
QUE SAIT-ON DE L'IMPACT D'UN TRAUMATISME CRÂNIO-CÉRÉBRAL LÉGER SUR LES FONCTIONS AUDITIVES CHEZ LES ENFANTS

BENOÎT JUTRAS, PHD, CHERCHEUR AU CHUSJ ET PROFESSEUR
TITULAIRE À L'ÉCOLE D'ORTHOPHONIE ET D'AUDIOLOGIE DE
L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

FAUVE DUQUETTE-LAPLANTE, AUDIOLOGISTE ET ÉTUDIANTE AU
DOCTORAT EN COTUTELLE À L'UNIVERSITÉ D'OTTAWA ET
L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

DÉROULEMENT DE LA PRÉSENTATION

1

Objectifs
d'apprentissage

2

Définition d'un TCC-L

3

Symptômes auditifs

4

Dysfonctions
auditives

5

Que devrait-on
explorer?
Projet doctoral

6

Retombées du projet

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

1. Connaître les symptômes auditifs à la suite d'un TCC
2. Connaître les méthodes de mesures des difficultés auditives d'enfants ayant subi un TCC-L
3. Connaître les dysfonctions auditives associées à un TCC-L chez les enfants



LE TRAUMATISME CRÂNIOCÉRÉBRAL LÉGER (TCC-L)

DÉFINITIONS DU TCC-L

- Le traumatisme craniocérébral (TCC) est généralement défini comme une altération des fonctions cérébrales, ou toute autre preuve de pathologie cérébrale, causée par une force externe (Menon et al., 2010).
- Au Québec :
 - Une atteinte cérébrale, exception faite de toute étiologie dégénérative ou congénitale, résultant d'un transfert d'énergie d'une source externe vers le crâne et les structures sous-jacentes (INESSS 2018; MSSS, 2005)

Tiré de Menon, D., Schwab, K., Wright, D., & Maas, A. (2010). Position Statement: Definition of Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(11), 1637-1640.

Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux (INESSS). (2018). État des connaissances - Mise à jour des connaissances en préparation de la révision des orientations ministérielles pour le traumatisme craniocérébral léger (2005-2010). Repéré à : https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traumatologie/INESSS_Traumatisme_craniocerebral_leger.pdf

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). (2005). Orientations ministérielles pour le traumatisme caniocérébral léger. Repéré à : http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2006/orientations_traumatisme.pdf

SYMPTÔMES AUDITIFS À LA SUITE D'UN TCC-L

Chez les adultes

- Difficultés dans le bruit (Knoll et al., 2020; Oleksiak et al., 2012)
- Impression de moins bien entendre (Knoll et al., 2020; Oleksiak et al., 2012)
- Sensibilité aux sons forts (Knoll et al., 2020; Assi et al., 2018)
- Sifflements dans les oreilles (Knoll et al., 2020)

