual or auditory rehabilitation. No standards regarding the use and interpretation of evoked potential in a rehabilitation context have been identified.

## **Conclusion**

According to the results of the studies, the electrophysiological measurements could be used for the follow-up of rehabilitation of specific patients with visual or hearing impairment. However, scientific evidence remains limited. More studies are needed to decide on the added value of these measures, in the context of rehabilitation, for this patient.

# 1. PROBLÉMATIQUE

---

Dans les domaines visuels et auditifs, la finalité diagnostique des appareils électrophysiologiques est bien connue. Ces appareils sont retenus pour le dépistage ou l'évaluation et pour l'établissement ou la confirmation de diagnostics (André-Obadia & Mauguière, 2015; Stapells, 2009). Dans certains cas, ils sont également utilisés à des fins de pronostic pour déterminer le traitement à privilégier ou décider si un appareillage auditif est approprié ainsi que pour établir les seuils auditifs.

Actuellement, pour apprécier l'évolution des capacités visuelles ou auditives de la clientèle en réadaptation, les intervenants utilisent des observations, des questionnaires ou des examens visuels et auditifs usuels. Or, aux dires des intervenants, ces outils comportent des limites et demeurent subjectifs, car ils sont basés sur les perceptions de l'utilisateur ou sur les observations d'une tierce personne (parent, enseignant, intervenant). Par ailleurs, l'utilisation de tels tests nécessite un niveau cognitif et langagier suffisamment développé pour que l'utilisateur comprenne et nomme ce qu'il voit ou entend (American Academy of Audiology, 2010; Jutras, Koravand, & Leroux, 2010).

En ce qui concerne les tests visuels, certaines mesures comportementales exigent un niveau d'attention soutenue ou demandent à l'utilisateur de demeurer immobile ou de fixer une cible du regard pendant une période déterminée. Même chose pour les tests auditifs : l'utilisateur doit être en mesure de rester suffisamment immobile. Ainsi, certaines mesures comportementales sont considérées comme étant moins utiles lorsqu'elles sont utilisées auprès de clientèles qui ont un niveau de langage oral ou écrit limité (très jeunes enfants, personnes sourdes utilisant la langue des signes, personnes ayant des incapacités visuelles, personnes aphasiques, etc.) ou qui ont des déficits cognitifs importants (personnes présentant une déficience intellectuelle, victimes d'accident vasculaire cérébral, etc.). Pour ces clientèles, comme pour les personnes qui simulent des réponses, l'utilisation de mesures électrophysiologiques pourrait s'avérer pertinente et permettre de contourner certaines des limites des outils traditionnels.

Les mesures électrophysiologiques pour la vision et l'audition représentent une technique d'évaluation objective et non invasive (Hyde et al., 2016). Elles permettent d'évaluer la qualité de la transmission de l'information entre le cerveau et les organes ciblés (André-Obadia & Mauguière, 2015). Bien que l'utilisation de cette technologie dans un contexte de diagnostic soit connue, son utilisation pour le suivi de la réadaptation reste à préciser. De plus, l'utilisation d'appareils électrodiagnostics requiert un investissement financier, temporel et humain significatif, notamment pour l'acquisition des appareils, la mise à jour des modules requis pour prendre les mesures visuelles et auditives, la formation et le maintien de l'expertise des utilisateurs ou la mise aux normes des locaux (luminosité, sonorité, électricité, etc.). D'autres considérations d'ordre technique, telles la calibration de l'appareil et l'élaboration de protocoles cliniques, sont aussi à prendre en compte préalablement à leur utilisation.

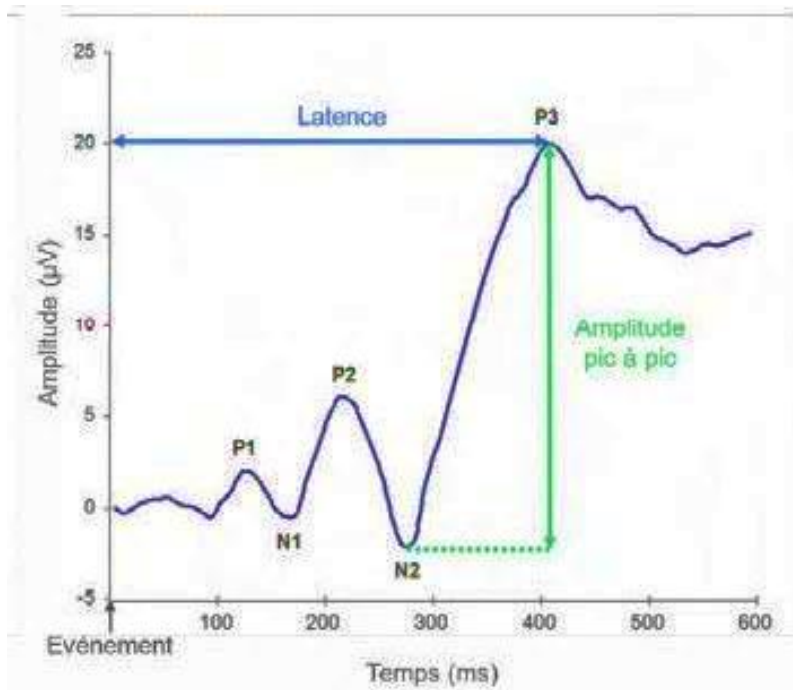
Le CIUSSS de la Capitale-Nationale possède un appareil, le *Viking on Nicolet*®, qui est utilisé pour la prise de mesures d'électromyographie en physiothérapie. La fiche technique de l'appareil indique qu'il peut être utilisé pour prendre diverses mesures électrophysiologiques (électromyographies, examens de la conduction nerveuse, mesures de suivi lors d'opérations chirurgicales, ainsi que des potentiels évoqués). Afin de répondre au besoin des demandeurs, à savoir si les mesures électrophysiologiques pourraient être utilisées auprès des clientèles ciblées, la revue systématique de la littérature a été limitée à l'étude de la mesure des potentiels évoqués (PÉ) visuels et auditifs dans un contexte de réadaptation.

## 1.1 Définition des potentiels évoqués

Les potentiels évoqués (PÉ) reflètent les changements de latence et d'amplitude observés dans l'activité électrique du cerveau à la suite de l'application d'un stimulus (André-Obadia & Mauguière, 2015; Stapells, 2009). Ils sont enregistrés en réponse aux stimuli visuels (*pattern* ou de *flash* lumineux), auditifs (clics ou de tonalités) ou somesthésiques (stimulation électrique ou stimulation du cortex moteur) (Van den Bruel, Gailly, Hulstaert, Devriese, & Eyssen, 2009). Tous ces PÉ sont caractérisés par un délai précis entre le stimulus et la réponse qui est captée par des électrodes disposées sur la tête (selon la nomenclature de Jasper, 1958).

Les mesures électrophysiologiques permettent d'enregistrer un tracé constitué d'une succession plus ou moins régulière de pics et de creux (appelés « ondes ou vagues » positives ou négatives) qui correspondent à des composantes spécifiques de PÉ (P1, N1, P2, N2, P3, etc.) (Hot et Delplanque, 2013). La composante positive de l'onde est appelée « P » et la composante négative « N », suivi d'un chiffre qui correspond à la **latence** calculée en millisecondes (ms). Le chiffre représente le délai spécifique entre le stimulus et la réponse (exemple : la composante P300 correspond à l'onde positive qui survient 300 ms après le stimulus). Autrement dit, la latence d'un PÉ correspond au temps requis par le cerveau pour traiter l'information véhiculée par un stimulus ou la vitesse de traitement. L'amplitude, une autre caractéristique du PÉ, correspond à l'ampleur de la composante et représente l'aspect énergétique nécessaire au traitement de l'information (mesurée en volt) (Campanella & Streel, 2008). La figure suivante illustre un PÉ avec ses cinq composantes en fonction de la latence et de l'amplitude.

Figure 1 : Composantes du PÉ



Source : Silvert, 2013

## 1.2 Potentiels évoqués visuels

Les potentiels évoqués visuels (PÉV) étudient le fonctionnement des voies nerveuses visuelles du tronc cérébral, principalement celui du nerf optique, à la suite d'une stimulation visuelle. Ces potentiels reflètent la fonction maculaire et sont obtenus à partir de deux types de stimulation : le *pattern reversal* et *onset/offset*) et les éclairs lumineux (*flash*) (André-Obadia & Mauguière, 2015). Le PÉV induit par le *pattern reversal* (damier) est souvent privilégié, car il est plus stable dans le temps et offre des ondes bien définies. Par contre, le *flash* lumineux serait plus utile auprès des patients incapables ou peu disposés à coopérer (Odom et al., 2016). Selon les stimuli utilisés, trois types de vagues temporelles peuvent être déclenchées:

- *Pattern reversal* : entre 75 et 135 ms (N75–P100–N135);
- *Pattern onset/offset* : entre 75 et 150 ms (C1–C2–C3);
- *Flash* lumineux : entre 30 et 300 ms (N1-P1-N2-P2-N3-P3);

En 2016, l'*International Society for Clinical Electrophysiology of Vision* (ISCEV) a publié une mise à jour des standards internationaux pour l'utilisation des PÉV auprès des adultes et des enfants. Ceux-ci précisent notamment tous les paramètres liés à l'utilisation (calibrage de l'appareil, type de stimulus, etc.) et l'interprétation des mesures électrophysiologiques visuelles.

## 1.3 Potentiels évoqués auditifs

Les potentiels évoqués auditifs (PÉA) permettent d'étudier le fonctionnement du système auditif périphérique, du nerf auditif et des premiers relais du système auditif central, à la hauteur du tronc cérébral en enregistrant l'activité électrique obtenue après une stimulation sensorielle auditive (André-Obadia & Mauguière, 2015; Jutras et al., 2010). Les PÉA aident à déterminer des seuils auditifs ou à détecter le siège des lésions sur les voies auditives. Ils servent souvent au dépistage ou à l'évaluation de troubles auditifs chez les nouveau-nés et de très jeunes enfants (British Society of Audiology, 2016; Hyde et al., 2016).

Les PÉA sont répartis en trois différents sous-groupes selon une fenêtre temporelle d'apparition par rapport au déclenchement du stimulus :

- PÉA de latence courte (PÉALp) ou précoce (ou du tronc cérébral - ABR): recueillis dans les 10 ms (ex. ondes I à V);
- PÉA de latence moyenne (PÉALm) ou PÉA « semi-précoces » : entre 10 et 60 ms (ex. Na Pa Pb);
- PÉA corticaux tardifs ou de longue latence (PÉALI) : entre 60 et 600 ms (ex. P1-N1-P2, P3).

Pour effectuer les tests de PÉA, la collaboration de l'utilisateur n'est pas toujours requise (Stapells, 2009). Il doit néanmoins être au repos, bien détendu, sans tension musculaire et ne doit pas bouger. Chez l'enfant, certains tests sont recommandés lorsqu'il est assoupi et un sédatif peut être administré au besoin (Hyde et al., 2016). Des paramètres précis sont établis pour la réalisation des tests de PÉA et l'obtention de résultats fiables.

## 2. OBJECTIFS DU PROJET

---

L'objectif principal de cette évaluation des technologies et des modes d'intervention (ETMI) abrégée est de documenter l'utilisation des mesures électrophysiologiques et, plus précisément, des PÉ visuels et auditifs pour le suivi en réadaptation des clientèles de tous âges présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdicécité.

### 2.1 Question décisionnelle

La question décisionnelle est la suivante :

*« Quelle est la valeur ajoutée de recourir aux outils de mesures électrophysiologiques lors du suivi en réadaptation de la clientèle inscrite dans des programmes cliniques en déficience visuelle ou auditive ou en surdicécité ? »*

### 2.2 Questions d'évaluation

La question de la présente ÉTMISSS est : *« Est-ce que les mesures électrophysiologiques permettent le suivi en réadaptation de la clientèle de tous âges présentant une déficience visuelle, auditive ou une surdicécité ? »* Celle-ci se décline en trois questions d'évaluation :

1. *Quelle est l'utilisation des mesures de PÉ dans un contexte de réadaptation en déficience auditive ou visuelle ou en surdicécité ?*
2. *Quelles sont les modalités d'utilisation des mesures de PÉ dans un contexte de réadaptation en déficience auditive ou visuelle ?*
3. *Quels sont les coûts d'utilisation associés aux mesures de PÉ dans un contexte de réadaptation en déficience visuelle ou auditive ?*

### 3. MÉTHODE

Une bibliothécaire a développé une stratégie de recherche pour interroger les banques de données bibliographiques *Medline (Ovid)*, *Embase (Elsevier)*, *Web Of Science (Thompson Reuters)*, *CINAHL (Ebsco)* et *Cochrane Library* pour la période allant du 1<sup>er</sup> janvier 2006 au 31 décembre 2016<sup>1</sup>. De plus, 91 sites Internet ont été consultés pour la recherche de littérature grise. La liste des références des documents retenus a également été vérifiée.

Les critères d'inclusion des documents sont présentés à l'**encadré 1**. La sélection des documents s'est effectuée en deux phases : 1) à partir du titre et du résumé et 2) à la lecture complète de l'article. La qualité méthodologique des études et de la revue incluse a été évaluée à partir d'outils validés (Kmet, Lee, & Cook, 2004; Shea et al., 2007). Les données pertinentes rapportées dans les documents inclus ont été extraites de façon systématique, à l'aide de grilles d'extraction structurées.

#### Encadré 1 : Critères d'inclusion des documents

Critères d'inclusion des documents	
Participants	✓ Clientèle de tous âges présentant une déficience auditive ou visuelle ou une surdité
Intervention	✓ Suivi de réadaptation à partir de mesures électrophysiologiques
Comparateur(s)	✓ Mesures comportementales ✓ Mesures avant-après
Résultats ( <i>outcomes</i> )	✓ Mesures de potentiels évoqués ✓ Sensibilité ✓ Modalités d'utilisation ✓ Coûts d'utilisation
Timing	✓ Au cours de la réadaptation : avant, pendant et après une intervention de réadaptation en déficience visuelle, auditive ou en surdité
Environnement ( <i>setting</i> )	✓ Clinique externe
Autres	✓ Rédigé en français ou en anglais.

Une collecte de données a été effectuée auprès de professionnels et de techniciens utilisant des appareils de mesures électrophysiologiques dans le but de connaître leur expérience comme utilisateurs et de déterminer les clientèles concernées, les finalités associées à la prise de mesures (diagnostique ou suivi), les appareils utilisés et leurs modalités d'utilisation. Un représentant de la compagnie *Natus*, fabricant du *Viking on Nicolet®*, a aussi été contacté au sujet des coûts d'entretien et de formation sur l'utilisation de l'appareil. Enfin, une entrevue téléphonique a été menée avec un chercheur québécois du domaine de la réadaptation auditive en vue de circonscrire l'utilisation des mesures électrophysiologiques dans ce contexte. La liste des questions posées est disponible à l'**annexe 1**.

<sup>1</sup> La stratégie de recherche complète est disponible sur demande.

## 4. RÉSULTATS

---

### 4.1 Sélection des documents

Les étapes de sélection des documents sont schématisées à l'**annexe 2**. Des 2369 documents qui ont été trouvés à partir de la recherche documentaire, 17 ont été retenus sur la base des critères d'inclusion. Aucun document n'a été repéré à partir de la recherche effectuée dans 91 sites Internet<sup>2</sup>. Parmi les documents retenus figurent 16 études primaires, dont deux sont issues d'une même étude (Sparreboom, Beynon, Snik, & Mylanus, 2010, 2014), et une revue systématique. Finalement, 12 documents concernent l'audition alors que les cinq autres concernent la vision. Aucune étude ne porte sur la surdicécité. La qualité méthodologique des études est de bonne à excellente avec des scores qui varient entre 68 % et 91 % (médiane : 80 %). La revue systématique a obtenu un pointage de qualité de 50 %. Les résumés des études retenues sont présentés à l'**annexe 3**.

### 4.2 Caractéristiques des documents retenus

Treize des 16 études primaires retenues utilisent à la fois des mesures électrophysiologiques et comportementales pour évaluer les effets des interventions. Les trois autres études comportent uniquement des mesures de PÉA. Les caractéristiques détaillées des documents sont rapportées à l'**annexe 4**.

#### 4.2.1 Réadaptation visuelle

Cinq études primaires portent sur la réadaptation visuelle. Deux de ces études ont été réalisées en Italie, une en Égypte, une en Turquie et une aux États-Unis. Toutes utilisent un devis quasi expérimental avec mesures avant/après. Trois des cinq études incluent des enfants ( $\leq 19$  ans). Pour la mesure des PÉV, toutes les études ont utilisé les PÉ de longue latence.

#### 4.2.2 Réadaptation auditive

Douze documents concernent la réadaptation auditive. Six études ont été réalisées au Brésil, les autres proviennent des Pays-Bas ( $n=2$ ), du Canada ( $n=1$ ), de l'Iran ( $n=1$ ), de l'Égypte ( $n=1$ ) et de l'Australie ( $n=1$ ). Outre la revue systématique, cinq des 11 études primaires utilisent une approche quasi expérimentale avec mesures avant/après ( $n=4$ ) ou avec mesures répétées dans le temps ( $n=1$ ), trois sont des essais contrôlés randomisés, deux sont des études de cohorte et une étude est de type observationnel. La plupart des études ( $n=9$ ) incluent des enfants ( $\leq 16$  ans). Les mesures électrophysiologiques les plus utilisées en audition sont les PÉ de longue latence (7/11 études).

### 4.3 Mesures de PÉ en réadaptation

Cette section présente une synthèse des données extraites des documents retenus concernant les résultats des mesures de PÉ et des mesures comportementales. Les résultats sont détaillés dans l'**annexe 4**. Il convient de préciser que le PÉ et les tests comportementaux ne mesurent pas les mêmes éléments. Par conséquent, il est difficile de comparer entre eux les résultats des deux types de mesures. Les mesures comportementales sont rapportées à titre de référence pour le lecteur.

#### 4.3.1 Utilisation des mesures de PÉV

Le **tableau 1** résume les résultats de mesures électrophysiologiques et de mesures comportementales obtenus dans les études sur la réadaptation visuelle en fonction des diagnostics et des populations considérées.

---

<sup>2</sup> La liste est disponible sur demande.

**Tableau 1 : Variations des mesures comportementales et des mesures de PÉV avant/après interventions**

ÉTUDES		POPULATION	N	MESURES COMPORTEMENTALES	PÉVLL	
Diagnostics	Auteurs				LATENCE	AMPLITUDE
Amblyopie	Azmy, 2016	Enfants	20	+	+	ns
	Cabi, 2014	Enfants	50	+	+	+
	Esposito Veneruso, 2014	Enfants	36	+	ns	ns
Maculopathie myopique	Vingolo, 2013	Adultes	17	+	---	+
Troubles visuels consécutifs à un TCC moyen	Yadav, 2014	Adultes	7	+	ns	+

Changements pré et post : + Changement statistiquement significatif détecté; ns : changement non significatif; --- : non applicable (non mesuré); PÉVLL : PÉ de longue latence (ou corticaux tardifs : recueillis entre 60 et 600 ms)

### Amblyopie chez les enfants

Trois études quasi expérimentales de bonne qualité méthodologique ( > 77 %) rapportent des mesures électrophysiologiques et comportementales prises avant et après l'intervention pour évaluer les résultats d'entraînements visuels auxquels ont participé des enfants présentant une amblyopie (Azmy & Zedan, 2016; Cabi, Muslubas, Oral, & Dastan, 2014; Esposito Veneruso, Ziccardi, Magli, Falsini, & Magli, 2014).

Les résultats obtenus par Azmy & Zedan (2016) et Cabi et coll. (2014) font état d'améliorations significatives des habiletés visuelles tant sur le plan des mesures de PÉV que pour les mesures comportementales. En ce qui concerne l'étude d'Esposito Venuroso et coll. (2014), les résultats des mesures comportementales indiquent des améliorations significatives des habiletés visuelles, alors qu'aucun changement significatif entre les deux temps de mesure de PÉV n'a été détecté. Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que les PÉV pourraient être utiles pour suivre les progrès des enfants traités pour une amblyopie.

### Troubles visuels chez les adultes

Deux études quasi expérimentales avant/après d'excellente qualité méthodologique ( > 90 %) concernent l'utilisation des PÉV auprès d'adultes, chacune portant sur des clientèles et des interventions différentes (Vingolo, Salvatore, Domanico, Spadea, & Nebbioso, 2013; Yadav, Thiagarajan, & Ciuffreda, 2014).

À partir de mesures de PÉV et de mesures comportementales, Yadav et coll. (2014) ont évalué les effets de la réadaptation oculomotrice auprès d'adultes ayant vécu un traumatisme craniocérébral moyen. Les résultats présentent des améliorations significatives, tant aux mesures comportementales qu'aux mesures de PÉV.

Pour leur part, Vingolo et coll. (2013) se sont intéressés à l'efficacité d'une combinaison de thérapies pour améliorer la fonction visuelle chez des adultes présentant une maculopathie myopique. Les mesures de PÉV et les mesures comportementales ont permis de constater des améliorations significatives à la suite de l'intervention. Bien que les 2 études portent sur des problématiques et des interventions différentes, les résultats suggèrent la possibilité d'utiliser les PÉV pour suivre l'évolution de la réadaptation visuelle chez les adultes.

### 4.3.2 Utilisation des mesures de PÉA

Le **tableau 2** résume les résultats de mesures électrophysiologiques et de mesures comportementales obtenus dans les études sur la réadaptation auditive en fonction des diagnostics et des populations considérées.

**Tableau 2 : Variations des mesures comportementales et des mesures de PÉA avant/après interventions**

ÉTUDES		POPULATION	N	MESURES COMPORTALES	PÉA					
Diagnostics	Auteurs				LATENCE			AMPLITUDE		
					PÉAp	PÉALm	PÉALI	PÉAp	PÉALm	PÉALI
<b>TTA</b>	Alonso, 2009	Enfants	29	+ (4/4)	---	---	<b>P3*</b>	---	---	P3
	Filippini, 2012	Enfants	30	+ (2/3)	<b>ABR*</b>	---	---	ABR	---	---
	Jutras, 2015 <sup>a</sup>	Enfants	10	+ (1/1)	---	---	<b>P1*</b> <b>N2</b>	---	---	<b>N2*</b>
	Schochat, 2010	Enfants	52	+ (4/4)	---	Na Pa Pb	---	---	<b>Na Pa Pb*</b>	---
<b>Pertes auditives</b>	Talebi, 2015	Enfants	30	+ (5/8)	---	---	---	---	---	<b>N1*</b> <b>P2*</b>
	Thabet, 2012	Enfants	31	NA	---	---	<b>P1*</b>	---	---	<b>P1*</b>
	Gil, 2010	Adultes	14	+ (7/10)	---	---	N1 P2 N2	---	---	N1 P2 N2
	Morais, 2015	Adultes	16	+ (5/6)	---	---	P3	---	---	P3
	Santos, 2014	Adultes	7	+ (5/10)	ABR	---	P3	ABR	---	P3
<b>Implants cochléaires</b>	Sparreboom, 2010 <sup>‡</sup>	Enfants	27	---	<b>ABR*</b>	---	---	---	---	---
	Sparreboom, 2014 <sup>‡</sup>	Enfants	27	---	---	---	<b>P1*</b> <b>N2*</b>	---	---	---

\* : Résultats statistiquement significatifs

a : Étude présentant des résultats descriptifs

‡ : Résultats d'une même étude publiés dans 2 articles différents

Changements pré et post : + amélioration significative; - détérioration significative; ns = changement non significatif; --- : non applicable (non mesuré)

PÉAp : PÉ de latence précoce (ou de courte latence: recueillis dans les 10 ms) ou ABR : *auditory brain response*

PÉALm : PÉ de latence moyenne (ou semi-précoce : recueillis entre 10 et 60 ms)

PÉALI : PÉ de longue latence (ou corticaux tardifs : recueillis entre 60 et 600 ms)

## **Trouble du traitement auditif (TTA)**

Quatre études de bonne qualité méthodologique et une revue systématique rapportent des résultats obtenus auprès d'enfants diagnostiqués avec un TTA.

Les quatre études primaires ont évalué les effets de différents entraînements auditifs à partir de mesures électrophysiologiques et comportementales réalisées avant et après l'intervention (Alonso & Schochat, 2009; Filippini, Befi-Lopes, & Schochat, 2012; Jutras, Owliaey, Gagnon, & Phoenix, 2015; Schochat, Musiek, Alonso, & Ogata, 2010). Selon les résultats obtenus, les deux types de mesures ont permis de détecter des changements significatifs entre les deux temps de mesure. Aussi, l'utilisation de mesures de PÉA pourrait s'avérer utile pour suivre les effets de l'intervention auprès d'enfants présentant un TTA.

Une recension systématique des écrits (Wilson, Arnott, & Henning, 2013) a été réalisée dans le but de déterminer l'utilité des mesures électrophysiologiques pour évaluer les effets d'un entraînement auditif auprès d'enfants d'âge scolaire diagnostiqués avec un TTA. Cette publication (qualité méthodologique : 50 %) recense sept études primaires publiées de 1992 à 2010. À la suite de l'analyse de ces études, les auteurs ont conclu à une insuffisance de données probantes pour statuer sur la valeur des mesures électrophysiologiques pour évaluer les effets de l'entraînement auditif auprès de cette clientèle.

## **Pertes auditives**

Cinq études ont utilisé des mesures de PÉA pour évaluer les effets des interventions auprès de personnes présentant une perte de l'audition.

Deux études de bonne qualité méthodologique (> 85 %) ont été réalisées auprès d'enfants. La première a utilisé un devis quasi expérimental de type avant/après pour évaluer, à l'aide des PÉA et de mesures comportementales, les progrès de 30 enfants qui ont suivi un entraînement auditif (Talebi, Moossavi, Lotfi, & Faghihzadeh, 2015). Autant les mesures de PÉA que les mesures comportementales ont révélé des améliorations significatives à la suite de l'intervention.

La seconde étude s'est intéressée à l'utilisation des PÉA de longue latence pour évaluer les bénéfices de l'amplification et de la réadaptation auditive chez 31 enfants (Thabet & Said, 2012). Dans cette étude observationnelle de type cas-témoins, les habiletés auditives d'un groupe d'enfants ayant suivi une réadaptation auditive adéquate (en termes d'assiduité) ont été comparées à celles d'un groupe d'enfants qui ont suivi la même intervention, mais de façon irrégulière. Les mesures de PÉA ont permis de constater une différence significative entre les deux groupes en faveur du groupe assidu. Les résultats de ces deux études suggèrent que les mesures de PÉA seraient utiles pour suivre les progrès sur le plan des habiletés auditives des enfants qui présentent une perte d'audition.

Dans les 3 études portant sur des adultes, les effets d'un entraînement auditif ont aussi été mesurés en utilisant le PÉA de longue latence et les mesures comportementales (Gil & Iorio, 2010; Morais, Rocha-Muniz, & Schochat, 2015; Santos, Marangoni, de Andrade, Prestes, & Gil, 2014). Ces études, de bonne qualité méthodologique (> 68 %), ont permis de constater des améliorations significatives sur les mesures comportementales alors que les mesures de PÉA n'indiquaient pas d'amélioration significative. Ces résultats ne permettent pas de conclure à l'utilité des mesures PÉA pour évaluer le progrès des adultes présentant une perte auditive.

## **Implants cochléaires bilatéraux**

Les résultats d'une étude de cohorte prospective de bonne qualité méthodologique (80 %) ont fait l'objet de deux publications (Sparreboom et al., 2010, 2014). Les mesures électrophysiologiques ont été utilisées pour mesurer les progrès des habiletés auditives d'enfants sourds ayant reçu des implants cochléaires bilatéraux séquentiels. Une période moyenne de 42 mois sépare la première de la deuxième implantation. Un suivi a été réalisé sur une période de deux ans après la seconde implantation. L'enjeu est d'évaluer la diminution de l'écart entre les habiletés auditives dans les deux oreilles afin que l'audition bilatérale soit symétrique. Dans le premier article, publié en 2010, les effets de l'implantation cochléaire bilatérale séquentielle ont été évalués à partir du PEA du tronc cérébral (PÉAp). Les mesures dans le temps (0, 6, 12 et 24 mois) ont permis de constater des améliorations en termes de réduction des écarts de latence entre les deux oreilles.

Le deuxième article, paru en 2014, présente les effets de l'implantation cochléaire bilatérale séquentielle mesurés à partir du PÉA de longue latence (PÉALI). Les mesures de PÉALI à 12 et 24 mois après la deuxième implantation indiquent une diminution progressive des écarts de latence entre les deux oreilles.

Les résultats présentés dans ces deux articles suggèrent que l'utilisation des PÉA pourrait permettre de suivre les progrès sur le plan des habiletés auditives des enfants ayant reçu des implants cochléaires selon une approche séquentielle.

### **4.3.3 Entrevues concernant l'utilisation des PÉA**

Monsieur Benoît Jutras, professeur titulaire à l'Université de Montréal et directeur des programmes en audiologie, a été interrogé à titre de chercheur s'intéressant à l'utilisation des mesures de PÉA auprès des personnes ayant des troubles auditifs. Selon ses propos, les PÉA représenteraient un moyen parmi d'autres pour mesurer l'efficacité d'une intervention. Les PÉA permettent de repérer les changements neurophysiologiques observés et fournissent des informations qualitatives sur la manière dont un stimulus auditif est traité.

Cet expert admet que, au-delà de leurs fonctions diagnostiques, les PÉA sont complémentaires aux mesures comportementales, sans toutefois les remplacer. Bien que les PÉA autorisent la formulation d'hypothèses cliniques, ces mesures ne peuvent pas toujours être rattachées aux effets du traitement. Mais selon lui, leur utilisation répétée pourrait aussi servir à développer un meilleur jugement professionnel, surtout si l'intervenant devient plus habile pour interpréter les résultats. De cette manière, les PÉA pourraient ultimement être complémentaires aux mesures comportementales en contexte de réadaptation. Or, pour l'instant, l'absence de valeurs normatives permettant de quantifier les changements des paramètres associés aux PÉA empêche leur utilisation comme seules mesures pour statuer sur les améliorations chez un individu. De ce fait, les intervenants doivent demeurer conscients des limites actuelles de ces mesures lorsqu'elles sont utilisées dans un contexte individuel, puisque celles-ci n'apportent pas toujours la réponse escomptée.

Aux dires de ce chercheur, peu de recherches soutiennent actuellement l'utilisation des PÉA, de manière isolée, pour statuer sur l'efficacité d'un traitement auprès d'un individu en particulier. Par conséquent, il rappelle l'importance de soutenir la recherche pour déterminer la valeur ajoutée de l'utilisation des PÉA pour la clinique.

## 4.4 MODALITÉS ET COÛTS D'UTILISATION DES MESURES DE PÉ

### 4.4.1 Résultats des études primaires

Seulement quelques éléments concernant les modalités d'utilisation des mesures ont pu être identifiés dans les études retenues et sont rapportés à l'**annexe 4**. Par ailleurs, il existe de nombreux standards et protocoles concernant l'utilisation des PÉV et PÉA dans un contexte d'évaluation à des fins de dépistage, de diagnostic ou de pronostic. Une liste de ces publications est présentée à titre informatif à l'**annexe 5**. De même, aucune information relative aux coûts d'utilisation des mesures électrophysiologiques n'a été fournie dans ces études.

### 4.4.2 Résultats des entrevues

Deux professionnels (un médecin spécialiste et une audiologiste spécialisée en pédiatrie) et des techniciens en électrodiagnostic employés dans des établissements québécois (le Centre hospitalier universitaire de Québec-Université Laval, le Centre hospitalier universitaire de Montréal, le CIUSSS de l'Estrie – CHUS de Sherbrooke et le CIUSSS de la Capitale-Nationale, installation IRDPQ) ont été interrogés sur les modalités d'utilisation des mesures électrophysiologiques pour le suivi de réadaptation auditive ou visuelle. Les principaux éléments recueillis sont synthétisés à l'**annexe 6** et sont brièvement présentés dans cette section.

#### **Appareils d'électrodiagnostics**

Les répondants disent utiliser divers appareils, dont le *Viking on Nicolet®*. Bien qu'ils aient des spécificités différentes, ces appareils sont tous certifiés par des normes et standards. De leur point de vue, il est difficile d'établir si un appareil est supérieur à un autre pour prendre des mesures électrophysiologiques.

#### **Clientèles, problématiques et mesures**

Aux dires des répondants, des mesures électrophysiologiques sont prises auprès d'enfants et d'adultes qui ont, pour la plupart, des problèmes neurologiques (sclérose en plaques, hernie discale, neuropathie compressive, neurinome), et ce, en vue d'investiguer (préciser la source du problème), de poser des diagnostics et d'émettre des pronostics (déterminer les interventions à mettre en place). Ces mesures seraient moins utilisées en déficience auditive ou visuelle, mais auraient la même visée, soit préciser un diagnostic. Annuellement, ils estiment voir une dizaine de patients ayant des déficiences visuelles dans le cadre d'un suivi de sclérose en plaques. Les appareils sont peu utilisés en déficience auditive.

#### **Ressources humaines impliquées**

Dans les conditions optimales, les professionnels (ex. : audiologistes, neurologues, physiatres) déterminent le type de PÉ à prendre, les techniciens prennent les mesures et, par la suite, les mêmes professionnels interprètent les résultats. Une bonne connaissance des mesures est essentielle.

#### **Ressources matérielles (autres que l'appareil)**

Les mesures de PÉ prises en déficience auditive ou en déficience visuelle nécessitent une salle aménagée, soit une cabine insonorisée (cabine audiométrique) et un casque d'écoute, soit une salle aménagée pour la modulation de la lumière. Pour des examens de PÉV plus pointus, des lunettes spéciales peuvent être utilisées, notamment avec des enfants.

### **Durée et conditions de l'examen**

La durée des tests électrophysiologiques est variable d'un établissement à l'autre. Certains l'ont estimée à une trentaine de minutes et d'autres à un avant-midi complet. Cette variation dépend, d'une part, du niveau de collaboration et de concentration de l'utilisateur (certains tests nécessitent que le patient soit éveillé et collabore ou qu'il soit endormi) et de la finalité de l'examen (ex. : déterminer des seuils pour l'octroi d'une prothèse auditive demande un temps plus long). D'autre part, le type de mesures de PÉ à prendre (certaines sont plus longues) et la présence ou non d'un technicien représentent d'autres facteurs déterminants.

### **Coûts de formation et d'utilisation de l'appareil**

Selon les informations obtenues auprès des représentants de la compagnie *Natus* en octobre 2017, une journée de formation est nécessaire pour apprendre à mesurer et interpréter les PÉ à l'aide de l'appareil Viking et celle-ci coûterait 2476 \$.

Bien que l'appareil ait été acheté il y a quelques années, ces répondants ont indiqué que la mise à jour des modules est facultative. Toutefois, si le rehaussement des applications logicielles était souhaité, il en coûterait 6696 \$ (estimation d'octobre 2017). Il faut également prévoir d'autres coûts associés à la mise aux normes des locaux pour les mesures de PÉV et de PÉA. Cependant, ces coûts d'aménagement n'ont pas été documentés.

### **Autres considérations**

L'utilisation des PÉ soulève certaines questions éthiques en lien avec la sédation ou l'anesthésie. En effet, certains examens exigent que l'utilisateur soit endormi, ce qui peut devenir problématique si ces mesures sont utilisées à répétition dans un contexte de réadaptation.

## 5. DISCUSSION

---

La réalisation de cette ETMI abrégée a permis de constater qu'il existe une documentation abondante sur l'utilisation des mesures électrophysiologiques dans un contexte de dépistage et de diagnostic. Toutefois, peu d'études se sont penchées sur leur utilisation dans un contexte de réadaptation. Ainsi, pour réaliser cette ETMI, les études portant sur des interventions qui s'étalent dans le temps (variant de quelques semaines à deux ans) et qui se déroulent en clinique externe ont été retenues. Ces interventions sont appelées « stimulation », « thérapie », « entraînement » ou « réadaptation ».

Les données recueillies suggèrent que les mesures électrophysiologiques pourraient être utilisées pour suivre des progrès réalisés à la suite des interventions, notamment chez les enfants présentant une amblyopie ou un TTA. Par contre, chez les adultes, les données permettent difficilement de statuer sur l'utilité des PÉ pour le suivi de la réadaptation visuelle ou auditive.

Malgré la bonne qualité méthodologique des études retenues, les constats de cette ETMI doivent être interprétés avec prudence. La grande variabilité des clientèles, des problématiques, des interventions et des appareils d'électrodiagnostics utilisés dans les études limite les comparaisons. Il est difficile d'évaluer si un résultat obtenu après une intervention donnée auprès d'une population ciblée, mesuré avec un appareil spécifique, peut être reproduit avec d'autres populations, dans un autre contexte d'intervention ou avec d'autres appareils. De même, il est difficile d'évaluer si un progrès mesuré par les PÉ se transfère sur le plan des capacités visuelles ou auditives d'une personne.

De plus, les populations d'intérêt pour les demandeurs ne faisaient pas partie des études retenues (exemples : clientèles présentant une surdité ou des déficits cognitifs importants). Aussi, la taille limitée des échantillons et le peu d'études longitudinales constituent des limites. Par conséquent, les résultats de cette évaluation ne permettent pas de statuer sur la valeur ajoutée de l'utilisation des mesures électrophysiologiques pour mesurer les progrès réalisés en réadaptation visuelle et auditive.

Davantage d'études doivent être réalisées afin de pouvoir généraliser les résultats et apprécier la valeur ajoutée des PÉ visuels et auditifs en réadaptation. L'expertise en réadaptation reste à développer (exemple : paramètres spécifiques à l'utilisation des PÉ, protocoles, seuils de signification clinique).

Dans la mesure où la *plus-value* d'utiliser des mesures électrophysiologiques en réadaptation visuelle ou auditive serait démontrée, il faudrait documenter davantage les modalités de leur utilisation, ainsi que les coûts associés. En effet, les guides cliniques, protocoles et standards repérés n'ont pas été conçus pour être utilisés dans un contexte de réadaptation. Le développement de normes et de standards pour l'utilisation des mesures électrophysiologiques en réadaptation (incluant les ressources requises) et l'établissement de coûts inhérents à cette utilisation constituent d'autres éléments à documenter.

## Annexe 1 : Liste des questions posées lors des entrevues

### Questionnaire de collecte d'informations supplémentaires

À l'intention des professionnels et des techniciens du réseau de la santé du Québec

---

#### Site :

1. Quel type d'appareil utilisez-vous pour l'électrodiagnostic ?  
Sous-question :
  - Avez-vous ou avez-vous déjà eu un appareil Viking ?
2. Quelle est votre principale clientèle ?  
Sous-questions :
  - Combien de patients avez-vous par année ?
  - Avez-vous, parmi vos patients, des personnes ayant des troubles visuels ou auditifs ?  
Si oui, combien par année ?
3. Quelles mesures prenez-vous auprès de vos patients ?  
Sous-question :
  - Parmi ces mesures, y a-t-il des potentiels évoqués visuels et auditifs ?
4. Dans quelle finalité ou visée prenez-vous ces mesures ?  
Sous-questions :
  - Avez-vous déjà pris des mesures chez le même patient à plusieurs reprises ? Si oui, dans quel but ?
  - Avez-vous déjà eu à prendre des mesures chez des patients en réadaptation ?
5. Combien de temps dure un examen, en moyenne ?
6. Combien de personnes compte votre équipe de technologues ?
7. Qui interprète les mesures que vous prenez ?

# Questionnaire de collecte d'informations supplémentaires

À l'intention d'un expert québécois en audiologie (Benoît Jutras)

---

## Mise en contexte :

En 2012, notre établissement a acheté un appareil d'électrodiagnostic (*Viking on Nicolet*, de Natus). Actuellement, il est utilisé par un physiatre pour ses fonctions d'électromyographie. Toutefois, l'appareil possède d'autres fonctions (prise de mesures de potentiels évoqués auditifs et visuels) que nos intervenants en déficience visuelle et auditive aimeraient bien utiliser.