Chez les enfants

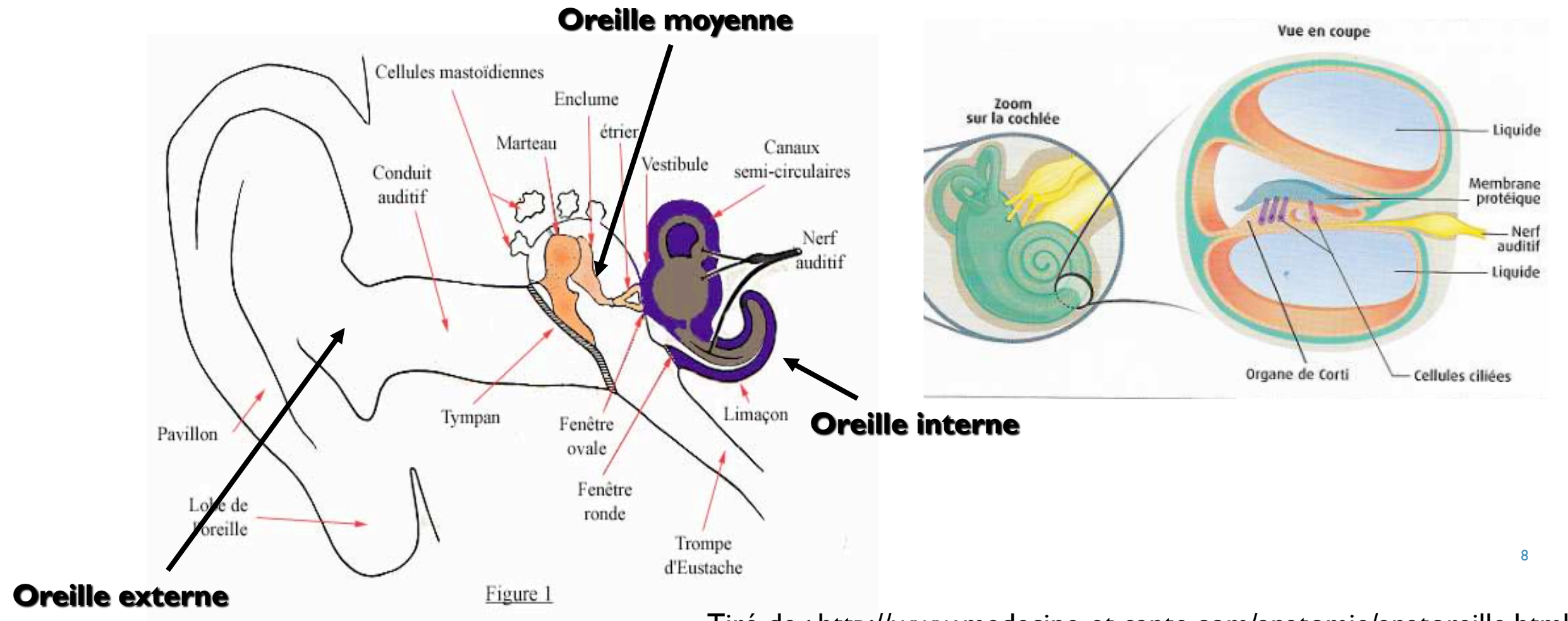
- Sensibilité aux bruits (Gioia et al., 2012; Strecker, & Ebaugh, 1924)
- Difficultés dans le bruit (Thompson et al., 2018; Kraus et al., 2016; 2017)