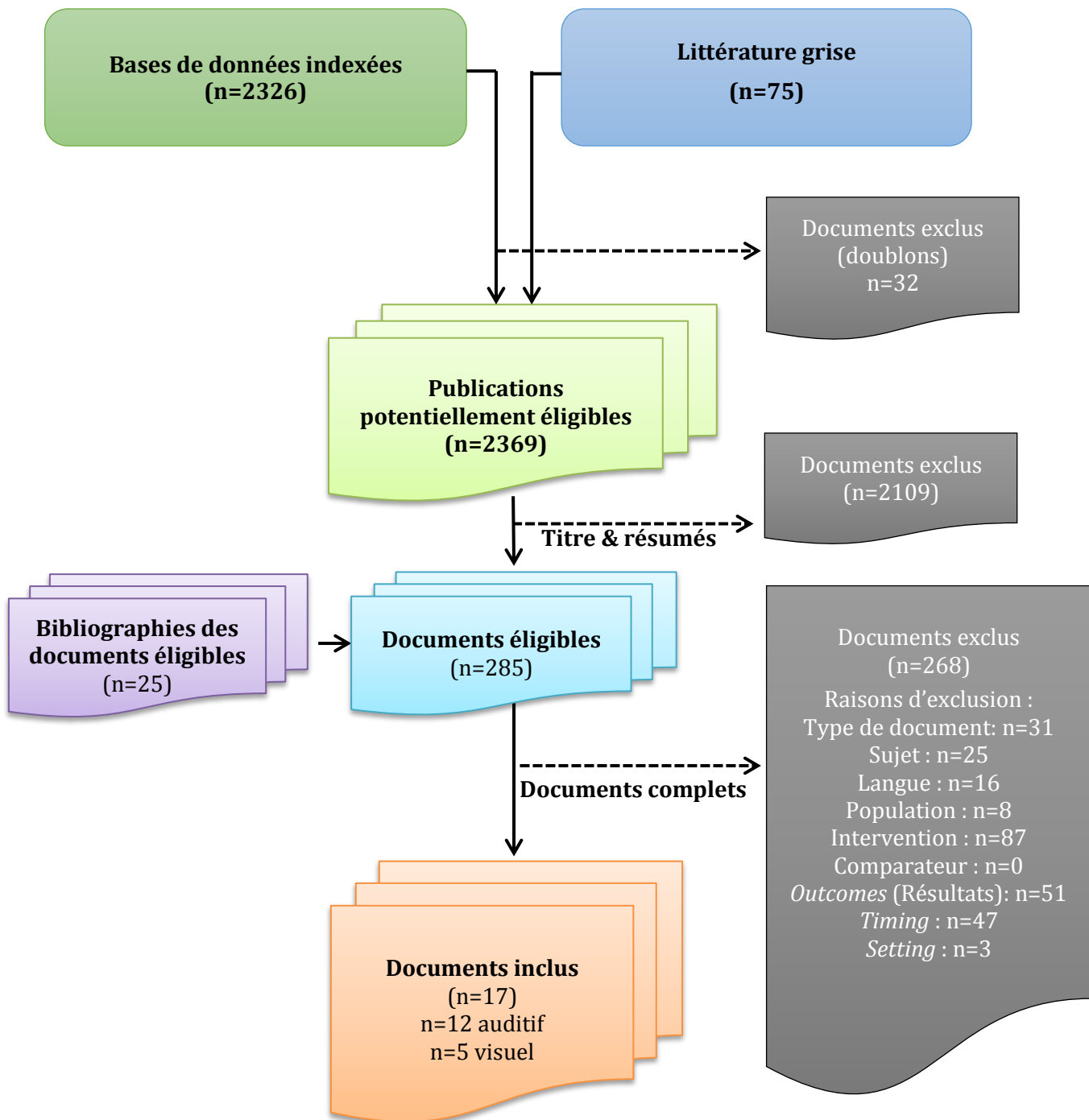
Pour être plus précis, la finalité diagnostique des appareils est bien connue et utilisée dans les hôpitaux québécois. Or, nos intervenants travaillent **en réadaptation**. Leur préoccupation est donc en lien avec le suivi des interventions. Habituellement, ils mesurent les progrès (ou non) de leur clientèle avec des outils tels que des observations, des questionnaires, etc. Or, ces outils ne sont pas d'une grande utilité auprès de certaines clientèles qui ont un niveau de langage oral ou écrit limité (très jeunes enfants, personnes sourdes, aveugles, aphasiques, etc.) ou qui ont des déficits cognitifs importants (personnes présentant une déficience intellectuelle, victimes d'AVC, etc.).

Notre travail actuel consiste à explorer l'utilisation des potentiels évoqués dans un contexte de suivi des interventions. Sur le plan clinique, nos intervenants aimeraient bien avoir des outils objectifs pour savoir si leurs stratégies d'intervention fonctionnent ou pour savoir à temps qu'elles ne mènent nulle part et ainsi changer de méthode. On suppose qu'il y aurait un gain de temps et d'argent aussi. Par contre, l'utilisation de tels appareils vient aussi avec un coût (appareils et maintenance, formation du personnel, aménagement de salles, etc.) et d'autres questionnements, notamment éthiques (exemple : est-il acceptable de soumettre un enfant à une sédation pour mesurer les effets des interventions ?).

Nous avons repéré quelques publications (environ une dizaine) sur le sujet, dont la vôtre. Nous aimerions finaliser notre revue de la littérature avec des expériences de chercheurs et de professionnels québécois. Voilà donc quelques questions que nous aimerions vous poser :

1. À part votre expérience qui a fait l'objet de la publication de 2015, avez-vous réalisé d'autres expériences de recherche sur l'utilisation des mesures électrophysiologiques pour évaluer les effets des interventions ? Si oui quelles sont ces mesures ?
2. À titre de formateur de futurs audiologistes, dans quelle mesure intégrez-vous ces techniques au cursus de formation ?
3. Habituellement, quelles sont les stratégies utilisées par les audiologistes pour évaluer les progrès des clientèles avec déficits langagiers et cognitifs ?
4. Estimez-vous que les techniques électrophysiologiques apportent une valeur ajoutée à la démarche de réadaptation ?
5. Compte tenu des coûts reliés à ces techniques, estimez-vous que le gain escompté en temps et en argent serait au rendez-vous ?
6. Auriez-vous des références à nous suggérer traitant de notre sujet d'étude ?

## Annexe 2 : Schéma de sélection des publications



### Annexe 3 : Résumés des études retenues

Premier auteur Année Pays	Titre	Résumé
Études en déficience auditive		
Alonso 2009 Brésil	<i>The efficacy of formal auditory training in children with (central) auditory processing disorder: behavioral and electrophysiological evaluation</i>	Cette étude quasi expérimentale de type avant-après a pour objectif d'évaluer l'efficacité d'un entraînement auditif ( <i>Auditory Training</i> ) auprès de 29 enfants âgés de 8 à 16 ans qui ont un trouble du traitement auditif central ( <i>Central Auditory Processing Disorder</i> ) en utilisant des mesures comportementales et électrophysiologiques de longues latences (P300). Les mesures électrophysiologiques montrent une diminution statistiquement significative ( $p=0.001$ ) des latences entre les deux temps de mesure (avant et après l'entraînement) à partir du P300, ce qui indique une amélioration. Toutefois, il n'y a pas d'amélioration significative des amplitudes. Les mesures comportementales indiquent également des améliorations significatives ( $p<0.001$ ) aux quatre tests comportementaux (monotiques et dichotiques) utilisés (augmentation des résultats (%) moyens obtenus aux tests).
Filippini 2012 Brésil	<i>Efficacy of Auditory Training Using the Auditory Brainstem Response to Complex Sounds: Auditory Processing Disorder and Specific Language Impairment</i>	Cette étude contrôlée non randomisée évalue l'efficacité d'un programme d'entraînement auditif formel ( <i>formal auditory training – AT</i> ) auprès de 30 enfants âgés de 7 à 13 ans ayant des troubles de l'audition et du langage. L'efficacité est évaluée en utilisant des mesures de réponse évoquée auditive du tronc cérébral liées aux sons complexes ( <i>auditory brainstem response to complex sounds – c-ABR</i> ), en l'absence et en présence de bruit. Les participants sont répartis en quatre groupes : développement typique ( $n=7$ ), trouble du traitement auditif ( $n=9$ ), trouble spécifique du langage (SLIa : $n=6$ et SLIb : $n=8$ ). Tous les participants sont soumis à une évaluation comportementale, de même qu'à l'évaluation c-ABR avec et sans bruits de fond. Par la suite, seuls les groupes TTA et SLI participent à un entraînement auditif formel de 8 semaines. Tous les enfants sont réévalués 12 semaines après la première évaluation. Les résultats obtenus indiquent que les mesures c-ABR prises avec bruits de fond peuvent être utilisées pour démontrer l'efficacité d'un entraînement auditif formel.
Gil 2010 Brésil	<i>Formal auditory training in adult hearing aid users</i>	Cette étude contrôlée randomisée en double aveugle mesure les effets d'un programme d'entraînement auditif formel chez 14 adultes de 16 à 60 ans. Ces personnes ont une perte auditive neurosensorielle de niveau faible à modéré nécessitant l'utilisation de prothèses auditives bilatérales. Les participants ont été répartis en deux groupes : un groupe expérimental, qui a reçu un entraînement auditif de huit heures à raison de 2 heures par semaine, et un groupe contrôle, qui n'a pas reçu d'entraînement. Pour mesurer l'effet des interventions, des mesures comportementales et des mesures de potentiels évoqués ont été prises avant et après l'entraînement. Pour le groupe expérimental, une diminution significative de la latence P3 ( $-27.00$ , $p = 0.037$ ) est obtenue entre les mesures avant-après, ce qui constitue une amélioration. Toutefois, c'est pour une seule mesure électrophysiologique (1/8) qu'une amélioration a été démontrée, alors que pour la plupart des mesures comportementales (7/10), ces mêmes participants présentent des améliorations significatives ( $p<0.05$ ).
Jutras	Impact de	Cet essai contrôlé randomisé explore les bénéfices d'un

Premier auteur Année Pays	Titre	Résumé
2015 Canada	l'entraînement auditif sur les habiletés d'écoute dans le bruit des enfants ayant un trouble de traitement auditif : résultats d'une étude pilote	programme d'entraînement auditif dans le bruit auprès d'enfants ayant un trouble de traitement auditif (TTA). L'étude visait à répondre à deux questions : 1) Comment les enfants ayant un TTA bénéficient-ils d'un entraînement à l'écoute dans le bruit sur le plan des comportements auditifs et neurophysiologiques ? 2) La thérapie a-t-elle un impact sur la participation sociale des enfants ayant un TTA ? Les mesures (avant l'entraînement, après, puis au suivi après six mois) sont prises auprès de 10 enfants de 8 à 12 ans ayant un TTA, séparés en deux groupes (expérimental et contrôle). Les résultats obtenus aux potentiels évoqués auditifs de latence longue révèlent que la latence de l'onde P1 a diminué et que l'amplitude de l'onde N2 a augmenté à la suite de l'entraînement auditif, surtout auprès du groupe ayant bénéficié de l'intervention. Les performances au test de phrases dans le bruit se sont améliorées chez les deux groupes au post-test, mais cette amélioration ne s'est pas maintenue dans le temps chez les enfants ayant reçu l'entraînement auditif. Les résultats aux mesures comportementales ne montrent aucun changement chez les deux groupes. Pour les auteurs, les résultats suggèrent que les enfants développent une plus grande tolérance au bruit après un tel entraînement. Contrairement aux mesures comportementales, certaines composantes des mesures électrophysiologiques seraient de bons indicateurs pour relever des changements survenus à la suite de l'entraînement d'écoute dans le bruit chez les enfants ayant un TTA.
Morais 2015 Brésil	<i>Efficacy of auditory training in elderly subjects</i>	Cet essai contrôlé randomisé voulait mesurer l'efficacité de l'entraînement auditif chez les personnes âgées en utilisant des mesures de potentiel évoqué de longue latence (P300) ainsi que des mesures comportementales. Un groupe de 16 aînés a pris part à l'étude : 8 dans le groupe de contrôle et 8 dans le groupe expérimental. Ces derniers ont participé à un entraînement placebo de 8 semaines, suivi d'un entraînement acoustique de 8 semaines. Les résultats de l'étude indiquent que des mesures comportementales font état d'améliorations significatives à la suite de l'entraînement auditif, alors que les mesures électrophysiologiques font état d'améliorations qui ne sont toutefois pas statistiquement significatives.
Santos 2014 Brésil	<i>Effects of auditory training in individuals with high-frequency hearing loss</i>	Cette étude prospective et quasi expérimentale de type avant-après a pour but de déterminer les effets d'un entraînement auditif formel chez un groupe de 7 adultes en perte d'audition bilatérale entre 46 et 57 ans, à partir de mesures comportementales et électrophysiologiques. Les résultats obtenus aux mesures électrophysiologiques ne montrent aucun changement significatif à la suite de l'entraînement. Toutefois, cinq mesures comportementales (sur 13) indiquent des résultats significatifs après l'intervention.
Schochat 2010 Brésil	<i>Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory</i>	Cet essai contrôlé non randomisé vise à évaluer les effets d'un programme d'entraînement auditif auprès de 52 enfants présentant un TTA, âgés de 8 à 14 ans, en utilisant des mesures comportementales et électrophysiologiques. Les enfants ont été répartis en deux groupes (expérimental et contrôle). Trente enfants (groupe expérimental) ont suivi un entraînement auditif pendant 8 semaines. Tous ont été soumis à des évaluations comportementales et électrophysiologiques avant et après

Premier auteur Année Pays	Titre	Résumé
	<i>processing disorder</i>	l'entraînement. Alors que les résultats aux tests comportementaux indiquent des améliorations significatives après l'entraînement auditif, les résultats aux mesures électrophysiologiques de latence n'indiquent pas de résultats significatifs. Quant aux mesures d'amplitude, elles indiquent des différences significatives pour les deux oreilles aux électrodes C3 seulement.
Sparreboom 2010 Pays-Bas	<i>Electrically Evoked Auditory Brainstem Responses in Children With Sequential Bilateral Cochlear Implants</i>	<p>Cette étude de cohorte prospective a pour but d'examiner les effets de l'implantation cochléaire bilatérale séquentielle sur la maturation auditive du tronc cérébral, ainsi que les effets de l'âge lors de la réception du deuxième implant (CI2). Pour ce faire, elle utilise les mesures de potentiel évoqué du tronc cérébral (<i>Evoked auditory brainstem response</i>).</p> <p>Trente enfants sourds ont participé à l'étude; leur âge moyen lors de la première implantation (CI1) était de 1,8 an et l'âge moyen lors de la deuxième implantation (CI2) de 5,3 ans. Les réponses EABR ont été mesurées en mode intraopératoire et postopératoire après 6, 12 et 24 mois d'utilisation bilatérale des implants et comparées chez les sujets au fil du temps. Les résultats indiquent que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les latences de l'onde III diminuent au fil du temps pour les deux implants; quant aux différences de latence entre CI1 et CI2, elles ont aussi tendance à diminuer dans le temps;</li> <li>• Les latences de l'onde V diminuent également dans le temps; la différence de latence entre les deux implants, significative au début, a tendance à diminuer dans le temps pour atteindre un niveau de différence non significative à 12 et 24 mois, bien que toujours apparente.</li> <li>• L'intervalle de latence entre l'onde III et V diminue aussi au fil du temps. À ce niveau, les différences entre les deux implants demeurent significatives dans le temps.</li> </ul>
Sparreboom 2014 Pays-Bas	<i>Auditory Cortical Maturation in Children With Sequential Bilateral Cochlear Implants</i>	<p>Cette étude de cohorte prospective vise à évaluer les effets de l'implantation cochléaire bilatérale séquentielle sur la maturation auditive et corticale après diverses périodes d'utilisation d'un implant cochléaire unilatéral. Elle a été réalisée sur trente enfants sourds qui ont reçu leur premier implant à l'âge moyen de 1,8 an et leur deuxième implant à un âge moyen de 5,3 ans. Le suivi a été effectué en utilisant les réponses corticales évoquées (EACR), mesurées pour les 2 implants séparément, après 12 et 24 mois d'utilisation d'implant cochléaire bilatéral. Les latences P1 et N2 et les RMS amplitudes ont été comparées entre les deux implants et ont été comparées à celles d'un groupe de 27 enfants du même âge avec une audition normale. Les résultats indiquent que les latences P1 ont diminué au fil du temps pour chacun des implants. En même temps, les différences de latence entre les deux implants diminuent aussi, tout en demeurant significatives à 12 et à 24 mois. Les latences N2 diminuent aussi au fil du temps pour chacun des implants. Quant aux différences de latence N2 entre les deux implants, significatives à 12 mois, elles deviennent non significatives à 24 mois.</p>
Talebi 2015 Iran	<i>Effects of Vowel Auditory Training on Concurrent Speech Segregation in Hearing</i>	<p>Cet essai contrôlé non randomisé a étudié la capacité de discrimination concurrentielle de la parole chez 30 enfants malentendants de 4 à 6 ans au moyen des réponses comportementales et des mesures de potentiel évoqué de longue latence (Amplitude N1-P2). Un groupe expérimental (n=15) a participé à un entraînement à la reconnaissance de 5 voyelles. Les résultats ont été comparés à ceux d'un groupe contrôle (n=15) qui</p>

Premier auteur Année Pays	Titre	Résumé
	<i>Impaired Children</i>	n'a pas bénéficié d'entraînement. Les évaluations ont été administrées avant l'entraînement et après 3 et 6 mois. Les mesures électrophysiologiques utilisées pour évaluer les résultats ont démontré des améliorations significatives de l'amplitude N1-P2).
Thabet 2012 Égypte	<i>Cortical auditory evoked potential (P1): A potential objective indicator for auditory rehabilitation outcome</i>	Cette étude observationnelle de type cas témoin a pour but d'examiner le rôle du potentiel évoqué cortical (CAEP-P1) dans l'évaluation des bénéfices de l'amplification et de la réadaptation auditive. Pour cela, on a comparé les CAEP des enfants normaux avec ceux de deux sous-groupes : d'une part, un sous-groupe un peu plus âgé (âge moyen = 10 ans), qui a aussi une perception auditive un peu plus longue; de plus, ces enfants ont bénéficié d'un programme de réadaptation adéquat. D'autre part, un sous-groupe d'enfants un peu plus jeunes (âge moyen = 7,05 ans), qui ont une perception auditive plus courte et qui n'ont pas eu des interventions de réadaptation appropriées. Les résultats pris après l'intervention montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats des mesures de potentiel évoqué prises auprès des enfants ayant reçu l'intervention adéquate (sous-groupe I) et le groupe contrôle. Or, il existe une différence significative entre les résultats du sous-groupe II et ceux du groupe contrôle pour ce qui est de la latence.
<b>Études en déficience visuelle</b>		
Azmy 2016 Égypte	<i>Monitoring occlusion therapy in amblyopic children using pattern visual evoked potential</i>	Cette étude quasi expérimentale de type avant après étudie l'utilité des modèles de potentiel visuel évoqué ( <i>pattern visual evoked potential</i> ) pour l'évaluation de l'acuité visuelle après la thérapie d'occlusion chez 20 enfants de 3,5 à 6 ans ayant une amblyopie strabique unilatérale. Pour ce faire, des mesures ont été prises avant et après la thérapie. Lors de la mesure avant la thérapie, l'œil amblyopique présente un délai de latence significativement prolongé comparativement à l'œil « normal » (moyennes respectives de 108.92 et 104.08, $p < 0.001$ ). Les différences d'amplitude avant la thérapie ne sont pas significatives ( $p = 0.3$ ). Après la thérapie d'occlusion, les mesures de potentiel évoqué prises montrent une diminution significative du temps de latence mesuré dans l'œil amblyopique (108.92 vs 105.97, $p < 0.05$ ), mais aucune différence significative n'est obtenue pour les mesures d'amplitude ( $p > 0.05$ ). Les résultats indiquent également une amélioration significative de l'acuité visuelle après la thérapie (M post=0.56 vs M pré=0.62, $p = 0.01$ )
Cabi 2014 Turquie	<i>Comparison of the efficacies of patching and penalization therapies for the treatment of amblyopia patients</i>	Cette étude quasi expérimentale de type avant-après avait pour objectif de comparer l'efficacité de thérapies de <i>patching</i> et de <i>penalization</i> pour des enfants amblyopiques en utilisant des mesures comportementales et des mesures de potentiel évoqué. Pour ce faire, les mesures ont été prises avant et après la thérapie, auprès de 50 enfants amblyopiques de 7 à 16 ans, répartis entre deux groupes selon la thérapie suivie. Les résultats obtenus montrent à la fois des améliorations statistiquement significatives ( $p < 0.005$ ) aux mesures comportementales et aux mesures de potentiel évoqué. Les deux thérapies permettent d'améliorer significativement l'acuité visuelle, de diminuer les temps de latence et d'augmenter l'amplitude chez les enfants de plus de 7 ans.
Esposito Veneruso 2014 Italie	<i>Short-term effects of vision trainer</i>	Cette étude contrôlée non randomisée évalue les effets à court terme (15 jours après l'intervention) d'un programme d'entraînement visuel sur les fonctions rétinales chez 21 jeunes de

Premier auteur Année Pays	Titre	Résumé
	<i>rehabilitation in patients affected by anisometropic amblyopia: electrofunctional evaluation</i>	9 à 18 ans ayant une amblyopie. Pour ce faire, elle utilise des mesures comportementales et des mesures de potentiel évoqué, prises avant et après l'entraînement. Leurs résultats ont été comparés à ceux d'un groupe de 15 jeunes de 10 à 19 ans ayant une vision normale. Ils montrent une amélioration significative ( $t = 5.09$ ; $p < 0.005$ ) de la moyenne d'acuité visuelle (BCVA) pour l'œil amblyopique après l'entraînement. Aucune différence significative ( $p > 0.05$ ) du potentiel visuel évoqué entre les résultats avant et après n'a été observée.
Vingolo 2013 Italie	<i>Visual rehabilitation in patients with myopic maculopathy: our experience</i>	Cette étude quasi expérimentale de type avant-après a pour objectif l'évaluation de l'efficacité de la micropérimétrie MP-1 ( <i>Nidek Technologies</i> ) et du <i>Visual Pathfinder</i> ( <i>Lace Inc.</i> ) pour améliorer la fonction visuelle chez les patients ayant une maculopathie myopique. Plusieurs mesures sont utilisées, dont les mesures de potentiel évoqué visuel et les mesures comportementales. Dix-sept patients (34 yeux) de 36 à 58 ans ayant une maculopathie myopique et des scotomes de la rétine ont participé à l'étude. Ils ont suivi 10 séances hebdomadaires de développement par <i>biofeedback</i> avec le MP-1 (7 minutes) et le <i>Visual Pathfinder</i> (3 minutes) dans chaque œil. Toutes les mesures comportementales utilisées présentent une amélioration significative entre les deux temps de mesure. De même, les résultats aux mesures de PÉV montrent une amélioration significative de l'amplitude après l'intervention.
Yadav, 2014 USA	<i>Effect of oculomotor vision rehabilitation on the visual-evoked potential and visual attention in mild traumatic brain injury</i>	Cette étude quasi expérimentale de type avant-après (très bonne qualité : 90 %) vise à évaluer les effets de la réadaptation oculomotrice auprès de 7 adultes ayant vécu un traumatisme craniocérébral léger à partir de mesures comportementales et de mesures de potentiel visuel évoqué. Des mesures ont été prises avant et après une réadaptation oculomotrice de 9 heures réparties sur 6 semaines. Les résultats montrent des améliorations significatives aux mesures comportementales prises avant et après l'intervention. Même constat concernant les mesures d'amplitude du potentiel évoqué visuel. Cependant, aucun changement concernant les mesures de latence n'est rapporté entre les deux temps de mesure. Les scores de latence mesurés avant et après l'intervention demeurent « normaux ».
<b>Revue systématique des écrits</b>		
Wilson 2013 Australie	<i>A systematic review of electrophysiological outcomes following auditory training in school-age children with auditory processing deficits</i>	Cette étude est une revue systématique qui a examiné la littérature portant sur l'utilisation des mesures électrophysiologiques pour déterminer les résultats de l'entraînement auditif chez des enfants d'âge scolaire présentant un TTA. Les données recueillies dans les études retenues ( $n=7$ ) sont limitées et ne permettent pas de conclure à l'efficacité des mesures électrophysiologiques pour mesurer les changements obtenus à la suite d'un entraînement auditif.