DYSFONCTIONS AUDITIVES À LA SUITE D'UN TCC-L

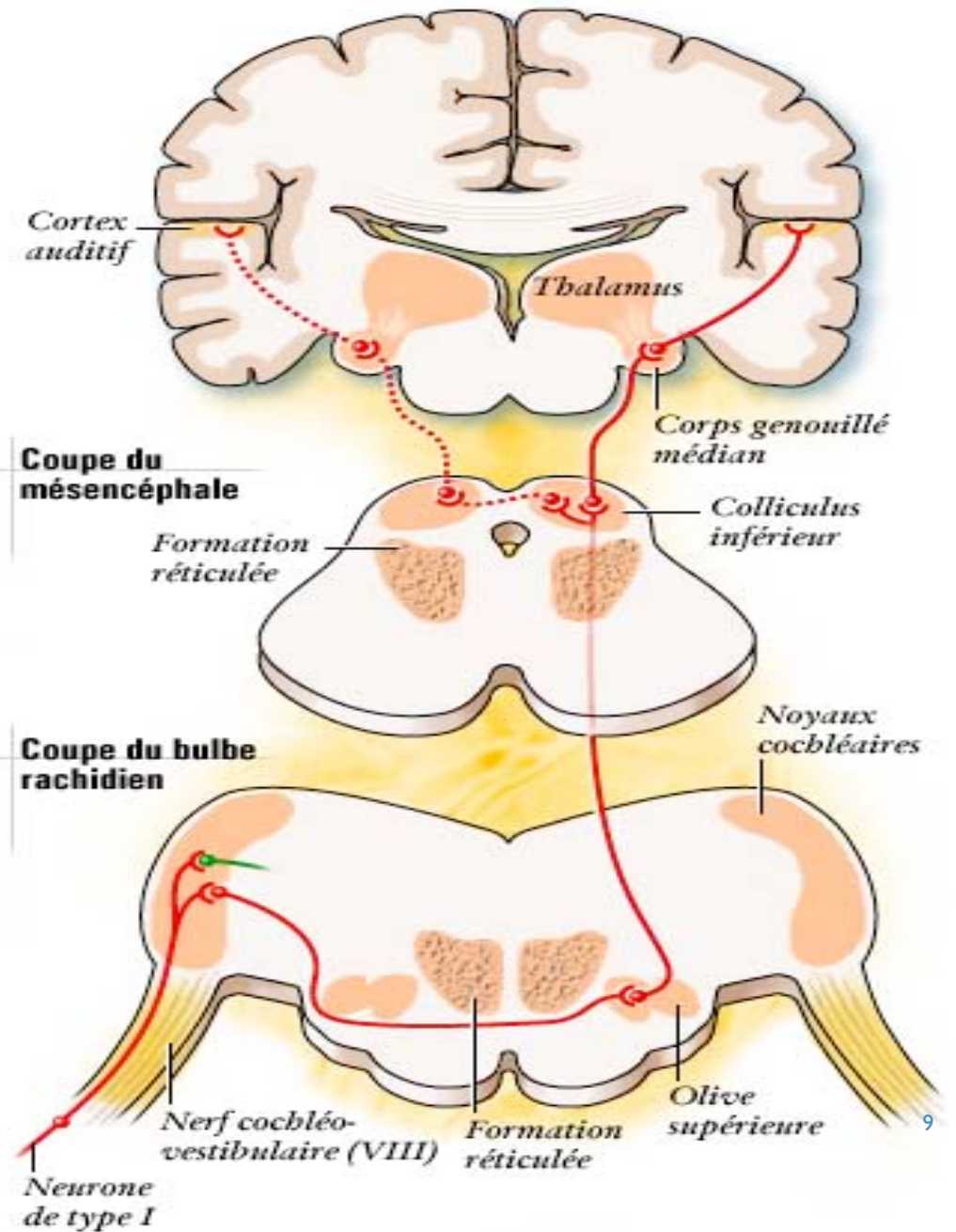


SYSTÈME AUDITIF PÉRIPHÉRIQUE



SYSTÈME AUDITIF CENTRAL

Tiré de:
<http://www.iurc.montp.inserm.fr/cric/audition/fran%E7ais/ptw/fptw.htm>

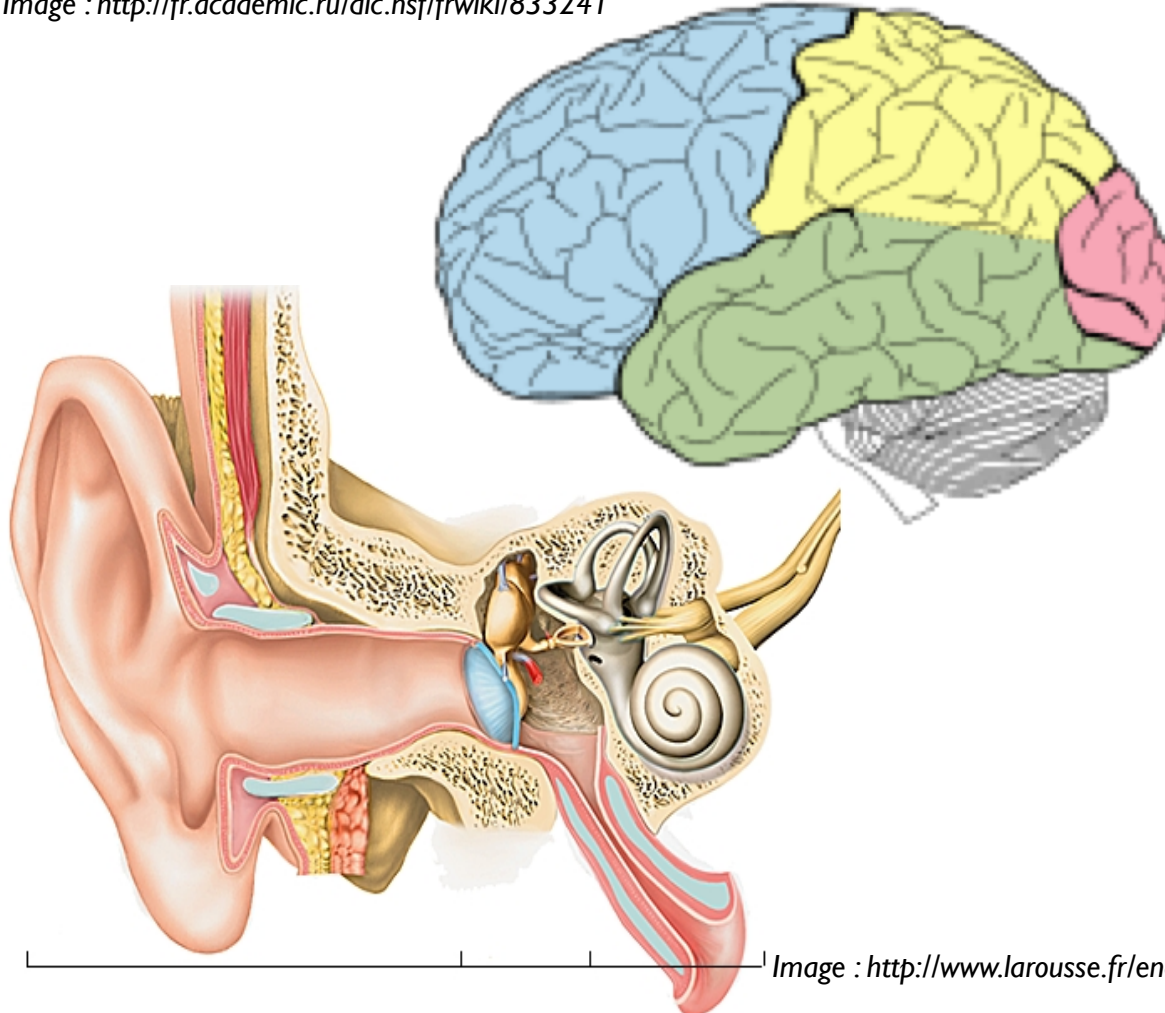


PROBLÈMES AUDITIFS PÉRIPHÉRIQUES OU CENTRAUX

Image : <http://fr.academic.ru/dic.nsf/frwiki/833241>

**UN PROBLÈME
AUDITIF DU
SYSTÈME AUDITIF
PÉRIPHÉRIQUE
CAUSE
UN PROBLÈME
À **ENTENDRE****

Surdité conductive
Surdité sensorielle ou
neurosensorielle
Surdité mixte



**UN PROBLÈME DU
SYSTÈME AUDITIF
CENTRAL
CAUSE
UN PROBLÈME À
COMPRENDRE**

Image : <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/cochl%C3%A9e/12046>

TROUBLE DE TRAITEMENT AUDITIF

Développemental : Personnes ayant des difficultés d'écoute durant l'enfance et une acuité auditive normale, sans autres causes connues ou sans facteurs de risques potentiels autres qu'une histoire familiale de troubles développementaux de communication ou de problèmes reliés. Le TTA peut persévérer à l'âge adulte.

Acquis : Personnes dont la cause du TTA peut être associée au vieillissement ou à une condition médicale ou un événement environnemental (exemple : traumatisme crânio-cérébral léger)

Secondaire : Personnes pour qui le TTA survient avec la présence ou est le résultat d'une surdité temporaire ou permanente.

DYSFONCTIONS DU **SYSTÈME AUDITIF PÉRIPHÉRIQUE** À LA SUITE D'UN TCC-L

Chez les adultes