## Annexe 4 : Tableaux d'extraction des résultats

### Études en déficience visuelle

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodologique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																																													
Azmy 2016 Égypte	Quasi expérimental  Mesures avant et après  Qualité : 77,3 %	Recrutement : clinique externe d'ophtalmologie pédiatrique  N = 20 enfants, 3,5 à 6 ans, (M = 4,3 ans, ét = 0.68)  Amblyopie strabique unilatérale	Utilisation des mesures de PÉ pour mesurer l'acuité visuelle après une thérapie occlusive de l'œil non amblyopique	<u>Appareil</u> : Neuropack M1 (Nihon Kohden, Japan)  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : enfant attentif et qui maintient l'attention et la fixation tout au long de l'évaluation  <u>Mesures du PÉV (P100)</u> : •Latence •Amplitude  <u>Comparateurs</u> : Mesures d'acuité visuelle	<b>Différences pré/post : œil amblyopique</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Types de mesures</th> <th colspan="2">Pré</th> <th colspan="2">Post</th> <th rowspan="2">p</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>M</th> <th>ÉT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Mesures de PÉV</td> <td>Latence</td> <td>108.92</td> <td>5.73</td> <td>105.97</td> <td>7.31</td> <td>&lt;0.01</td> </tr> <tr> <td>Amplitude</td> <td>9.95</td> <td>5.956</td> <td>9.13</td> <td>4.15</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mesures d'acuité visuelle</td> <td>0.56</td> <td>0.13</td> <td>0.62</td> <td>0.15</td> <td>&lt;0.01</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction significative (<math>p &lt; 0.05</math>) du temps de latence moyen (60 % des cas d'œil amblyotique)</li> <li>- Aucune différence significative concernant l'amplitude pré et post occlusion pour l'œil amblyopique</li> <li>- Amélioration significative de l'acuité visuelle de l'œil amblyotique avant et après la thérapie d'occlusion (<math>p &lt; 0.05</math>)</li> <li>- Aucune corrélation significative entre la réduction du temps de latence de l'œil amblyotique en post et les améliorations de l'acuité visuelle en postocclusion (<math>p &gt; 0.05</math>)</li> </ul>	Types de mesures		Pré		Post		p	M	ÉT	M	ÉT	Mesures de PÉV	Latence	108.92	5.73	105.97	7.31	<0.01	Amplitude	9.95	5.956	9.13	4.15	ns	Mesures d'acuité visuelle		0.56	0.13	0.62	0.15	<0.01																																														
Types de mesures		Pré		Post				p																																																																										
		M	ÉT	M	ÉT																																																																													
Mesures de PÉV	Latence	108.92	5.73	105.97	7.31	<0.01																																																																												
	Amplitude	9.95	5.956	9.13	4.15	ns																																																																												
Mesures d'acuité visuelle		0.56	0.13	0.62	0.15	<0.01																																																																												
Cabi 2014 Turquie	Quasi expérimental  Mesures avant et après (6 mois)  Qualité : 81,8 %	Recrutement : Eye Clinics of Kartal  N = 50 enfants, 7 à 16 ans  Répartis en 2 groupes :  Thérapie de <i>patching</i> (n=26, 40 yeux, M=10.0, ét=2.8)  Thérapie de <i>penalization</i> (n=24, 24 yeux, M =11.6 ans, ét=3)  Amblyopie		<u>Appareil</u> : Roland-consult <i>Retiport instrument (in Gülhane Medical Faculty)</i>  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : normes de l' <i>International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV)</i> , tests réalisés par la même personne, dans le même environnement  <u>Mesures du PÉV (P100)</u> : •Latence •Amplitude  <u>Comparateurs</u> : Mesures d'acuité visuelle	<b>Données descriptives</b> Différences statistiquement significatives entre les deux groupes pour : - l'âge ( $p = 0.024$ ) - l'acuité visuelle en pré ( $p < 0.05$ )  <b>Différences pré-post</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Types de mesures</th> <th colspan="2">Pré</th> <th colspan="2">Post</th> <th rowspan="2">p</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>M</th> <th>ÉT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Thérapie de <i>patching</i></td> <td rowspan="4">Mesures de PÉV</td> <td>Latence 1.0°</td> <td>113</td> <td>6.7</td> <td>106</td> <td>7.8</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Latence 15'</td> <td>119</td> <td>9.5</td> <td>109</td> <td>7.01</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Amplitude 1.0°</td> <td>4</td> <td>3.7</td> <td>12</td> <td>3.7</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Amplitude 15'</td> <td>5</td> <td>3.8</td> <td>12</td> <td>4.3</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mesures d'acuité visuelle</td> <td>0.43</td> <td>0.17</td> <td>0.77</td> <td>0.15</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Thérapie de <i>penalization</i></td> <td rowspan="4"></td> <td>Latence 1.0°</td> <td>113.4</td> <td>7.3</td> <td>107</td> <td>4.9</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Latence 15'</td> <td>123.3</td> <td>8.2</td> <td>113</td> <td>6.6</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Amplitude 1.0°</td> <td>2.8</td> <td>1.5</td> <td>11</td> <td>4.1</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Amplitude 15'</td> <td>3.1</td> <td>2.1</td> <td>12</td> <td>4.9</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mesures d'acuité visuelle</td> <td>0.25</td> <td>0.05</td> <td>0.62</td> <td>0.08</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> Amélioration significative de l'acuité visuelle ( $p < 0.05$ ) Changements significatifs aux mesures de PÉV entre les deux temps de mesure ( $p > 0.05$ ) : latences diminuent et amplitudes augmentent.	Types de mesures		Pré		Post		p	M	ÉT	M	ÉT	Thérapie de <i>patching</i>	Mesures de PÉV	Latence 1.0°	113	6.7	106	7.8	.000	Latence 15'	119	9.5	109	7.01	.000	Amplitude 1.0°	4	3.7	12	3.7	.000	Amplitude 15'	5	3.8	12	4.3	.000	Mesures d'acuité visuelle		0.43	0.17	0.77	0.15	.000	Thérapie de <i>penalization</i>		Latence 1.0°	113.4	7.3	107	4.9	.000	Latence 15'	123.3	8.2	113	6.6	.000	Amplitude 1.0°	2.8	1.5	11	4.1	.000	Amplitude 15'	3.1	2.1	12	4.9	.000	Mesures d'acuité visuelle		0.25	0.05	0.62	0.08	.000
Types de mesures		Pré		Post				p																																																																										
		M	ÉT	M	ÉT																																																																													
Thérapie de <i>patching</i>	Mesures de PÉV	Latence 1.0°	113	6.7	106	7.8	.000																																																																											
		Latence 15'	119	9.5	109	7.01	.000																																																																											
		Amplitude 1.0°	4	3.7	12	3.7	.000																																																																											
		Amplitude 15'	5	3.8	12	4.3	.000																																																																											
Mesures d'acuité visuelle		0.43	0.17	0.77	0.15	.000																																																																												
Thérapie de <i>penalization</i>		Latence 1.0°	113.4	7.3	107	4.9	.000																																																																											
		Latence 15'	123.3	8.2	113	6.6	.000																																																																											
		Amplitude 1.0°	2.8	1.5	11	4.1	.000																																																																											
		Amplitude 15'	3.1	2.1	12	4.9	.000																																																																											
Mesures d'acuité visuelle		0.25	0.05	0.62	0.08	.000																																																																												

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodologique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																		
Esposito Veneruso 2014 Italie	Quasi expérimental  Mesures avant/après  Qualité : 90,9 %	Recrutement : processus non spécifié  N=36 participants, 9- 19 ans  2 groupes : <u>Expérimental</u> : 21 jeunes ayant une amblyopie anisométrique unilatérale 9,1 à 18 ans (M = 12,2 ans, ét=2.7) (n=21 yeux amblyopiques – <u>AE</u> et 21 yeux sains – <u>SE</u> )  <u>Contrôle</u> : 15 jeunes ayant une vision normale de 10 à 19 ans (M=13,7 ans, ét = 3.0) (n=30 yeux sains)	Programme d'entraînemen t visuel ( <i>Retimax vision trainer program</i> , CSO, Firenze – Italy)	<u>Appareil</u> : Retimax, CSO, Firenze – Italy (OTI, Toronto– Canada)  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : - Chambre acoustique isolée et semi-obscur - Capacité de fixation  <u>Mesures du PÉV</u> : • Amplitude (N75-P100) • Latence P100 ( <i>Implicit Times</i> )  <u>Comparateurs</u> : Mesures d'acuité visuelle - BCVA ( <i>best corrected visual acuity</i> )	<b>Données descriptives</b> Mesures pré et post entraînement visuel avec PÉV <u>anormal</u> (jeunes ayant une amblyopie)  <b>Différence pré/post</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Types de mesures</th> <th colspan="3">Oeil amblyopique (AE)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Mesures de PÉV</th> <th rowspan="2">Amplitude</th> <th>Pré</th> <th>M</th> <th>ET</th> <th rowspan="2">p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Post</th> <td>9.25</td> <td>6.75</td> <td>=0.12</td> </tr> <tr> <th rowspan="2">Latence</th> <th rowspan="2">Latence</th> <th>Pré</th> <td>118.83</td> <td>20.96</td> <td rowspan="2">=0.10</td> </tr> <tr> <th>Post</th> <td>115.26</td> <td>19.50</td> </tr> <tr> <th rowspan="2">Mesures comportementales</th> <th rowspan="2">BCVA</th> <th>Pré</th> <td>0.48</td> <td>0.27</td> <td rowspan="2">&lt;0.05</td> </tr> <tr> <th>Post</th> <td>0.37</td> <td>0.26</td> </tr> </tbody> </table> Aucune différence significative ( $p > 0.05$ ) du PÉV entre les résultats pré et post pour les groupes « œil amblyopique – AE » et « œil sain – SE ».  Amélioration significative ( $p < 0.005$ ) de la moyenne d'acuité visuelle (BCVA) obtenue pour l'œil amblyopique après l'intervention.	Types de mesures			Oeil amblyopique (AE)			Mesures de PÉV	Amplitude	Pré	M	ET	p	Post	9.25	6.75	=0.12	Latence	Latence	Pré	118.83	20.96	=0.10	Post	115.26	19.50	Mesures comportementales	BCVA	Pré	0.48	0.27	<0.05	Post	0.37	0.26
Types de mesures			Oeil amblyopique (AE)																																				
Mesures de PÉV	Amplitude	Pré	M	ET	p																																		
		Post	9.25	6.75		=0.12																																	
Latence	Latence	Pré	118.83	20.96	=0.10																																		
		Post	115.26	19.50																																			
Mesures comportementales	BCVA	Pré	0.48	0.27	<0.05																																		
		Post	0.37	0.26																																			
Vingolo 2013 Italie	Quasi expérimental  Avant/après Qualité : 90 %	Recrutement : Méthode non spécifiée  N=17 adultes, 36 à 58 ans (34 yeux)  Maculopathie myopique et scotomes de la rétine	Développeme nt par <i>biofeedback</i> avec le micropérimétri e (MP-1) ( <i>NidekTechnol ogies</i> ) et le <i>Visual Pathfinder</i>	<u>Appareil</u> : <i>Metrovision System</i>  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : ISCEV standards, utilisation d'un damier noir et blanc avec angles de 30°  <u>Mesures du PÉV (P100)</u> : • Amplitude  <u>Comparateurs</u> : Mesures comportementales • Acuité visuelle (BCAV) • Sensibilité rétinale • Comportement de fixation • Zone elliptique du contour bivarié (BCEA) • Vitesse de lecture	<b>Différences pré et post</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BCVA</td> <td>0.64 ± 0.22</td> <td>0.38 ± 0.20</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>VEP P100 amplitude (µV)</td> <td>3.54 ± 1.90</td> <td>6.64 ± 2.91</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>Retinal sensitivity (dB)</td> <td>6.6 ± 2.6</td> <td>14.6 ± 3.6</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>Fixation (%)*</td> <td>45 ± 17</td> <td>75 ± 23</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>BCEA</td> <td>10.3 ± 3.1</td> <td>7.6 ± 2.7</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>Reading speed (words read per minute)</td> <td>54 ± 9.38</td> <td>88 ± 8.55</td> <td>0.02</td> </tr> </tbody> </table> Pre, before treatment; Post, after rehabilitation; BCVA, best corrected visual acuity; BCEA, bivariate contour ellipse area. *Percentage of fixations points within the 2-degree diameter circle.  • Augmentation significative ( $p < 0.05$ ) de la moyenne des cinq mesures comportementales (acuité visuelle, sensibilité rétinale, comportement de fixation, zone elliptique du contour		Pre	Post	p	BCVA	0.64 ± 0.22	0.38 ± 0.20	0.03	VEP P100 amplitude (µV)	3.54 ± 1.90	6.64 ± 2.91	0.04	Retinal sensitivity (dB)	6.6 ± 2.6	14.6 ± 3.6	0.03	Fixation (%)*	45 ± 17	75 ± 23	0.04	BCEA	10.3 ± 3.1	7.6 ± 2.7	0.04	Reading speed (words read per minute)	54 ± 9.38	88 ± 8.55	0.02						
	Pre	Post	p																																				
BCVA	0.64 ± 0.22	0.38 ± 0.20	0.03																																				
VEP P100 amplitude (µV)	3.54 ± 1.90	6.64 ± 2.91	0.04																																				
Retinal sensitivity (dB)	6.6 ± 2.6	14.6 ± 3.6	0.03																																				
Fixation (%)*	45 ± 17	75 ± 23	0.04																																				
BCEA	10.3 ± 3.1	7.6 ± 2.7	0.04																																				
Reading speed (words read per minute)	54 ± 9.38	88 ± 8.55	0.02																																				

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodologique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																								
					bivarié et la vitesse de lecture). • Augmentation significative ( $p = 0.04$ ) de l'amplitude.																																								
Yadav, 2014 USA	Quasi expérimental  Avant/après  Qualité : 90 %	Recrutement : centre de réadaptation affilié à une école d'optométrie  N=7 adultes, 25- 38 ans (M=29,5 ans, ET=4,3 ans)  Traumatisme craniocérébral moyen avec troubles visuels	Réadaptation oculomotrice	Appareil : <i>DIOPSYSTM NOVA-TR</i>  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> Standard GRASS Dans 2 conditions : 1- avec damier 2-fixation rotative  <u>Mesures du PÉV :</u> • Amplitude • Latence (P100)  <u>Compareurs :</u> Mesures comportementales • <i>Visual search and attention test</i> (VSAT)	<b>Différences pré et post</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3" rowspan="2">Types de mesures</th> <th colspan="4">Oeil amblyopique (AE)</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>t</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Mesures de PÉV</td> <td rowspan="2">Amplitude</td> <td>Pré</td> <td>17,10</td> <td>3,85</td> <td rowspan="2">3,60</td> <td rowspan="2"><b>.01</b></td> </tr> <tr> <td>Post</td> <td>19,15</td> <td>3,80</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Latence</td> <td>Pré</td> <td>105</td> <td>2,31</td> <td rowspan="2">0,12</td> <td rowspan="2">.90</td> </tr> <tr> <td>Post</td> <td>105</td> <td>1,98</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Mesures comportementales</td> <td rowspan="2">VSAT*</td> <td>Pré</td> <td>--</td> <td>--</td> <td rowspan="2">3,13</td> <td rowspan="2"><b>.02</b></td> </tr> <tr> <td>Post</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> </tbody> </table> * Les percentiles sont présentés dans un graphique, pour chaque participant.  • Amélioration significative ( $p=0.01$ ) de l'amplitude. • Aucun changement significatif de la latence ( $p=0.90$ ). • Améliorations significatives ( $p=0.02$ ) aux mesures comportementales (VSAT).	Types de mesures			Oeil amblyopique (AE)				M	ÉT	t	p	Mesures de PÉV	Amplitude	Pré	17,10	3,85	3,60	<b>.01</b>	Post	19,15	3,80	Latence	Pré	105	2,31	0,12	.90	Post	105	1,98	Mesures comportementales	VSAT*	Pré	--	--	3,13	<b>.02</b>	Post	--	--
Types de mesures			Oeil amblyopique (AE)																																										
			M	ÉT	t	p																																							
Mesures de PÉV	Amplitude	Pré	17,10	3,85	3,60	<b>.01</b>																																							
		Post	19,15	3,80																																									
	Latence	Pré	105	2,31	0,12	.90																																							
Post		105	1,98																																										
Mesures comportementales	VSAT*	Pré	--	--	3,13	<b>.02</b>																																							
		Post	--	--																																									