- Perte auditive – plus à risque que population sans TCC-L (Knoll et al., 2020; Oleksiak et al., 2012, Bergemalm, & Borg, 2005).
 - **Perte conductive**
 - Plus commune dans les blessures par explosion, ex. : Barotrauma (Kocsis & Tessler, 2009; Lew et al., 2007).
 - **Perte neurosensorielle**
 - Jusqu'à 24 % pourraient développer une perte (Munjal et al., 2010), mais rare sans blessure pénétrante (Bergemalm, 2003)
 - Jusqu'à 65% des vétérans ont des changements significatifs dans leurs seuils auditifs (Karch et al., 2016)

Chez les enfants

- Perte auditive (Cockrell, & Gregory, 1992)
 - Souvent accompagnée d'une fracture du crâne (Gettig et al., 2009; Zimmerman et al., 1993);

DYSFONCTIONS DU **SYSTÈME AUDITIF PÉRIPHÉRIQUE** À LA SUITE D'UN TCC-L

Chez les adultes

- **Acouphènes** (Knoll et al., 2020; Clifford et al., 2019 ; Karch et al., 2016; Swan et al., 2017; Ceranic et al., 2004)
 - Commun chez les vétérans (Chrisman et al., 2013; Clifford et al., 2019 ; Karsh et al., 2016; Swan et al., 2017; Lew et al., 2007)
- **Hyperacousie**
 - La sensibilité au bruit (Knoll et al., 2020; Assi et al., 2018)

Chez les enfants

- **Acouphènes** – Les enfants/adolescents ayant eu un TCC rapporteraient rarement des acouphènes (Chrisman et al., 2013).
- **Hyperacousie**
 - sensibilité au bruit rapportée subjectivement par les enfants/adolescents ayant subi un TCC ou leurs parents à l'aide de questionnaires (Babcock et al., 2013; Gioia et al., 2012; Strecker, & Ebaugh, 1924).

DYSFONCTIONS DU SYSTÈME AUDITIF CENTRAL À LA SUITE D'UN TCC-L

Chez les adultes

- Trouble de traitement auditif (Vander Werff & Riegler, 2019a; 2019b; Białunska, & Salvatore, 2017; Hoover et al., 2015; Turgeon et al., 2011; Bergemalm, & Borg, 2005)
- Chez les vétérans (Gallun et al., 2016; Saunders et al., 2015; Gallun et al., 2012)

Chez les enfants

- Trouble de traitement auditif
 - Enfants avec TCC modéré à sévère (Cockrell & Gregory, 1992) ou avec lésion cérébrale acquise (Flood et al., 2005)

EN RÉSUMÉ – CHEZ LES ENFANTS

Ce qu'on sait

- Entre 5% à 33% des enfants vivent des symptômes persistants après plus de quatre semaines (CDC, 2016; Zemek et al., 2016)
- Une multitude d'enfants vivent avec des symptômes auditifs centraux (Flood et al., 2005; Cockrell et Gregory, 1992)
- Les difficultés auditives centrales rendent la participation à l'école plus difficile (Moore, 2012)

Ce qu'on ne sait pas

- Étendue et type de limitations auditives
- Impact des symptômes auditifs sur le fonctionnement globale
- Interventions ciblées
 - Réadaptation possible
 - Remédiation des difficultés

IMPACTS DU TCC-L SUR LES CAPACITÉS AUDITIVES CENTRALES D'ENFANTS D'ÂGE SCOLAIRE

PROJET DOCTORAL DE FAUVE DUQUETTE-LAPLANTE SOUS LA SUPERVISION DE BENOÎT JUTRAS, PHD ET D'AMINEH KORAVAND, PHD

PROJET DE RECHERCHE FINANCÉ PAR LE CONCOURS TRAUMA 2019-2020, CHU SAINTE-JUSTINE : JUTRAS, B., DUQUETTE-LAPLANTE, F., KORAVAND, A., BEAUCHAMP, M., GRAVEL, J., & RATELLE, J. *LE TRAITEMENT DE L'INFORMATION AUDITIVE D'ENFANTS D'ÂGE SCOLAIRE AYANT SUBI UN TRAUMATISME CRÂNIOCÉRÉBRAL LÉGER.*

PROJET – OBJECTIFS

Objectif Primaire :

Documenter l'impact d'un TCC-L
sur le traitement de l'information
auditive centrale chez les enfants de
8 à 12 ans

Objectifs secondaires :