## Études en déficience auditive

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodologique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																																																																																																																																																																																	
Alonso 2009 Brésil	Quasi expérimental Avant/après  Qualité : 68,2 %	Recrutement : processus non spécifié  N=29 enfants, 8-16 ans  Trouble du traitement auditif central (TTA)	Utilisation des mesures de PÉ pour mesurer l'évolution de l'audition d'un programme d'entraînement auditif	<u>Appareil</u> : non spécifié  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : salle insonorisée  <u>Mesures du PÉALI (P300)</u> : • Latence • Amplitude  <u>Comparateurs</u> : Mesures comportementales - SSI-ICM ( <i>synthetic sentence identification with ipsilateral competing message</i> ) - SWN ( <i>speech with noise test</i> ) - DNV ( <i>directed attention non-verbal dichotic test</i> ) - SSW ( <i>staggered spondaic word test</i> )	<b>Données descriptives</b> Aucune différence significative entre l'oreille droite et gauche à l'évaluation physique et électrophysiologique en prétest et en post-test (équivalence des deux oreilles testées).  <b>Différences pré/post</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Types de mesures</th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pré</th> <th colspan="2">Post</th> <th rowspan="2">p</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>M</th> <th>ÉT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Mesures de PÉALI</td> <td>Latence</td> <td>382.66</td> <td>65.76</td> <td>351.21</td> <td>47,13</td> <td><b>0.001</b></td> </tr> <tr> <td>Amplitude</td> <td>5.50</td> <td>4.55</td> <td>6.74</td> <td>4.59</td> <td>0.178</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Mesures comportementales (%)</td> <td>SSI-ICM</td> <td>66.2</td> <td>17.8</td> <td>86.4</td> <td>13.1</td> <td><b>&lt;0.001</b></td> </tr> <tr> <td>SWN</td> <td>68.8</td> <td>10.8</td> <td>80.1</td> <td>7</td> <td><b>&lt;0.001</b></td> </tr> <tr> <td>DNV</td> <td>8.62</td> <td>2.52</td> <td>10.93</td> <td>1.78</td> <td><b>&lt;0.001</b></td> </tr> <tr> <td>SSW</td> <td>72.0</td> <td>12</td> <td>89.2</td> <td>11</td> <td><b>&lt;0.001</b></td> </tr> </tbody> </table> Diminution significative de la valeur de latence moyenne au P300 en post.  Améliorations significatives aux quatre mesures comportementales. - Parmi les enfants diagnostiqués avec un TTA au prétest, à partir des tests comportementaux, 72,4 % présentent un traitement auditif normal à la suite de l'intervention (mesures post).  Aucune différence significative entre les moyennes d'amplitude pré et post (p=0.178).	Types de mesures		Pré		Post		p	M	ÉT	M	ÉT	Mesures de PÉALI	Latence	382.66	65.76	351.21	47,13	<b>0.001</b>	Amplitude	5.50	4.55	6.74	4.59	0.178	Mesures comportementales (%)	SSI-ICM	66.2	17.8	86.4	13.1	<b>&lt;0.001</b>	SWN	68.8	10.8	80.1	7	<b>&lt;0.001</b>	DNV	8.62	2.52	10.93	1.78	<b>&lt;0.001</b>	SSW	72.0	12	89.2	11	<b>&lt;0.001</b>																																																																																																																																																																
Types de mesures		Pré		Post				p																																																																																																																																																																																																														
		M	ÉT	M	ÉT																																																																																																																																																																																																																	
Mesures de PÉALI	Latence	382.66	65.76	351.21	47,13	<b>0.001</b>																																																																																																																																																																																																																
	Amplitude	5.50	4.55	6.74	4.59	0.178																																																																																																																																																																																																																
Mesures comportementales (%)	SSI-ICM	66.2	17.8	86.4	13.1	<b>&lt;0.001</b>																																																																																																																																																																																																																
	SWN	68.8	10.8	80.1	7	<b>&lt;0.001</b>																																																																																																																																																																																																																
	DNV	8.62	2.52	10.93	1.78	<b>&lt;0.001</b>																																																																																																																																																																																																																
	SSW	72.0	12	89.2	11	<b>&lt;0.001</b>																																																																																																																																																																																																																
Filippini 2012 Brésil	Quasi expérimental Avant/après (12 sem.)  Qualité : 77,3 %	Recrutement : processus non spécifié  N=30 enfants, 7 à 13 ans (M=9.09 ans, ét = 1.54)  Répartis en 4 groupes : 1-Développement typique/normal : non soumis au traitement (n=7) – groupe contrôle (TD) 2-Trouble du traitement auditif (TTA) soumis à la thérapie AT (n=9)  3-Trouble spécifique du langage (SLI) – divisé en deux	Programme d'entraînement auditif (AT) :	<u>Appareil</u> : BioMARK ( <i>Biological Marker of Auditory Processing, Bio-logic Systems Corp., Mundelein, Ill., USA</i> )  <u>Mesures du PÉAp : (tronc cérébral – ABR)</u> • Latence • Amplitude  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : enfant assis confortablement dans une chambre de traitement électrique et acoustique, visionnement d'un film au choix présenté à 40 dB SPL  <u>Comparateurs</u> : Mesures comportementales - SWN ( <i>speech with noise test/ auditory closure – AC</i> ) - SSW ( <i>staggered spondaic word test, ou dichotic digits test/ figure ground – FG</i> )	<b>Différence pré/post</b> <b>Mesures de PÉA – ABR dans le silence :</b> Aucune différence significative de latence et d'amplitude pour le groupe APD.  <b>Mesures de PÉA dans le bruit</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">TD</th> <th colspan="2">APD</th> <th colspan="2">SLIa</th> <th colspan="2">SLIb</th> </tr> <tr> <th>mean</th> <th>SD</th> <th>mean</th> <th>SD</th> <th>mean</th> <th>SD</th> <th>mean</th> <th>SD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">V</td> <td>initial</td> <td>7.05</td> <td>0.97</td> <td>8.05</td> <td>0.91</td> <td>8.13</td> <td>0.76</td> <td>7.92</td> <td>0.95</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>6.83</td> <td>0.69</td> <td>7.86</td> <td>0.71</td> <td>7.95</td> <td>0.84</td> <td>7.54</td> <td>0.94</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>initial</td> <td>8.29</td> <td>0.94</td> <td>9.3</td> <td>1.94</td> <td>10.09</td> <td>1.83</td> <td>9.07</td> <td>0.77</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>8.13</td> <td>0.79</td> <td>8.75</td> <td>1.01</td> <td>9.07</td> <td>0.97</td> <td>8.72</td> <td>0.31</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">C</td> <td>initial</td> <td>18.97</td> <td>1.26</td> <td>19.72</td> <td>0.96</td> <td>21.21</td> <td>1.11</td> <td>20.01</td> <td>1.33</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>18.47</td> <td>0.64</td> <td>19.53</td> <td>0.62</td> <td>19.17</td> <td>0.7</td> <td>19.76</td> <td>1.26</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">D</td> <td>initial</td> <td>23.43</td> <td>0.82</td> <td>24.36</td> <td>0.89</td> <td>25.30</td> <td>0.5</td> <td>23.18</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>23.43</td> <td>1.12</td> <td>23.8</td> <td>0.9</td> <td>24.23</td> <td>0.78</td> <td>23.73</td> <td>0.61</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">E</td> <td>initial</td> <td>32.35</td> <td>1.41</td> <td>32.70</td> <td>1.92</td> <td>33.47</td> <td>1.12</td> <td>31.84</td> <td>0.94</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>32.41</td> <td>1.05</td> <td>32.18</td> <td>1.02</td> <td>32.42</td> <td>1.14</td> <td>32.1</td> <td>1.24</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">F</td> <td>initial</td> <td>40.85</td> <td>1.32</td> <td>40.77</td> <td>1.92</td> <td>41.42</td> <td>1.32</td> <td>40.26</td> <td>0.94</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>40.66</td> <td>1.39</td> <td>40.35</td> <td>1.09</td> <td>41.16</td> <td>1.62</td> <td>40.29</td> <td>1.22</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">O</td> <td>initial</td> <td>48.54</td> <td>0.74</td> <td>49.10</td> <td>1.25</td> <td>49.69</td> <td>0.77</td> <td>48.66</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>48.46</td> <td>0.65</td> <td>49.26</td> <td>1.04</td> <td>49.58</td> <td>1.35</td> <td>48.86</td> <td>1.35</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">VA</td> <td>LAT</td> <td>initial</td> <td>1.23</td> <td>0.30</td> <td>1.17</td> <td>0.43</td> <td>0.97</td> <td>0.34</td> <td>1.15</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>0.92</td> <td>0.14</td> <td>1.10</td> <td>0.18</td> <td>0.91</td> <td>0.16</td> <td>0.90</td> <td>0.09</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">AMP</td> <td>initial</td> <td>0.15</td> <td>0.08</td> <td>0.10</td> <td>0.04</td> <td>0.15</td> <td>0.05</td> <td>0.13</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>0.34</td> <td>0.07</td> <td>0.27</td> <td>0.09</td> <td>0.29</td> <td>0.06</td> <td>0.35</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Slope</td> <td>initial</td> <td>0.12</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.06</td> <td>0.16</td> <td>0.05</td> <td>0.12</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>0.34</td> <td>0.07</td> <td>0.27</td> <td>0.09</td> <td>0.29</td> <td>0.06</td> <td>0.35</td> <td>0.14</td> </tr> </tbody> </table> LAT = Latency; AMP = amplitude.  <b>Différences pré-post dans le bruit : Améliorations significatives groupe TTA :</b> • Peak V Latence (p = 0.027) • Peak D Latence (p = 0.023)			TD		APD		SLIa		SLIb		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	V	initial	7.05	0.97	8.05	0.91	8.13	0.76	7.92	0.95	final	6.83	0.69	7.86	0.71	7.95	0.84	7.54	0.94	A	initial	8.29	0.94	9.3	1.94	10.09	1.83	9.07	0.77	final	8.13	0.79	8.75	1.01	9.07	0.97	8.72	0.31	C	initial	18.97	1.26	19.72	0.96	21.21	1.11	20.01	1.33	final	18.47	0.64	19.53	0.62	19.17	0.7	19.76	1.26	D	initial	23.43	0.82	24.36	0.89	25.30	0.5	23.18	0.89	final	23.43	1.12	23.8	0.9	24.23	0.78	23.73	0.61	E	initial	32.35	1.41	32.70	1.92	33.47	1.12	31.84	0.94	final	32.41	1.05	32.18	1.02	32.42	1.14	32.1	1.24	F	initial	40.85	1.32	40.77	1.92	41.42	1.32	40.26	0.94	final	40.66	1.39	40.35	1.09	41.16	1.62	40.29	1.22	O	initial	48.54	0.74	49.10	1.25	49.69	0.77	48.66	0.72	final	48.46	0.65	49.26	1.04	49.58	1.35	48.86	1.35	VA	LAT	initial	1.23	0.30	1.17	0.43	0.97	0.34	1.15	0.40	final	0.92	0.14	1.10	0.18	0.91	0.16	0.90	0.09	AMP	initial	0.15	0.08	0.10	0.04	0.15	0.05	0.13	0.06	final	0.34	0.07	0.27	0.09	0.29	0.06	0.35	0.14	Slope	initial	0.12	0.05	0.10	0.06	0.16	0.05	0.12	0.05	final	0.34	0.07	0.27	0.09	0.29	0.06	0.35	0.14
		TD		APD				SLIa		SLIb																																																																																																																																																																																																												
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD																																																																																																																																																																																																													
V	initial	7.05	0.97	8.05	0.91	8.13	0.76	7.92	0.95																																																																																																																																																																																																													
	final	6.83	0.69	7.86	0.71	7.95	0.84	7.54	0.94																																																																																																																																																																																																													
A	initial	8.29	0.94	9.3	1.94	10.09	1.83	9.07	0.77																																																																																																																																																																																																													
	final	8.13	0.79	8.75	1.01	9.07	0.97	8.72	0.31																																																																																																																																																																																																													
C	initial	18.97	1.26	19.72	0.96	21.21	1.11	20.01	1.33																																																																																																																																																																																																													
	final	18.47	0.64	19.53	0.62	19.17	0.7	19.76	1.26																																																																																																																																																																																																													
D	initial	23.43	0.82	24.36	0.89	25.30	0.5	23.18	0.89																																																																																																																																																																																																													
	final	23.43	1.12	23.8	0.9	24.23	0.78	23.73	0.61																																																																																																																																																																																																													
E	initial	32.35	1.41	32.70	1.92	33.47	1.12	31.84	0.94																																																																																																																																																																																																													
	final	32.41	1.05	32.18	1.02	32.42	1.14	32.1	1.24																																																																																																																																																																																																													
F	initial	40.85	1.32	40.77	1.92	41.42	1.32	40.26	0.94																																																																																																																																																																																																													
	final	40.66	1.39	40.35	1.09	41.16	1.62	40.29	1.22																																																																																																																																																																																																													
O	initial	48.54	0.74	49.10	1.25	49.69	0.77	48.66	0.72																																																																																																																																																																																																													
	final	48.46	0.65	49.26	1.04	49.58	1.35	48.86	1.35																																																																																																																																																																																																													
VA	LAT	initial	1.23	0.30	1.17	0.43	0.97	0.34	1.15	0.40																																																																																																																																																																																																												
	final	0.92	0.14	1.10	0.18	0.91	0.16	0.90	0.09																																																																																																																																																																																																													
AMP	initial	0.15	0.08	0.10	0.04	0.15	0.05	0.13	0.06																																																																																																																																																																																																													
	final	0.34	0.07	0.27	0.09	0.29	0.06	0.35	0.14																																																																																																																																																																																																													
Slope	initial	0.12	0.05	0.10	0.06	0.16	0.05	0.12	0.05																																																																																																																																																																																																													
	final	0.34	0.07	0.27	0.09	0.29	0.06	0.35	0.14																																																																																																																																																																																																													

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodolo gique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																																																																																							
		sous-groupes :  a) Groupe <u>SLLa</u> soumis à la thérapie AT et à la thérapie du langage (n = 6)  b) Groupe <u>SLIb</u> (n = 8) soumis à la thérapie du langage seulement		- PPST ( <i>pitch pattern sequencing test/ temporal sequencing – TS</i> )	<b>Mesures comportementales :</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">TD</th> <th colspan="2">APD</th> <th colspan="2">SLLa</th> <th colspan="2">SLIb</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>mean</th> <th>SD</th> <th>mean</th> <th>SD</th> <th>mean</th> <th>SD</th> <th>mean</th> <th>SD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">AC</td> <td>RE</td> <td>initial</td> <td>84.57</td> <td>8.77</td> <td>75.11</td> <td>8.67</td> <td>85.00</td> <td>18.71</td> <td>91.25</td> <td>9.91</td> </tr> <tr> <td></td> <td>final</td> <td>90.86</td> <td>5.98</td> <td>78.67</td> <td>10.20</td> <td>96.67</td> <td>5.16</td> <td>92.50</td> <td>10.35</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">LE</td> <td>initial</td> <td>92.00</td> <td>7.30</td> <td>77.78</td> <td>9.62</td> <td>71.67</td> <td>17.22</td> <td>91.25</td> <td>9.91</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>92.00</td> <td>4.62</td> <td>81.33</td> <td>9.38</td> <td>88.33</td> <td>7.53</td> <td>95.00</td> <td>5.35</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">FG</td> <td>RE</td> <td>initial</td> <td>93.93</td> <td>4.30</td> <td>53.61</td> <td>18.29</td> <td>67.50</td> <td>14.14</td> <td>85.00</td> <td>17.73</td> </tr> <tr> <td></td> <td>final</td> <td>94.29</td> <td>4.73</td> <td>68.89</td> <td>20.62</td> <td>84.17</td> <td>8.90</td> <td>84.06</td> <td>17.11</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">LE</td> <td>initial</td> <td>92.50</td> <td>6.12</td> <td>55.83</td> <td>23.12</td> <td>70.00</td> <td>10.95</td> <td>80.31</td> <td>17.19</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>93.21</td> <td>5.35</td> <td>66.67</td> <td>25.92</td> <td>84.58</td> <td>8.43</td> <td>82.19</td> <td>17.85</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">TS</td> <td>initial</td> <td>94.29</td> <td>4.50</td> <td>47.22</td> <td>15.64</td> <td>53.33</td> <td>28.75</td> <td>60.00</td> <td>17.32</td> </tr> <tr> <td>final</td> <td>95.36</td> <td>4.19</td> <td>65.00</td> <td>18.03</td> <td>71.25</td> <td>25.39</td> <td>60.94</td> <td>17.21</td> </tr> </tbody> </table> <p>AC = Auditory closure ability; FG = figure-ground ability; TS = temporal sequencing ability; RE = right ear; LE = left ear.</p>			TD		APD		SLLa		SLIb				mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	AC	RE	initial	84.57	8.77	75.11	8.67	85.00	18.71	91.25	9.91		final	90.86	5.98	78.67	10.20	96.67	5.16	92.50	10.35	LE	initial	92.00	7.30	77.78	9.62	71.67	17.22	91.25	9.91	final	92.00	4.62	81.33	9.38	88.33	7.53	95.00	5.35	FG	RE	initial	93.93	4.30	53.61	18.29	67.50	14.14	85.00	17.73		final	94.29	4.73	68.89	20.62	84.17	8.90	84.06	17.11	LE	initial	92.50	6.12	55.83	23.12	70.00	10.95	80.31	17.19	final	93.21	5.35	66.67	25.92	84.58	8.43	82.19	17.85	TS	initial	94.29	4.50	47.22	15.64	53.33	28.75	60.00	17.32	final	95.36	4.19	65.00	18.03	71.25	25.39	60.94	17.21
		TD		APD		SLLa		SLIb																																																																																																																				
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD																																																																																																																			
AC	RE	initial	84.57	8.77	75.11	8.67	85.00	18.71	91.25	9.91																																																																																																																		
		final	90.86	5.98	78.67	10.20	96.67	5.16	92.50	10.35																																																																																																																		
LE	initial	92.00	7.30	77.78	9.62	71.67	17.22	91.25	9.91																																																																																																																			
	final	92.00	4.62	81.33	9.38	88.33	7.53	95.00	5.35																																																																																																																			
FG	RE	initial	93.93	4.30	53.61	18.29	67.50	14.14	85.00	17.73																																																																																																																		
		final	94.29	4.73	68.89	20.62	84.17	8.90	84.06	17.11																																																																																																																		
LE	initial	92.50	6.12	55.83	23.12	70.00	10.95	80.31	17.19																																																																																																																			
	final	93.21	5.35	66.67	25.92	84.58	8.43	82.19	17.85																																																																																																																			
TS	initial	94.29	4.50	47.22	15.64	53.33	28.75	60.00	17.32																																																																																																																			
	final	95.36	4.19	65.00	18.03	71.25	25.39	60.94	17.21																																																																																																																			
Gil 2010 Brésil	Essai contrôlé randomisé (double aveugle)  Mesures avant/après  Qualité : 85,7 %	Recrutement : processus non spécifié  N=14, 16 à 60 ans  Groupe <u>expérimental</u> : avec entraînement auditif (n=7)  Groupe <u>contrôle</u> : sans entraînement auditif (n=7)  Perte auditive neurosensorielle bilatérale (port de prothèses auditives aux deux oreilles)	Programme d'entraînemen t auditif formel, avec prothèses auditives	<u>Appareil</u> : four channel Biologic System unit  <u>Mesures du PÉALL</u> : • Latence : N1, P2, N2, P3 • Amplitude : N1, P2, N2, P3  <u>Comparateurs</u> : Mesures comportementales - SL ( <i>sound localization</i> ) - MVS ( <i>memory for verbal sounds in sequence</i> ) - MNVS ( <i>memory for nonverbal sounds in sequence</i> ) - WRS ( <i>word recognition score with record stimuli</i> ) - SIN ( <i>speech-in-noise test</i> ) - DD ( <i>dichotic digits, binaural intergration conditions</i> ) - SSI ( <i>synthetic sentence identification</i> )	<b>Différences pré-post pour le groupe expérimental</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Types de mesures</th> <th colspan="3">Améliorations – Groupe expérimental</th> </tr> <tr> <th colspan="3"></th> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="9">Mesures de PÉA</td> <td rowspan="4">Amplitude</td> <td>N1</td> <td>-1.73</td> <td>4.4</td> <td>0.162</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>-0.06</td> <td>1.8</td> <td>0.895</td> </tr> <tr> <td>N2</td> <td>-0.98</td> <td>2.5</td> <td>0.202</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>0.21</td> <td>2.7</td> <td>0.777</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">Latence</td> <td>N1</td> <td>-0.71</td> <td>12.8</td> <td>0.838</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>8.43</td> <td>29.4</td> <td>0.303</td> </tr> <tr> <td>N2</td> <td>15.08</td> <td>68.1</td> <td>0.459</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>-27.00</td> <td>39.3</td> <td><b>0.037</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="10">Mesures comportementales (%)</td> <td>SL</td> <td></td> <td>17.1</td> <td>13.8</td> <td><b>0.017</b></td> </tr> <tr> <td>MVS</td> <td></td> <td>18.1</td> <td>37.5</td> <td>0.248</td> </tr> <tr> <td>MNVS</td> <td></td> <td>22.9</td> <td>15.8</td> <td><b>0.009</b></td> </tr> <tr> <td>WRS</td> <td></td> <td>2.0</td> <td>7.8</td> <td>0.355</td> </tr> <tr> <td>SIN</td> <td></td> <td>12.9</td> <td>15.7</td> <td><b>0.009</b></td> </tr> <tr> <td>DD</td> <td></td> <td>7.3</td> <td>11.3</td> <td><b>0.032</b></td> </tr> <tr> <td>CCM SSI</td> <td></td> <td>1.4</td> <td>3.6</td> <td>0.165</td> </tr> <tr> <td>ICM SSI</td> <td></td> <td>17.1</td> <td>13.3</td> <td><b>&lt; 0.01</b></td> </tr> <tr> <td>SSI-10</td> <td></td> <td>36.4</td> <td>16.0</td> <td><b>&lt; 0.01</b></td> </tr> <tr> <td>SSI-15</td> <td></td> <td>68.8</td> <td>23.5</td> <td><b>&lt; 0.01</b></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorations significatives (<math>p &lt; 0.05</math>) pour 7 des 10 mesures comportementales.</li> <li>• Diminution significative (<math>p &lt; 0.05</math>) de la latence P3 pour les participants ayant reçu l'intervention.</li> <li>• Aucun changement significatif obtenu pour l'amplitude.</li> </ul>	Types de mesures			Améliorations – Groupe expérimental						M	ÉT	p	Mesures de PÉA	Amplitude	N1	-1.73	4.4	0.162	P2	-0.06	1.8	0.895	N2	-0.98	2.5	0.202	P3	0.21	2.7	0.777	Latence	N1	-0.71	12.8	0.838	P2	8.43	29.4	0.303	N2	15.08	68.1	0.459	P3	-27.00	39.3	<b>0.037</b>						Mesures comportementales (%)	SL		17.1	13.8	<b>0.017</b>	MVS		18.1	37.5	0.248	MNVS		22.9	15.8	<b>0.009</b>	WRS		2.0	7.8	0.355	SIN		12.9	15.7	<b>0.009</b>	DD		7.3	11.3	<b>0.032</b>	CCM SSI		1.4	3.6	0.165	ICM SSI		17.1	13.3	<b>&lt; 0.01</b>	SSI-10		36.4	16.0	<b>&lt; 0.01</b>	SSI-15		68.8	23.5	<b>&lt; 0.01</b>																
Types de mesures			Améliorations – Groupe expérimental																																																																																																																									
			M	ÉT	p																																																																																																																							
Mesures de PÉA	Amplitude	N1	-1.73	4.4	0.162																																																																																																																							
		P2	-0.06	1.8	0.895																																																																																																																							
		N2	-0.98	2.5	0.202																																																																																																																							
		P3	0.21	2.7	0.777																																																																																																																							
	Latence	N1	-0.71	12.8	0.838																																																																																																																							
		P2	8.43	29.4	0.303																																																																																																																							
		N2	15.08	68.1	0.459																																																																																																																							
		P3	-27.00	39.3	<b>0.037</b>																																																																																																																							
Mesures comportementales (%)	SL		17.1	13.8	<b>0.017</b>																																																																																																																							
	MVS		18.1	37.5	0.248																																																																																																																							
	MNVS		22.9	15.8	<b>0.009</b>																																																																																																																							
	WRS		2.0	7.8	0.355																																																																																																																							
	SIN		12.9	15.7	<b>0.009</b>																																																																																																																							
	DD		7.3	11.3	<b>0.032</b>																																																																																																																							
	CCM SSI		1.4	3.6	0.165																																																																																																																							
	ICM SSI		17.1	13.3	<b>&lt; 0.01</b>																																																																																																																							
	SSI-10		36.4	16.0	<b>&lt; 0.01</b>																																																																																																																							
	SSI-15		68.8	23.5	<b>&lt; 0.01</b>																																																																																																																							
Jutras 2015 Canada	Essai contrôlé randomisé (pilote)  Mesures avant/après	Recrutement : via les listes d'attente de 5 centres de réadaptation québécois  =10 enfants, 8 à	Programme d'entraînemen t auditif dans le bruit	<u>Appareil</u> : Intelligent Hearing Systems  <u>Mesures du PÉALL</u> : • Amplitude P1 et N2 • Latence P1 et N2 <u>Modalités d'utilisation des tests</u>	<b>***** Aucune analyse statistique effectuée *****</b>  <b>Changements observés pour le groupe expérimental :</b>																																																																																																																							

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodolo gique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																																																														
	et suivi 6 mois  Qualité : 77,8 %	12 ans  Répartition aléatoire en 2 groupes : <u>Expérimental</u> : a reçu le programme d'entraînement à l'écoute dans le bruit (n=5)  <u>Contrôle</u> : sans entraînement (n=5)  Trouble du traitement auditif		<u>électrophysiologiques</u> : Salle silencieuse  <u>Comparateurs</u> Mesures comportementales : - HINT ( <i>Hearing in Noise Test</i> ) - ÉCA (Échelle des comportements auditifs) - MHAVIE - SIFTER ( <i>Sreening Identification For Targerig Educational Risk</i> )	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Types de mesures</th> <th colspan="3">Groupe expérimental</th> </tr> <tr> <th>Changements pré/post</th> <th>Changements au suivi 6 mois</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Mesures comportementales dans le bruit (HINT)</b></td> <td>↑ (amélioration)</td> <td>↓ (détérioration)*</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td><b>Opinions des parents et enseignants</b></td> <td>↔ (peu de changements)</td> <td>↔ (peu de changements)</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td rowspan="4"><b>Mesures de PÉA</b></td> <td><b>Latence P1</b></td> <td>↓ (<b>amélioration</b>)</td> <td>↓ (<b>amélioration</b>)</td> </tr> <tr> <td><b>Latence N2</b></td> <td>↔ (peu de changements)</td> <td>↔ (peu de changements)</td> </tr> <tr> <td><b>Amplitude P1</b></td> <td>↓ (détérioration)</td> <td>↑ (amélioration)</td> </tr> <tr> <td><b>Amplitude N2</b></td> <td>↑ (amélioration)</td> <td>↑ (amélioration)</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Les valeurs moyennes reviennent à celles observées en pré.</p> <p>• Les mesures électrophysiologiques suggèrent davantage de changements dans le temps.</p> <p>↑ : augmentation des valeurs moyennes ↓ : diminution des valeurs moyennes ↔ : aucun changement</p>	Types de mesures	Groupe expérimental			Changements pré/post	Changements au suivi 6 mois	p	<b>Mesures comportementales dans le bruit (HINT)</b>	↑ (amélioration)	↓ (détérioration)*	---	<b>Opinions des parents et enseignants</b>	↔ (peu de changements)	↔ (peu de changements)	---	<b>Mesures de PÉA</b>	<b>Latence P1</b>	↓ ( <b>amélioration</b> )	↓ ( <b>amélioration</b> )	<b>Latence N2</b>	↔ (peu de changements)	↔ (peu de changements)	<b>Amplitude P1</b>	↓ (détérioration)	↑ (amélioration)	<b>Amplitude N2</b>	↑ (amélioration)	↑ (amélioration)																																																																		
Types de mesures	Groupe expérimental																																																																																																		
	Changements pré/post	Changements au suivi 6 mois	p																																																																																																
<b>Mesures comportementales dans le bruit (HINT)</b>	↑ (amélioration)	↓ (détérioration)*	---																																																																																																
<b>Opinions des parents et enseignants</b>	↔ (peu de changements)	↔ (peu de changements)	---																																																																																																
<b>Mesures de PÉA</b>	<b>Latence P1</b>	↓ ( <b>amélioration</b> )	↓ ( <b>amélioration</b> )																																																																																																
	<b>Latence N2</b>	↔ (peu de changements)	↔ (peu de changements)																																																																																																
	<b>Amplitude P1</b>	↓ (détérioration)	↑ (amélioration)																																																																																																
	<b>Amplitude N2</b>	↑ (amélioration)	↑ (amélioration)																																																																																																
Moras 2015 Brésil	Essai contrôlé randomisé  Qualité : 77 %  Mesures avant et après	Recrutement : identification des candidats potentiels à partir d'une étude longitudinale menée auprès d'aînés volontaires.  N=16 personnes âgées, 60-78 ans  Groupe expérimental : n=8  Groupe contrôle : n=8  Troubles de l'audition liés à l'âge	Entraînement auditif contrôlé sur le plan acoustique	<u>Appareil</u> : Neuroscan Inc. (modèle STIM2)  <u>Mesures du PÉALI (P300)</u> • Latence • Amplitude  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : Caractéristiques du local non précisées  <u>Comparateurs</u> : Mesures comportementales - <i>Speech-in-noise</i> (SIN) - <i>Dichotic digits</i> (DD) - <i>Gap-in-noise</i> (GIN) - <i>Pitch pattern sequence</i> (PPS)	<p><b>Différences évaluation 1 (E1) et évaluation 2 (E2) (avant le traitement)</b></p> <p>• Équivalence des groupes : Aucune différence entre les mesures de PÉA et comportementales avant l'entraînement, et ce, malgré l'entraînement placebo ou la répétition de test (effet test-retest).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Types de mesures</th> <th>Groupe contrôle vs Groupe expérimental <i>F</i></th> <th><i>p</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mesures comportementales</td> <td>0.36</td> <td>p=0.92</td> </tr> <tr> <td>Mesures de PÉA</td> <td>2.11</td> <td>p=0.17</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Différences pré/post (évaluation 2 (E2) et évaluation 3 (E3))</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Types de mesures</th> <th colspan="2">E2</th> <th colspan="2">E3</th> <th rowspan="2">p</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>M</th> <th>ÉT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6"><b>Mesures comport ementales</b></td> <td><b>GIN (ms)</b></td> <td>9.69</td> <td>3.94</td> <td>7.75</td> <td>2.57</td> <td><b>0.006</b></td> </tr> <tr> <td><b>PPS</b></td> <td>44.38</td> <td>16.01</td> <td>62.81</td> <td>15.16</td> <td><b>0.001</b></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><b>DD (%)</b></td> <td><b>Oreille droite</b></td> <td>90.78</td> <td>8.30</td> <td>94.23</td> <td>5.37</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td><b>Oreille gauche</b></td> <td>86.59</td> <td>9.22</td> <td>90.78</td> <td>5.61</td> <td><b>0.008</b></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><b>SIN (%)</b></td> <td><b>Oreille droite</b></td> <td>69.75</td> <td>7.30</td> <td>79.50</td> <td>7.28</td> <td><b>&lt;0.0 01</b></td> </tr> <tr> <td><b>Oreille gauche</b></td> <td>71.75</td> <td>9.63</td> <td>81.25</td> <td>8.23</td> <td><b>0.002</b></td> </tr> <tr> <td rowspan="6"><b>Mesures de PÉA</b></td> <td rowspan="2"><b>Latence (tonalité)</b></td> <td><b>Oreille droite</b></td> <td>300.90</td> <td>27.39</td> <td>292.00</td> <td>27.64</td> <td rowspan="6">0.74</td> </tr> <tr> <td><b>Oreille gauche</b></td> <td>315.23</td> <td>34.41</td> <td>310.01</td> <td>62.05</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><b>Amplitud e (tonalité)</b></td> <td><b>Oreille droite</b></td> <td>6.21</td> <td>3.00</td> <td>6.65</td> <td>2.55</td> </tr> <tr> <td><b>Oreille gauche</b></td> <td>6.79</td> <td>3.72</td> <td>7.53</td> <td>2.96</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><b>Latence (parole)</b></td> <td><b>Oreille droite</b></td> <td>352.10</td> <td>77.07</td> <td>332.46</td> <td>70.12</td> </tr> <tr> <td><b>Oreille</b></td> <td>345.38</td> <td>66.32</td> <td>328.17</td> <td>54.30</td> </tr> </tbody> </table>	Types de mesures	Groupe contrôle vs Groupe expérimental <i>F</i>	<i>p</i>	Mesures comportementales	0.36	p=0.92	Mesures de PÉA	2.11	p=0.17	Types de mesures		E2		E3		p	M	ÉT	M	ÉT	<b>Mesures comport ementales</b>	<b>GIN (ms)</b>	9.69	3.94	7.75	2.57	<b>0.006</b>	<b>PPS</b>	44.38	16.01	62.81	15.16	<b>0.001</b>	<b>DD (%)</b>	<b>Oreille droite</b>	90.78	8.30	94.23	5.37	0.08	<b>Oreille gauche</b>	86.59	9.22	90.78	5.61	<b>0.008</b>	<b>SIN (%)</b>	<b>Oreille droite</b>	69.75	7.30	79.50	7.28	<b>&lt;0.0 01</b>	<b>Oreille gauche</b>	71.75	9.63	81.25	8.23	<b>0.002</b>	<b>Mesures de PÉA</b>	<b>Latence (tonalité)</b>	<b>Oreille droite</b>	300.90	27.39	292.00	27.64	0.74	<b>Oreille gauche</b>	315.23	34.41	310.01	62.05	<b>Amplitud e (tonalité)</b>	<b>Oreille droite</b>	6.21	3.00	6.65	2.55	<b>Oreille gauche</b>	6.79	3.72	7.53	2.96	<b>Latence (parole)</b>	<b>Oreille droite</b>	352.10	77.07	332.46	70.12	<b>Oreille</b>	345.38	66.32	328.17	54.30
Types de mesures	Groupe contrôle vs Groupe expérimental <i>F</i>	<i>p</i>																																																																																																	
Mesures comportementales	0.36	p=0.92																																																																																																	
Mesures de PÉA	2.11	p=0.17																																																																																																	
Types de mesures		E2		E3		p																																																																																													
		M	ÉT	M	ÉT																																																																																														
<b>Mesures comport ementales</b>	<b>GIN (ms)</b>	9.69	3.94	7.75	2.57	<b>0.006</b>																																																																																													
	<b>PPS</b>	44.38	16.01	62.81	15.16	<b>0.001</b>																																																																																													
	<b>DD (%)</b>	<b>Oreille droite</b>	90.78	8.30	94.23	5.37	0.08																																																																																												
		<b>Oreille gauche</b>	86.59	9.22	90.78	5.61	<b>0.008</b>																																																																																												
	<b>SIN (%)</b>	<b>Oreille droite</b>	69.75	7.30	79.50	7.28	<b>&lt;0.0 01</b>																																																																																												
		<b>Oreille gauche</b>	71.75	9.63	81.25	8.23	<b>0.002</b>																																																																																												
<b>Mesures de PÉA</b>	<b>Latence (tonalité)</b>	<b>Oreille droite</b>	300.90	27.39	292.00	27.64	0.74																																																																																												
		<b>Oreille gauche</b>	315.23	34.41	310.01	62.05																																																																																													
	<b>Amplitud e (tonalité)</b>	<b>Oreille droite</b>	6.21	3.00	6.65	2.55																																																																																													
		<b>Oreille gauche</b>	6.79	3.72	7.53	2.96																																																																																													
	<b>Latence (parole)</b>	<b>Oreille droite</b>	352.10	77.07	332.46	70.12																																																																																													
		<b>Oreille</b>	345.38	66.32	328.17	54.30																																																																																													

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodolo gique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																																																																																																														
					<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>gauche</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><b>Amplitude (parole)</b></td> <td></td> <td><b>Oreille droite</b></td> <td>4.38</td> <td>2.71</td> <td>5.22</td> <td>3.70</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>Oreille gauche</b></td> <td>5.00</td> <td>3.26</td> <td>6.21</td> <td>3.26</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les mesures comportementales (E3-E2) indiquent des différences significatives (sauf pour une mesure, DD, concernant l'oreille droite, qui tend vers la signification).</li> <li>• Aucune différence significative entre les mesures prises pour le PÉA.</li> </ul>			<b>gauche</b>					<b>Amplitude (parole)</b>		<b>Oreille droite</b>	4.38	2.71	5.22	3.70		<b>Oreille gauche</b>	5.00	3.26	6.21	3.26																																																																																																																										
		<b>gauche</b>																																																																																																																																																	
<b>Amplitude (parole)</b>		<b>Oreille droite</b>	4.38	2.71	5.22	3.70																																																																																																																																													
		<b>Oreille gauche</b>	5.00	3.26	6.21	3.26																																																																																																																																													
Santos 2014 Brésil	Quasi expérimenta l (Prospectif)  Mesures avant/après  Qualité : 68 %	Recrutement : Processus non spécifié  N=7 adultes, 46 à 57 ans (M=52 ans)  Perte de l'audition bilatérale des hautes fréquences (sans aides auditives)	Entraînement auditif	<u>Appareil</u> : <i>BioLogic Traveler Equipment</i>  Réponse auditive du tronc cérébral ( <i>Auditory brainstem response/ABR</i> )  <u>Mesures du PÉALI (P300)</u> : • Latence • Amplitude  <u>Potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral (ABR)</u>  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> Non précisées  <u>Comparateurs</u> : mesures comportementales - VSMT ( <i>Verbal sequential memory test</i> ) - NVSMT ( <i>Non-verbal sequential memory test</i> ) - SLT ( <i>Sound location test</i> ) - SNT ( <i>Speech-in-noise</i> ) - SSW ( <i>Staggered spondaic word</i> ) - SSI-ICM ( <i>Synthetic sentence identification with competitive ipsilateral</i> ) - SSICCM ( <i>Synthetic sentence identification with contralateral competitive messages</i> ) - DPT ( <i>Duration pattern test</i> )	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Types de mesures</th> <th colspan="2">Pré</th> <th colspan="2">Post</th> <th rowspan="2">p</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>M</th> <th>ÉT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10"><b>Mesures comportementa les (%)</b></td> <td><b>VSMT</b></td> <td>80.8</td> <td>--</td> <td>95.2</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td><b>NVSMT</b></td> <td>80.9</td> <td>--</td> <td>95.2</td> <td>--</td> <td>&lt;.05</td> </tr> <tr> <td><b>SLT</b></td> <td>65.7</td> <td>--</td> <td>65.7</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td><b>SNT</b></td> <td>63.1</td> <td>--</td> <td>68.9</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td><b>SSW</b></td> <td>82.7</td> <td>--</td> <td>92.0</td> <td>--</td> <td>&lt;.05</td> </tr> <tr> <td><b>SSI CCM (-40)</b></td> <td>95.7</td> <td>--</td> <td>100</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td><b>SSI cim (0)</b></td> <td>82.9</td> <td>--</td> <td>95.7</td> <td>--</td> <td>&lt;.05</td> </tr> <tr> <td><b>SSM CIM (-10)</b></td> <td>72.9</td> <td>--</td> <td>93.6</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td><b>DPT</b></td> <td>66.1</td> <td>--</td> <td>82.4</td> <td>--</td> <td>&lt;.05</td> </tr> <tr> <td rowspan="5"><b>APHAB</b></td> <td><b>BN</b></td> <td>61.0</td> <td>--</td> <td>47.0</td> <td>--</td> <td>&lt;.05</td> </tr> <tr> <td><b>RV</b></td> <td>60.2</td> <td>--</td> <td>58.0</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td><b>AV</b></td> <td>64.9</td> <td>--</td> <td>56.0</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td><b>EC</b></td> <td>30.4</td> <td>--</td> <td>26.5</td> <td>--</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td rowspan="10"><b>Mesures de PÉA</b></td> <td rowspan="2"><b>P300</b></td> <td><b>Latence</b></td> <td>347, 6</td> <td>38,8</td> <td>339, 6</td> <td>27,5</td> <td>0,27 8</td> </tr> <tr> <td><b>Amplitude</b></td> <td>4,13</td> <td>2,92</td> <td>3,68</td> <td>2,82</td> <td>0,42 2</td> </tr> <tr> <td rowspan="6"><b>ABR</b></td> <td><b>Onde 1</b></td> <td>1.69</td> <td>0,22</td> <td>1,73</td> <td>0,20</td> <td>0,40 6</td> </tr> <tr> <td><b>Onde III</b></td> <td>3,90</td> <td>0,18</td> <td>3,98</td> <td>0,21</td> <td>0,09 2</td> </tr> <tr> <td><b>Onde IV</b></td> <td>6,03</td> <td>0,50</td> <td>6,07</td> <td>0,36</td> <td>0,32 6</td> </tr> <tr> <td><b>Inter onde I-III</b></td> <td>2,25</td> <td>0,19</td> <td>2,30</td> <td>0,20</td> <td>0,35 0</td> </tr> <tr> <td><b>Inter onde III-V</b></td> <td>2,03</td> <td>0,19</td> <td>2,05</td> <td>0,20</td> <td>0,59 2</td> </tr> <tr> <td><b>Inter onde I-V</b></td> <td>4,28</td> <td>0,22</td> <td>4,34</td> <td>0,20</td> <td>0,33 2</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorations significatives pour cinq tests comportementaux.</li> <li>• Aucune différence significative concernant les mesures de latence et d'amplitude au P300 et aux mesures ABR.</li> </ul>	Types de mesures		Pré		Post		p	M	ÉT	M	ÉT	<b>Mesures comportementa les (%)</b>	<b>VSMT</b>	80.8	--	95.2	--	ns	<b>NVSMT</b>	80.9	--	95.2	--	<.05	<b>SLT</b>	65.7	--	65.7	--	ns	<b>SNT</b>	63.1	--	68.9	--	ns	<b>SSW</b>	82.7	--	92.0	--	<.05	<b>SSI CCM (-40)</b>	95.7	--	100	--	ns	<b>SSI cim (0)</b>	82.9	--	95.7	--	<.05	<b>SSM CIM (-10)</b>	72.9	--	93.6	--	ns	<b>DPT</b>	66.1	--	82.4	--	<.05	<b>APHAB</b>	<b>BN</b>	61.0	--	47.0	--	<.05	<b>RV</b>	60.2	--	58.0	--	ns	<b>AV</b>	64.9	--	56.0	--	ns	<b>EC</b>	30.4	--	26.5	--	ns	<b>Mesures de PÉA</b>	<b>P300</b>	<b>Latence</b>	347, 6	38,8	339, 6	27,5	0,27 8	<b>Amplitude</b>	4,13	2,92	3,68	2,82	0,42 2	<b>ABR</b>	<b>Onde 1</b>	1.69	0,22	1,73	0,20	0,40 6	<b>Onde III</b>	3,90	0,18	3,98	0,21	0,09 2	<b>Onde IV</b>	6,03	0,50	6,07	0,36	0,32 6	<b>Inter onde I-III</b>	2,25	0,19	2,30	0,20	0,35 0	<b>Inter onde III-V</b>	2,03	0,19	2,05	0,20	0,59 2	<b>Inter onde I-V</b>	4,28	0,22	4,34	0,20	0,33 2
Types de mesures		Pré		Post				p																																																																																																																																											
		M	ÉT	M	ÉT																																																																																																																																														
<b>Mesures comportementa les (%)</b>	<b>VSMT</b>	80.8	--	95.2	--	ns																																																																																																																																													
	<b>NVSMT</b>	80.9	--	95.2	--	<.05																																																																																																																																													
	<b>SLT</b>	65.7	--	65.7	--	ns																																																																																																																																													
	<b>SNT</b>	63.1	--	68.9	--	ns																																																																																																																																													
	<b>SSW</b>	82.7	--	92.0	--	<.05																																																																																																																																													
	<b>SSI CCM (-40)</b>	95.7	--	100	--	ns																																																																																																																																													
	<b>SSI cim (0)</b>	82.9	--	95.7	--	<.05																																																																																																																																													
	<b>SSM CIM (-10)</b>	72.9	--	93.6	--	ns																																																																																																																																													
	<b>DPT</b>	66.1	--	82.4	--	<.05																																																																																																																																													
	<b>APHAB</b>	<b>BN</b>	61.0	--	47.0	--	<.05																																																																																																																																												
<b>RV</b>		60.2	--	58.0	--	ns																																																																																																																																													
<b>AV</b>		64.9	--	56.0	--	ns																																																																																																																																													
<b>EC</b>		30.4	--	26.5	--	ns																																																																																																																																													
<b>Mesures de PÉA</b>		<b>P300</b>	<b>Latence</b>	347, 6	38,8	339, 6	27,5	0,27 8																																																																																																																																											
	<b>Amplitude</b>		4,13	2,92	3,68	2,82	0,42 2																																																																																																																																												
	<b>ABR</b>	<b>Onde 1</b>	1.69	0,22	1,73	0,20	0,40 6																																																																																																																																												
		<b>Onde III</b>	3,90	0,18	3,98	0,21	0,09 2																																																																																																																																												
		<b>Onde IV</b>	6,03	0,50	6,07	0,36	0,32 6																																																																																																																																												
		<b>Inter onde I-III</b>	2,25	0,19	2,30	0,20	0,35 0																																																																																																																																												
		<b>Inter onde III-V</b>	2,03	0,19	2,05	0,20	0,59 2																																																																																																																																												
		<b>Inter onde I-V</b>	4,28	0,22	4,34	0,20	0,33 2																																																																																																																																												
	Schochat 2010 Brésil	Essai contrôlé non randomisé  Quasi expérimenta l	Recrutement : processus non spécifié  N=52 enfants, 8 à 14 ans  Groupe	Entraînement auditif pour le groupe expérimental	<u>Appareil</u> : <i>Biologic Traveler Express</i>  <u>Modalités d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : cabine insonorisée à double paroi <u>Mesures du PÉALm</u> :	<p><b>Différences pré/post pour le groupe TTA</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Types de mesures</th> <th>Pré</th> <th>Post</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Types de mesures	Pré	Post																																																																																																																																										
	Types de mesures	Pré	Post																																																																																																																																																