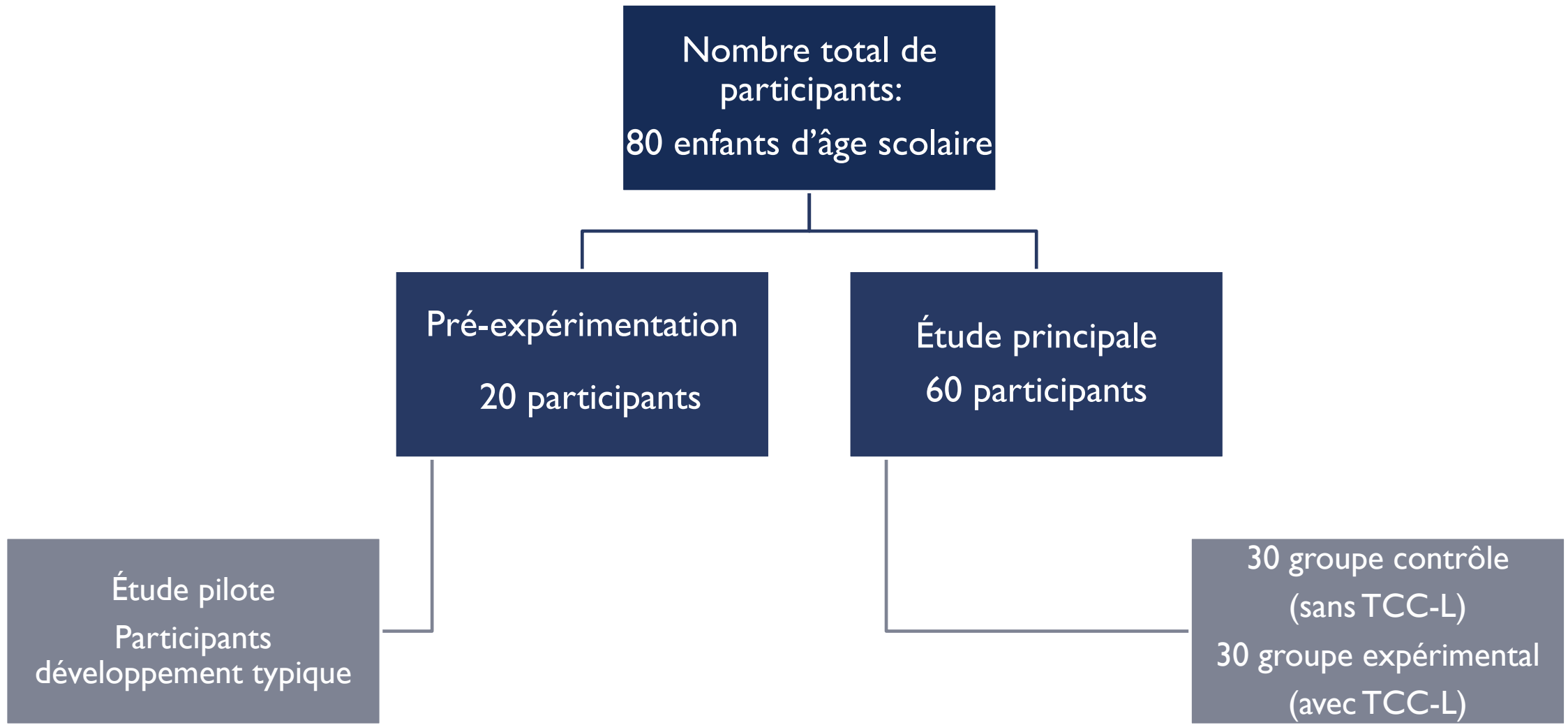
Documenter les capacités et
incapacités auditives
fonctionnelles

Étudier le fonctionnement
spontané du cerveau et dans
le traitement de stimuli
auditifs

Afin d'identifier un marqueur
neurophysiologique sensible
aux dysfonctions associées au
TCC-L

En explorant la connectivité
fonctionnelle entre diverses
régions du cerveau

MÉTHODOLOGIE



ÉTUDE

30 enfants ayant un TCC-L

- Recrutement au CHUSJ à l'urgence par le biais des infirmières de recherche.
- Évaluation audiolologique périphérique

30 enfants contrôles

- Recrutés dans la communauté
 - Pairés en âge et en sexe aux enfants ayant un TCC-L
- Évaluation audiolologique périphérique



ÉTUDE - ÉVALUATION DE TOUS LES ENFANTS

Tests auditifs comportementaux

- Le Pitch Pattern Sequence Test et le Duration Pattern Sequence Test (Musiek, 1994) – organisation séquentielle, étiquetage verbal, discrimination de fréquence ou de durée



- Le Gaps in Noise Test (Musiek et al., 2005) – résolution temporelle.



- Le test d'écoute dichotique de chiffres (Jutras et al., 2012) – intégration binaurale.