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodolo gique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																																																			
	Mesures avant et après  Qualité : 86 %	expérimental : N=30 Groupe contrôle : N=22  Trouble du traitement auditif central (TTA)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Latence</li> <li>Amplitude (électrodes C3 et C4; stimulus gauche : A1, stimulus droit : A2)</li> </ul> <p><u>Comparateurs</u> :</p> Mesures comportementales - PSI - <i>Speech-in-noise</i> (SNT) - <i>Non-verbal dichotic</i> - <i>SSW/Digits</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4"><b>Mesures comportementales (%)</b></td> <td><b>PSI</b></td> <td>70,8</td> <td>20,2</td> <td>82,2</td> <td>13,0</td> <td><b>0,001</b></td> </tr> <tr> <td><i>Speech-in-noise</i></td> <td>72,9</td> <td>16,7</td> <td>86,0</td> <td>7,2</td> <td><b>&lt;0,001</b></td> </tr> <tr> <td><i>Non-verbal dichotic</i></td> <td>71,9</td> <td>24,9</td> <td>93,2</td> <td>10,5</td> <td><b>&lt;0,001</b></td> </tr> <tr> <td><i>SSW/Digits</i></td> <td>63,5</td> <td>19,1</td> <td>78,0</td> <td>14,9</td> <td><b>&lt;0,001</b></td> </tr> <tr> <td rowspan="8"><b>Mesures de PÉA</b></td> <td rowspan="4"><b>Latence</b></td> <td><b>C3-A1</b></td> <td>34,2 4</td> <td>4,27</td> <td>34,9 7</td> <td>2,96</td> <td>0,443</td> </tr> <tr> <td><b>C4-A1</b></td> <td>35,9 4</td> <td>4,04</td> <td>36,1 1</td> <td>2,93</td> <td>0,847</td> </tr> <tr> <td><b>C3-A2</b></td> <td>35,7 0</td> <td>3,74</td> <td>35,5 0</td> <td>3,22</td> <td>0,827</td> </tr> <tr> <td><b>C4-A2</b></td> <td>34,2 6</td> <td>4,47</td> <td>33,7 0</td> <td>3,04</td> <td>0,623</td> </tr> <tr> <td rowspan="4"><b>Amplitude</b></td> <td><b>C3-A1</b></td> <td>0,84</td> <td>0,39</td> <td>1,59</td> <td>0,82</td> <td><b>&lt;0,001</b></td> </tr> <tr> <td><b>C4-A1</b></td> <td>1,01</td> <td>0,51</td> <td>1,33</td> <td>1,36</td> <td>0,235</td> </tr> <tr> <td><b>C3-A2</b></td> <td>0,69</td> <td>0,31</td> <td>1,24</td> <td>0,73</td> <td><b>&lt;0,001</b></td> </tr> <tr> <td><b>C4-A2</b></td> <td>0,96</td> <td>0,60</td> <td>1,18</td> <td>0,53</td> <td>0,149</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>Des améliorations significatives sont obtenues pour toutes les mesures comportementales après l'entraînement.</li> <li>Aucune différence significative n'est obtenue entre les 2 temps de mesure concernant la latence.</li> <li>Différence significative de l'amplitude entre les mesures pré et post pour l'électrode C3, et ce, pour les deux oreilles.</li> </ul>			M	ÉT	M	ÉT	p	<b>Mesures comportementales (%)</b>	<b>PSI</b>	70,8	20,2	82,2	13,0	<b>0,001</b>	<i>Speech-in-noise</i>	72,9	16,7	86,0	7,2	<b>&lt;0,001</b>	<i>Non-verbal dichotic</i>	71,9	24,9	93,2	10,5	<b>&lt;0,001</b>	<i>SSW/Digits</i>	63,5	19,1	78,0	14,9	<b>&lt;0,001</b>	<b>Mesures de PÉA</b>	<b>Latence</b>	<b>C3-A1</b>	34,2 4	4,27	34,9 7	2,96	0,443	<b>C4-A1</b>	35,9 4	4,04	36,1 1	2,93	0,847	<b>C3-A2</b>	35,7 0	3,74	35,5 0	3,22	0,827	<b>C4-A2</b>	34,2 6	4,47	33,7 0	3,04	0,623	<b>Amplitude</b>	<b>C3-A1</b>	0,84	0,39	1,59	0,82	<b>&lt;0,001</b>	<b>C4-A1</b>	1,01	0,51	1,33	1,36	0,235	<b>C3-A2</b>	0,69	0,31	1,24	0,73	<b>&lt;0,001</b>	<b>C4-A2</b>	0,96	0,60	1,18	0,53	0,149
		M	ÉT	M	ÉT	p																																																																																		
<b>Mesures comportementales (%)</b>	<b>PSI</b>	70,8	20,2	82,2	13,0	<b>0,001</b>																																																																																		
	<i>Speech-in-noise</i>	72,9	16,7	86,0	7,2	<b>&lt;0,001</b>																																																																																		
	<i>Non-verbal dichotic</i>	71,9	24,9	93,2	10,5	<b>&lt;0,001</b>																																																																																		
	<i>SSW/Digits</i>	63,5	19,1	78,0	14,9	<b>&lt;0,001</b>																																																																																		
<b>Mesures de PÉA</b>	<b>Latence</b>	<b>C3-A1</b>	34,2 4	4,27	34,9 7	2,96	0,443																																																																																	
		<b>C4-A1</b>	35,9 4	4,04	36,1 1	2,93	0,847																																																																																	
		<b>C3-A2</b>	35,7 0	3,74	35,5 0	3,22	0,827																																																																																	
		<b>C4-A2</b>	34,2 6	4,47	33,7 0	3,04	0,623																																																																																	
	<b>Amplitude</b>	<b>C3-A1</b>	0,84	0,39	1,59	0,82	<b>&lt;0,001</b>																																																																																	
		<b>C4-A1</b>	1,01	0,51	1,33	1,36	0,235																																																																																	
		<b>C3-A2</b>	0,69	0,31	1,24	0,73	<b>&lt;0,001</b>																																																																																	
		<b>C4-A2</b>	0,96	0,60	1,18	0,53	0,149																																																																																	
Sparreboom 2010 Pays-Bas	Étude de cohorte prospective  Mesures répétées : 0 (intra-opérative), 6, 12 et 24 mois  Qualité : 80 %	Recrutement : centre médical universitaire ( <i>Cochlear Implant Center Nijmegen - St. Michielsgestel</i> )  N=30 enfants IC1 (M=1,8 an), IC2 (M=5,8 ans)  Perte auditive neurosensorielle profonde (2 oreilles) + surdité congénitale (n=27)	Implantation cochléaire (IC) bilatérale séquentielle	<p><u>Appareil</u> : Medelec Synergy <i>Multichannel EP-system</i></p> <p><u>Mesures du PÉAp (tronc cérébral ABR)</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Latence (ondes III et V)</li> <li>Amplitude (RMS)</li> </ul> <p><u>Modalités</u> : cabine insonorisée avec basse réverbération, enfant couché dans un lit, écoute d'un film muet</p>	<p><b>Résultats :</b></p> <p><b>Latences de l'onde III :</b> tendance à diminuer avec le temps entre les 2 IC, mais les différences demeurent statistiquement non-significatives.</p> <p><b>Latence de l'onde V :</b> la différence entre les deux IC est initialement plus élevée (<math>p &lt; 0,01</math>), a tendance à diminuer dans le temps pour atteindre un niveau de différence non significative (<math>p &gt; 0,05</math>) 12 et 24 mois, bien que toujours apparente.</p>																																																																																			

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodolo gique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																														
					<p><b>B</b></p> <table border="1"> <caption>Wave VI latency (ms)</caption> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>First implant (ms)</th> <th>Second implant (ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>intraoperative (n=23)</td> <td>~4.02</td> <td>~4.22</td> </tr> <tr> <td>6 months (n=25)</td> <td>~3.74</td> <td>~3.93</td> </tr> <tr> <td>12 months (n=27)</td> <td>~3.74</td> <td>~3.82</td> </tr> <tr> <td>24 months (n=29)</td> <td>~3.67</td> <td>~3.74</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>C</b></p> <table border="1"> <caption>Interwave III-VI latency (ms)</caption> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>First implant (ms)</th> <th>Second implant (ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>intraoperative (n=18)</td> <td>~2.03</td> <td>~2.17</td> </tr> <tr> <td>6 months (n=20)</td> <td>~1.86</td> <td>~2.02</td> </tr> <tr> <td>12 months (n=17)</td> <td>~1.86</td> <td>~1.98</td> </tr> <tr> <td>24 months (n=26)</td> <td>~1.80</td> <td>~1.91</td> </tr> </tbody> </table>	Time	First implant (ms)	Second implant (ms)	intraoperative (n=23)	~4.02	~4.22	6 months (n=25)	~3.74	~3.93	12 months (n=27)	~3.74	~3.82	24 months (n=29)	~3.67	~3.74	Time	First implant (ms)	Second implant (ms)	intraoperative (n=18)	~2.03	~2.17	6 months (n=20)	~1.86	~2.02	12 months (n=17)	~1.86	~1.98	24 months (n=26)	~1.80	~1.91
Time	First implant (ms)	Second implant (ms)																																	
intraoperative (n=23)	~4.02	~4.22																																	
6 months (n=25)	~3.74	~3.93																																	
12 months (n=27)	~3.74	~3.82																																	
24 months (n=29)	~3.67	~3.74																																	
Time	First implant (ms)	Second implant (ms)																																	
intraoperative (n=18)	~2.03	~2.17																																	
6 months (n=20)	~1.86	~2.02																																	
12 months (n=17)	~1.86	~1.98																																	
24 months (n=26)	~1.80	~1.91																																	
Sparreboom 2014 Pays-Bas	Étude de cohorte prospective  Score : 80 %	Enfants implantés (n=29)  Groupe contrôle : 27 enfants  Recrutés dans un centre médical universitaire	Implantation cochléaire bilatérale séquentielle	<p><u>Appareil</u>: Medelec Synergy Multichannel EP-system</p> <p><u>Modalité d'utilisation des tests électrophysiologiques</u> : cabine insonorisée avec basse réverbération, enfant couché dans un lit, écoute d'un film muet</p> <p><u>Mesures du PÉA</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Latence (P1 et N2)</li> <li>• Amplitude (RMS)</li> </ul> <p><u>Mesures répétées</u> : 12 et 24 mois après activation du 2<sup>e</sup> implant</p>	<p><b>Résultats :</b></p> <p><b>A</b></p> <table border="1"> <caption>P1 latency (ms)</caption> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>First implant (ms)</th> <th>Second implant (ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12 months (n=22)</td> <td>~90</td> <td>~105</td> </tr> <tr> <td>24 months (n=27)</td> <td>~85</td> <td>~90</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p><b>Latence P1</b> : différences significatives de la latence entre les 2 IC à 12 et à 24 mois</p> </div>	Time	First implant (ms)	Second implant (ms)	12 months (n=22)	~90	~105	24 months (n=27)	~85	~90																					
Time	First implant (ms)	Second implant (ms)																																	
12 months (n=22)	~90	~105																																	
24 months (n=27)	~85	~90																																	

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodolo gique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																	
					<p><b>Latence N2</b> : différence significative entre les 2 IC à 12 mois; aucune différence significative entre les 2 IC à 24 mois</p>																																																	
Talebi 2015 Iran	Quasi expérimenta l  Mesure avant-après (3 et 6 mois)  Qualité : 85 %	Recrutement : processus non spécifié  N=30 enfants, 4-6 ans  Groupe expérimental : n=15 Groupe contrôle : n=15  Perte auditive neurosensorielle bilatérale modérée à sévère	Entraînement à la reconnaissanc e des voyelles	<u>Appareil</u> : BioLogic Auditory Evoked Potential System (7.0.0)  <u>Mesures du PÉALL</u> : • Amplitude (N1-P2)  <u>Comparateurs</u> : Mesures comportementales - Identification de voyelles - Temps de réaction	<p><b>Différence entre les groupes :</b></p> <p><b>Mesures comportementales</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Groupe contrôle vs Groupe expérimental</th> </tr> <tr> <th>F</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Identification de voyelles*</td> <td>/æ/</td> <td>5.320</td> <td>.029</td> </tr> <tr> <td>/e/</td> <td>2.023</td> <td>.166</td> </tr> <tr> <td>/o:/</td> <td>1.891</td> <td>.180</td> </tr> <tr> <td>/i:/</td> <td>0.573</td> <td>.455</td> </tr> <tr> <td>/u:/</td> <td>6.669</td> <td>.015</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Temps de réaction pour l'identification des voyelles*</td> <td>/æ/</td> <td>43,20</td> <td>&lt;.001</td> </tr> <tr> <td>/e/</td> <td>19.42</td> <td>&lt;.001</td> </tr> <tr> <td>/u:/</td> <td>4.75</td> <td>.038</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Les scores bruts (% et ET) obtenus aux différents temps de mesure, pour chacun des groupes, sont disponibles dans l'article.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'entraînement auditif améliore significativement les scores d'identification des voyelles /æ/ et /u:/.</li> <li>• L'entraînement auditif portant sur la reconnaissance des voyelles diminue significativement leur temps de réaction /æ/, /e/ et /u:/.</li> </ul> <p><b>Mesures de PÉA :</b></p> <p><b>Table 3.</b> Group Mean of N1-P2 Amplitudes Elicited by Double-Vowel Stimuli for Control and Test Groups.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Group</th> <th rowspan="2">First Session, mean ± SD</th> <th>Second Session (3 Months</th> <th>Third Session (6 Months</th> <th rowspan="2">P Value</th> </tr> <tr> <th>Later), mean ± SD</th> <th>Later), mean ± SD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Control (without vowel auditory training)</td> <td>5.81 ± 2.55</td> <td>5.84 ± 2.38</td> <td>5.71 ± 2.35</td> <td>.209</td> </tr> <tr> <td>Test (with vowel auditory training)</td> <td>5.64 ± 2.86</td> <td>5.56 ± 2.61</td> <td>6.71 ± 2.79</td> <td>&lt;.001<sup>a</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>a</sup>Bonferroni test indicated a statistically significant difference in the test group between the first and third sessions (6 months of auditory training) and between the second (3 months of auditory training) and third sessions.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorations significatives pour le groupe expérimental pour les mesures d'amplitude</li> </ul>			Groupe contrôle vs Groupe expérimental		F	p	Identification de voyelles*	/æ/	5.320	.029	/e/	2.023	.166	/o:/	1.891	.180	/i:/	0.573	.455	/u:/	6.669	.015	Temps de réaction pour l'identification des voyelles*	/æ/	43,20	<.001	/e/	19.42	<.001	/u:/	4.75	.038	Group	First Session, mean ± SD	Second Session (3 Months	Third Session (6 Months	P Value	Later), mean ± SD	Later), mean ± SD	Control (without vowel auditory training)	5.81 ± 2.55	5.84 ± 2.38	5.71 ± 2.35	.209	Test (with vowel auditory training)	5.64 ± 2.86	5.56 ± 2.61	6.71 ± 2.79	<.001 <sup>a</sup>
		Groupe contrôle vs Groupe expérimental																																																				
		F	p																																																			
Identification de voyelles*	/æ/	5.320	.029																																																			
	/e/	2.023	.166																																																			
	/o:/	1.891	.180																																																			
	/i:/	0.573	.455																																																			
	/u:/	6.669	.015																																																			
Temps de réaction pour l'identification des voyelles*	/æ/	43,20	<.001																																																			
	/e/	19.42	<.001																																																			
	/u:/	4.75	.038																																																			
Group	First Session, mean ± SD	Second Session (3 Months	Third Session (6 Months	P Value																																																		
		Later), mean ± SD	Later), mean ± SD																																																			
Control (without vowel auditory training)	5.81 ± 2.55	5.84 ± 2.38	5.71 ± 2.35	.209																																																		
Test (with vowel auditory training)	5.64 ± 2.86	5.56 ± 2.61	6.71 ± 2.79	<.001 <sup>a</sup>																																																		

1 <sup>er</sup> auteur Année Pays	Devis et qualité méthodolo gique	Participants (N) Problématique	Interventions/ Réadaptation	Appareils utilisés Méthodes de collecte Instruments de mesure	Résultats																																																																											
					N1-P2.																																																																											
Thabet 2012 Égypte	Étude observation nelle de type cas témoin  Qualité : 86,4 %	Recrutement : unité d'audiologie d'un hôpital (Caire)  N=31 enfants  Groupe expérimental : N=18 enfants, 4 à 14 ans, subdivisés en 2 sous- groupes : I et II  • <u>Sous-groupe I</u> : Aides auditives + réadaptation orale • <u>Sous-groupe II</u> : Utilisation irrégulière des aides auditives et absence de réadaptation orale  Groupe contrôle : N=13 enfants, 5- 13 ans  Perte auditive neurosensorielle bilatérale prélinguale	Amplification de l'audition avec des aides auditives et réadaptation orale	<u>Appareil</u> : <i>Smart Intelligence Hearing System</i>  <u>Mesures du PÉA</u> : • Latence (P1) • Amplitude (P1)  <u>Modalités d'utilisation des mesures électrophysiologiques</u> : Enfants assis dans une cabine de sons et qui écoutent une émission télé animée de leur choix sur un écran situé en face d'eux  <u>Compareurs</u> : Mesures comportementales - PTT ( <i>Pure Tone threshold</i> ) - PBKG ( <i>Phonetically Balanced -Kinder-Garten</i> ) - ESP ( <i>Early Speech Perception</i> )	<b>Différence entre les groupes</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Mesures de potentiel évoqué</th> <th colspan="2">Sous-groupe expérimental</th> <th colspan="2">Groupe contrôle</th> <th rowspan="2">t</th> <th rowspan="2">p</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>ÉT</th> <th>M</th> <th>ÉT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2"><b>Sous-groupe I</b></td> <td>Latence</td> <td>94,20</td> <td>16,38</td> <td>93,00</td> <td>16,67</td> <td>0,87</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td>Amplitude</td> <td>9,00</td> <td>3,28</td> <td>7,5</td> <td>2,69</td> <td>0,27</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><b>Sous-groupe II</b></td> <td>Latence</td> <td>129,42</td> <td>19,19</td> <td>106,14</td> <td>13,64</td> <td><b>0,02 2</b></td> <td><b>&lt;0,0 5</b></td> </tr> <tr> <td>Amplitude</td> <td>7,67</td> <td>2,71</td> <td>8,78</td> <td>1,18</td> <td>0,34</td> <td>ns</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour le sous-groupe I : aucune différence significative sur la latence et l'amplitude en comparaison au groupe contrôle.</li> <li>• Pour le sous-groupe II : différence significative de la latence en comparaison au groupe contrôle – prolongation des latences pour le sous-groupes II.</li> </ul> <b>Corrélations entre les mesures de PÉA et les mesures comportementales</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Average PTT</th> <th>Average aided PTT</th> <th>PBKG</th> <th>ESP – <i>Monosyllabic identification</i></th> <th>ESP – <i>Trochee identification</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2"><b>Sous- groupe I</b></td> <td>Latence</td> <td>-0.362</td> <td>0.272</td> <td>- <b>0.758*</b></td> <td><b>-0.688*</b></td> <td><b>-0.644*</b></td> </tr> <tr> <td>Amplitude</td> <td>0.168</td> <td>-0.107</td> <td>-0.270</td> <td>0.240</td> <td>0.183</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><b>Sous- groupe II</b></td> <td>Latence</td> <td>-0.071</td> <td>-0.318</td> <td>-0.201</td> <td><b>-0.726*</b></td> <td>-0.305</td> </tr> <tr> <td>Amplitude</td> <td>-0.254</td> <td>-0.207</td> <td>-0.028</td> <td>-0.327</td> <td>-0.322</td> </tr> </tbody> </table> <p>* p&lt;0,05</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour le sous-groupe I : corrélation négative significative entre la latence et les résultats au PKBG et entre la latence et les résultats obtenus aux deux sous-tests de l'ESP.</li> <li>• Pour le sous-groupe II : corrélation négative et significative avec l'ESP – <i>Monosyllabic identification</i>.</li> </ul>	Mesures de potentiel évoqué		Sous-groupe expérimental		Groupe contrôle		t	p	M	ÉT	M	ÉT	<b>Sous-groupe I</b>	Latence	94,20	16,38	93,00	16,67	0,87	ns	Amplitude	9,00	3,28	7,5	2,69	0,27	ns	<b>Sous-groupe II</b>	Latence	129,42	19,19	106,14	13,64	<b>0,02 2</b>	<b>&lt;0,0 5</b>	Amplitude	7,67	2,71	8,78	1,18	0,34	ns			Average PTT	Average aided PTT	PBKG	ESP – <i>Monosyllabic identification</i>	ESP – <i>Trochee identification</i>	<b>Sous- groupe I</b>	Latence	-0.362	0.272	- <b>0.758*</b>	<b>-0.688*</b>	<b>-0.644*</b>	Amplitude	0.168	-0.107	-0.270	0.240	0.183	<b>Sous- groupe II</b>	Latence	-0.071	-0.318	-0.201	<b>-0.726*</b>	-0.305	Amplitude	-0.254	-0.207	-0.028	-0.327	-0.322
Mesures de potentiel évoqué		Sous-groupe expérimental		Groupe contrôle				t	p																																																																							
		M	ÉT	M	ÉT																																																																											
<b>Sous-groupe I</b>	Latence	94,20	16,38	93,00	16,67	0,87	ns																																																																									
	Amplitude	9,00	3,28	7,5	2,69	0,27	ns																																																																									
<b>Sous-groupe II</b>	Latence	129,42	19,19	106,14	13,64	<b>0,02 2</b>	<b>&lt;0,0 5</b>																																																																									
	Amplitude	7,67	2,71	8,78	1,18	0,34	ns																																																																									
		Average PTT	Average aided PTT	PBKG	ESP – <i>Monosyllabic identification</i>	ESP – <i>Trochee identification</i>																																																																										
<b>Sous- groupe I</b>	Latence	-0.362	0.272	- <b>0.758*</b>	<b>-0.688*</b>	<b>-0.644*</b>																																																																										
	Amplitude	0.168	-0.107	-0.270	0.240	0.183																																																																										
<b>Sous- groupe II</b>	Latence	-0.071	-0.318	-0.201	<b>-0.726*</b>	-0.305																																																																										
	Amplitude	-0.254	-0.207	-0.028	-0.327	-0.322																																																																										

## Grille d'extraction de la revue systématique portant sur les interventions en déficience auditive

1er auteur Année Pays	Période couverte Nombre de BD consultées Critères d'inclusion	Résultats	Conclusions des auteurs
Wilson 2013 Australie	<p>Toutes les études publiées jusqu'en octobre 2012</p> <p>16 BD</p> <p><u>Critères d'inclusion :</u>  <b>1<sup>re</sup> recherche de littérature :</b>                      1) Enfants ayant un TTA diagnostiqué/confirmé (normes de l'ASHA, 2005 ou de l'AAA, 2010)</p> <p>2) Interventions sur le langage parlé ou l'audition</p> <p>3) Respecter 3 des 4 critères d'un « bon entraînement auditif » recommandés par McArthur (2009) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le TTA est présent avant l'intervention</li> <li>- Des changements significatifs sont constatés après l'entraînement</li> <li>- Présence d'un groupe contrôle (enfants non traités pendant la période avant-après entraînement)</li> </ul> <p>Critère facultatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence d'un groupe d'enfants impliqués dans un programme d'entraînement sans rapport avec l'audition</li> </ul> <p>4) Études avec et sans groupe contrôle</p> <p>5) Mesures électrophysiologiques</p> <p>6) Comparaison des effets du traitement (avant-après) à partir d'analyses statistiques</p> <p><b>2<sup>e</sup> recherche de littérature :</b>                      Assouplissement des critères d'inclusion                      1) TTA non formellement diagnostiqué à partir des normes de l'ASHA (2005) ou de l'AAA (2010)                      2) Sans groupe contrôle</p>	<p><b>Inclusion de 7 études :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4/7 ont un groupe contrôle, incluent des enfants TTA diagnostiqués selon l'ASHA (2005) et l'AAA (2010)</li> <li>- 3/7 sont sans groupe contrôle ou incluent des enfants non diagnostiqués selon l'ASHA (2005) et l'AAA (2010)</li> <li>- 6/7 études comportent des mesures avant-après</li> <li>- 7/7 études ont un comparatif avec des mesures comportementales</li> </ul> <p><u>Effet de l'entraînement auditif pour le groupe expérimental</u></p> <p>Potentiel évoqué de courte latence (ondes ABR) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2/7 études (Yencer, 1998; Hayes, 2003) évaluent les effets de l'entraînement auditif sur les ondes ABR et rapportent que la réponse auditive du tronc cérébral (ABR) évoquée au moyen de clics (<i>click-evoked ABR</i>) n'est pas sensible aux changements dans le traitement du signal auditif, mais montrent des changements aux mesures comportementales</li> </ul> <p>Potentiel évoqué de moyenne latence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1/7 étude (Schochat et coll. 2010) rapporte que les potentiels de latence moyenne (Na-Pa) sont sensibles aux changements d'amplitude résultant de l'entraînement auditif, mais non sur les mesures de latence. Des changements sont aussi notés aux mesures comportementales.</li> </ul> <p>Potentiel évoqué de longue latence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2/7 études (Jirsa, 1992; McArthur et coll., 2010) rapportent que les réponses auditives à longue latence (N1-P2) ne sont pas sensibles aux changements provoqués par l'entraînement auditif alors que des changements sont perceptibles pour les mesures comportementales.</li> <li>▪ 2/7 études (Hayes et coll., 2003; Warrier et coll., 2004) suggèrent que certaines (mais pas toutes) mesures P2 et N2 des ALLR pourraient être sensibles aux changements provoqués par l'entraînement phonologique. Des changements ont aussi été observés pour les mesures comportementales.</li> <li>▪ 3/7 études (Jirsa, 1992; Yencer, 1998 et Alonso &amp; Schochat, 2009) suggèrent que les P300 seraient sensibles aux changements provoqués par l'entraînement auditif.</li> </ul>	<p>Les preuves actuelles sont limitées et ne permettent pas de conclure à l'efficacité des mesures électrophysiologiques pour mesurer les changements obtenus à la suite d'un entraînement auditif chez des enfants présentant un TTA.</p> <p>De plus, la faiblesse de ces évidences empêche de fournir une orientation claire quant à l'utilisation des mesures électrophysiologiques pour le suivi de réadaptation des enfants ayant un TTA.</p> <p>Les résultats suggèrent que les mesures de potentiel évoqué de moyenne latence (<i>click evoked</i>) et de longue latence (<i>tone-burst P300</i>) seraient plus sensibles pour détecter un changement chez les enfants diagnostiqués avec un TTA spécifique.</p> <p>Les mesures de potentiel évoqué de moyenne latence (<i>speech-evoked</i>) permettraient de détecter des changements phonologiques chez les enfants n'ayant pas de diagnostic de TTA spécifique.</p>

L'étude est une revue systématique qui a examiné la littérature portant sur l'utilisation des mesures électrophysiologiques pour déterminer les résultats de l'entraînement auditif. En raison de données limitées présentées dans les études retenues, la preuve que les mesures électrophysiologiques reflètent des changements dans le traitement auditif consécutifs à un entraînement auditif est **équivoque**. Ces données suggèrent que :

→ Les réponses auditives semi-précoces (*Auditory middle latency response/AMLR*) évoquées au moyen de clics et la réponse auditive P300 évoquée au moyen d'impulsions sonores sont plus susceptibles de refléter des changements chez les enfants présentant un TTA.

→ La réponse auditive tardive (*auditory late latency reponse/ALLR*) évoquée au moyen de la parole est plus susceptible de refléter des changements phonologiques chez les enfants présentant des problèmes d'apprentissage

## **Annexe 5 : Liste de standards, guides et protocoles cliniques identifiés**

Audiology Australia (2013). Audiology Australia professional practice standard Part B: Clinical standards. Melbourne, VCA: Audiology Australia, 187p.

Lightfoot, G., Munro, K., Brennan, S., Bell, S. et Georga, C. (2016). *Cortical Auditory Evoked Potential Testing – Recommended Procedure*, British Society of Audiology, 37p.

King, A., Carter, L., Van Dun B., Zhang, V. et Pearce, W. (2014). *Australian hearing aided cortical evoked potentials protocols*. Australia: HomeHEARLab, 13p.

Odom, J. V., Bach, M., Brigell, M. Holder, G. E., McCulloch, D. L., Mizota, A. et Tormene, A. P. (2016). *ISCEV (International Society for Clinical Electrophysiology of Vision) standard for clinical visual evoked potentials: (2016 update)*. Documenta Ophthalmologica 133(1): 1-9. DOI 10.1007/s10633-016-9553-y

Stapells, D. R. (2009). Cortical Event-Related Potentials to Auditory Stimuli. In Katz, J., Medwetsky, L., Burkard, R. et Hood, L. *Handbook of Clinical Audiology, Edition: 6th*, Chapter: 18, Publisher: Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins, pp.395-430

Van Dun, B., Chung, M., Chong-White, N., Cowan, R., & Dillon, H. (2016). Cortical auditory evoked potential recordings in cochlear implant users using the clinical HEARLab system. 19p.

## Annexe 6 : Synthèse des éléments recueillis lors des entrevues

Site	Type d'appareil	Prise des mesures par un technologue	Clientèle	Mesures prises	Finalité	Durée de l'examen	Interprétation des données	Commentaires
CIUSSS de la Capitale-Nationale, site IRDPQ	Viking	Aucun (le psychiatre prend lui-même des mesures)	Clientèle interne à mobilité réduite (problèmes de hernies discales, tunnel carpien, neuropathies compressives)  3 à 5 patients/sem.	Conduction nerveuse  Pas de PÉ e	Complément d'investigation (préciser la source du problème et orienter les interventions)  Cas rares : suivi sclérose en plaques	1 h 15 à 1 h 30	Physiatre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modules achetés non utilisés (<math>\pm</math> 15 000 \$).</li> <li>• Local ne répondant pas aux normes.</li> <li>• Absence de technologie : pratique peu optimale.</li> </ul>
CHU de Montréal	Viking et autres	Oui Une dizaine	Clientèle avec problèmes neurologiques (sclérose en plaques surtout)  Pas de cas complexes $\pm$ 100 clients/an	Conduction nerveuse et PÉ	Visée diagnostique	Non précisé	Neurologues	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La compagnie Natus assure le soutien technique.</li> <li>• Salles aménagées de façon optimale.</li> <li>• Coopération/concentration requise de la part du patient.</li> <li>• Cas complexes : utilisation de l'IRM.</li> </ul>
CIUSSS de l'Estrie – CHUS de Sherbrooke	Viking	Oui Nombre non précisé	Clientèle de tous âges (incluant des bébés) avec des problèmes neurologiques surtout (sclérose en plaques, neurinomes)  Autres cas : surdité, troubles visuels $\pm$ 300 PÉ/an	Conduction nerveuse et PÉ	Visée diagnostique	Non précisé	Neurologue Neuro-ophtalmologue	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La compagnie Natus assure le soutien technique.</li> <li>• Coopération/concentration requise de la part du patient (surtout pour le visuel). Si l'utilisation de lunettes de stimulation est requise, le patient est référé (CHU Sainte-Justine ou Hôpital de Montréal pour enfants).</li> <li>• Coûts additionnels minimes pour optimiser la salle.</li> </ul>
CHU de Québec-Université Laval Hôpital de l'Enfant-Jésus	Medtronics (ont déjà eu Viking)	Oui Une dizaine	Clientèle avec problèmes surtout neurologiques $\pm$ 10 patients/an pour les PÉ visuels (pas de troubles visuels complexes) Pas de PÉ auditif	Conduction nerveuse et PÉ	Visée diagnostique	15 à 30 minutes selon le type de mesure ou selon le patient	Neurologues	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local non optimisé pour les mesures auditives ou visuelles.</li> <li>• Paramètres de base installés lors de l'achat. Par la suite, il suffit de calibrer selon les mesures à prendre.</li> <li>• Mesures auditives nécessitent des écouteurs standards et les mesures visuelles, un écran.</li> <li>• Mesures des PÉ nécessitent le port d'un « chapeau » d'électrodes.</li> </ul>

Site	Type d'appareil	Prise des mesures par un technologue	Clientèle	Mesures prises	Finalité	Durée de l'examen	Interprétation des données	Commentaires
								<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de technologues disponibles pour l'embauche.</li> <li>• Envisage d'autres options pour les mesures de PÉ (ex. entente de services).</li> </ul>
CHU de Québec-Université Laval CHUL et Centre Mère-Enfant Soleil	Non précisé	Oui Nombre non précisé	Enfants	Conduction nerveuse et PÉ	Visée diagnostique (recherche de seuils et confirmation d'un diagnostic avant de référer le patient en réadaptation)	30 minutes à 2 heures si surdité. Néanmoins, un avant-midi complet est réservé	Audiologistes (5 personnes formées)  Rarement : neurologue (pour conduction nerveuse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions optimales requises: enfant endormi naturellement.</li> <li>• L'évaluation se réalise en 2 ou 3 temps étant donné que l'enfant doit être endormi (rare utilisation de la sédation en raison des procédures médicales requises qui alourdissent le processus).</li> <li>• L'examen des PÉ est réalisé dans chaque oreille x 4 fréquences = 8 mesures.</li> <li>• L'examen se fait en présence d'une technicienne qui procède à l'installation des électrodes sur l'enfant endormi. Ensuite, l'audiologiste est appelé et indique les fréquences à tester.</li> <li>• L'interprétation des résultats est réalisée par un audiologiste (il est « le mieux placé » pour la recherche de seuils). Cela exige une formation, un temps d'apprentissage et une connaissance des facteurs d'influence. Une portion subjective demeure et il est difficile de contrôler tous les « contaminants » (artéfacts de la pièce).</li> <li>• L'interprétation doit être faite à l'intérieur d'une cabine insonorisée (pour diminuer les bruits ambiants et ceux des appareils électroniques).</li> <li>• Il faut parfois déplacer l'appareil au chevet de l'enfant pour l'examen.</li> </ul>

## RÉFÉRENCES

---

- Alonso, R., & Schochat, E. (2009). The efficacy of formal auditory training in children with (central) auditory processing disorder: behavioral and electrophysiological evaluation. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 75(5), 726-732.
- American Academy of Audiology. (2010). *Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder*.
- André-Obadia, N., & Mauguière, F. (2015). Potentiels évoqués en neurologie : réponses normales. *EMC - Neurologie*, 12(3), 1-29.
- Azmy, R. M., & Zedan, R. H. (2016). Monitoring occlusion therapy in amblyopic children using pattern visual evoked potential. *Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 53(1), 1-5.
- Boucher, N., & McGinn, C.-A. (2013). *La réadaptation des enfants et adolescents présentant un trouble de traitement auditif : identification des meilleures pratiques*. Québec:Canada.
- British Society of Audiology. (2016). *Cortical Auditory Evoked Potential (CAEP) Testing: Recommended Procedure* (2016 ed.). Bathgate: BSA.
- Cabi, C., Muslubas, I. B. S., Oral, A. Y. A., & Dastan, M. (2014). Comparison of the efficacies of patching and penalization therapies for the treatment of amblyopia patients. *International journal of ophthalmology*, 7(3), 480-485.
- Campanella, S., & Streel, E. (2008). *Psychopathologie et neurosciences: Questions actuelles de neurosciences cognitives et affectives*. De Boeck Supérieur.
- Esposito Veneruso, P., Ziccardi, L., Magli, G., Falsini, B., & Magli, A. (2014). Short-term effects of vision trainer rehabilitation in patients affected by anisometropic amblyopia: electrofunctional evaluation. *Documenta Ophthalmologica*, 129(3), 177-189. doi:[10.1007/s10633-014-9462-x](https://doi.org/10.1007/s10633-014-9462-x)
- Filippini, R., Befi-Lopes, D. M., & Schochat, E. (2012). Efficacy of auditory training using the auditory brainstem response to complex sounds: auditory processing disorder and specific language impairment. *Folia Phoniatrica et Logopedica*, 64(5), 217-226. doi:[10.1159/000342139](https://doi.org/10.1159/000342139)
- Gil, D., & Iorio, M. C. (2010). Formal auditory training in adult hearing aid users. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 65(2), 165-174. doi:[10.1590/S1807-59322010000200008](https://doi.org/10.1590/S1807-59322010000200008)
- Hyde, M., Bagatto, M., Martin, V., Pigeon, M., Scollie, S., & Witte, J. (2016). *Protocol for auditory brainstem response – based audiological assessment (ABRA)*. Toronto: Canada.
- Jutras, B., Koravand, A., & Leroux, T. (2010). *Auditory evoked potentials and auditory processing disorders*. Les Cahiers de l'Audition 23(6), 37-43.
- Jutras, B., Owliaey, M., Gagnon, M., & Phoenix, C. (2015). Impact of auditory training on the listening skills of children with auditory processing disorder in noisy situations: Results of a pilot study. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 39(4), 346-361.
- Kmet, L. M., Lee, R. C., & Cook, L. S. (2004). *Standard quality assessment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields* (Vol. 22): Alberta Heritage Foundation for Medical Research Edmonton.
- Morais, A. A., Rocha-Muniz, C. N., & Schochat, E. (2015). Efficacy of auditory training in elderly subjects. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 1-9. doi:[10.3389/fnagi.2015.00078](https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00078)
- Odom, J. V., Bach, M., Brigell, M., Holder, G. E., McCulloch, D. L., Mizota, A., & Tormene, A. P. (2016). ISCEV standard for clinical visual evoked potentials: (2016 update). *Documenta Ophthalmologica*, 133(1), 1-9. doi:[10.1007/s10633-016-9553-y](https://doi.org/10.1007/s10633-016-9553-y)
- Santos, R. B., Marangoni, A. T., de Andrade, A. N., Prestes, R., & Gil, D. (2014). Effects of auditory training in individuals with high-frequency hearing loss. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 69(12), 835-840. doi:[10.6061/clinics/2014\(12\)08](https://doi.org/10.6061/clinics/2014(12)08)

- Schochat, E., Musiek, F. E., Alonso, R., & Ogata, J. (2010). Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 43(8), 777-785. doi:10.1590/s0100-879x2010007500069
- Shea, B. J., Grimshaw, J. M., Wells, G. A., Boers, M., Andersson, N., Hamel, C., . . . Bouter, L. M. (2007). Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC medical research methodology*, 7(1), 10.
- Sparreboom, M., Beynon, A. J., Snik, A. F., & Mylanus, E. A. (2010). Electrically evoked auditory brainstem responses in children with sequential bilateral cochlear implants. *Otology & Neurotology*, 31(7), 1055-1061. doi:10.1097/MAO.0b013e3181dbb33d
- Sparreboom, M., Beynon, A. J., Snik, A. F., & Mylanus, E. A. (2014). Auditory cortical maturation in children with sequential bilateral cochlear implants. *Otology & Neurotology*, 35(1), 35-42.
- Stapells, D. (2009). Cortical Event-Related Potentials to Auditory Stimuli. In J. Katz, Medwetsky, L., Burkard, R. et Hood, L (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology, Edition: 6th* (pp. 395-430). Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Talebi, H., Moossavi, A., Lotfi, Y., & Faghihzadeh, S. (2015). Effects of Vowel Auditory Training on Concurrent Speech Segregation in Hearing Impaired Children. *Annals of Otology Rhinology and Laryngology*, 124(1), 13-20. doi:10.1177/0003489414540604
- Thabet, M. T., & Said, N. M. (2012). Cortical auditory evoked potential (P1): a potential objective indicator for auditory rehabilitation outcome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76(12), 1712-1718. doi:10.1016/j.ijporl.2012.08.007
- Van den Bruel, A., Gailly, J., Hulstaert, F., Devriese, S., & Eyssen, M. (2009). The value of EEG, evoked potentials in clinical practice, Good Clinical Practice (GCP). *Brussel: Belgian Health Care Knowledge Centre (KCE), KCE report C, 109*, 1-138.
- Vingolo, E. M., Salvatore, S., Domanico, D., Spadea, L., & Nebbioso, M. (2013). Visual rehabilitation in patients with myopic maculopathy: our experience. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 48(5), 438-442. doi:10.1016/j.icio.2013.08.004
- Wilson, W. J., Arnott, W., & Henning, C. (2013). A systematic review of electrophysiological outcomes following auditory training in school-age children with auditory processing deficits. *International Journal of Audiology*, 52(11), 721-730. doi:10.3109/14992027.2013.809484
- Yadav, N. K., Thiagarajan, P., & Ciuffreda, K. J. (2014). Effect of oculomotor vision rehabilitation on the visual-evoked potential and visual attention in mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 28(7), 922-929. doi:10.3109/02699052.2014.887227

*Centre intégré  
universitaire de santé  
et de services sociaux  
de la Capitale-Nationale*

Québec