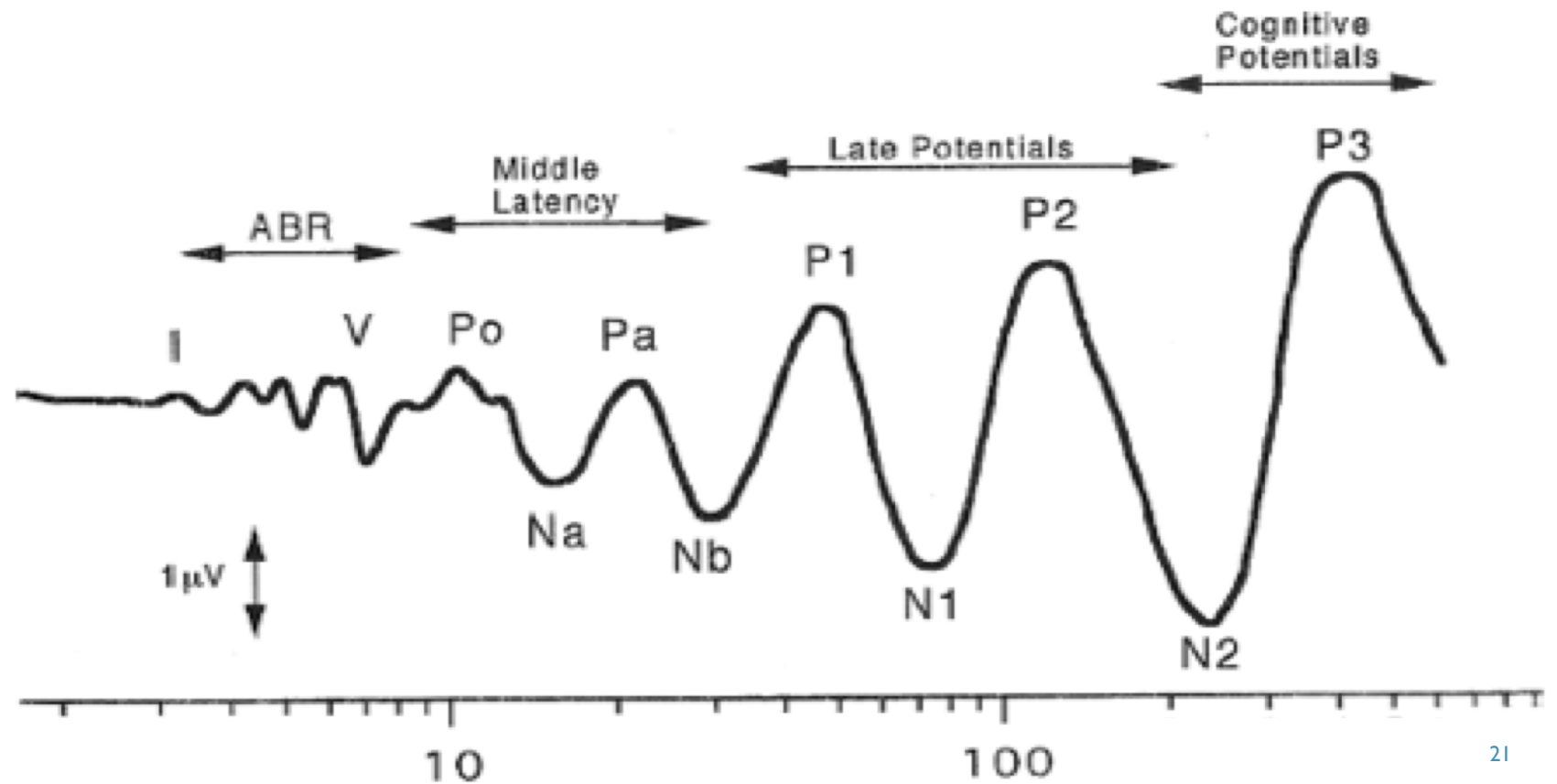
- Le test de mot dans le bruit (Lagacé, 2010) – séparation figure/fond.

BlablaaaChaiseBlabla

ÉTUDE - ÉVALUATION DE TOUS LES ENFANTS

Mesure
électrophysiologiques

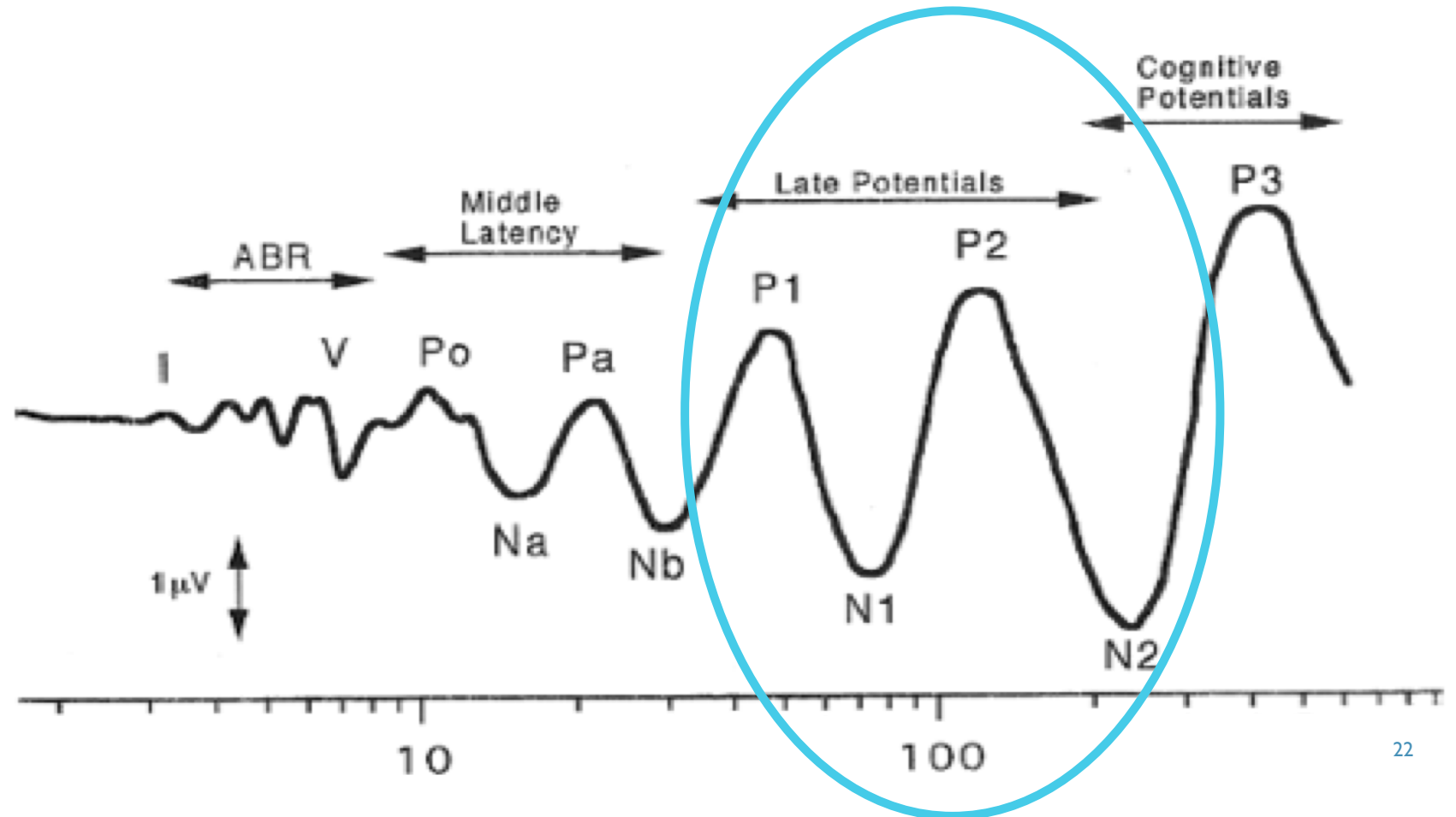
Par potentiels
évoqués auditifs



ÉTUDE - ÉVALUATION DE TOUS LES ENFANTS

Mesure
électrophysiologiques

Par potentiels
évoqués auditifs



ÉTUDE - ÉVALUATION DE TOUS LES ENFANTS

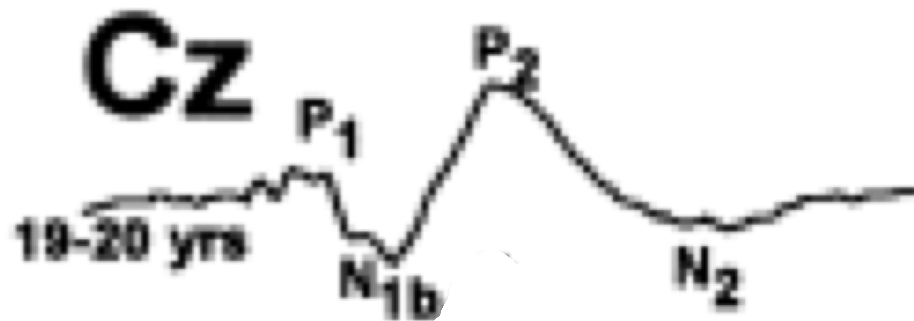
Mesure électrophysiologiques

- Stimuli verbaux et non verbaux
 - Dans le silence
 - Dans le bruit

POTENTIELS ÉVOQUÉS AUDITIFS DE LATENCE LONGUE

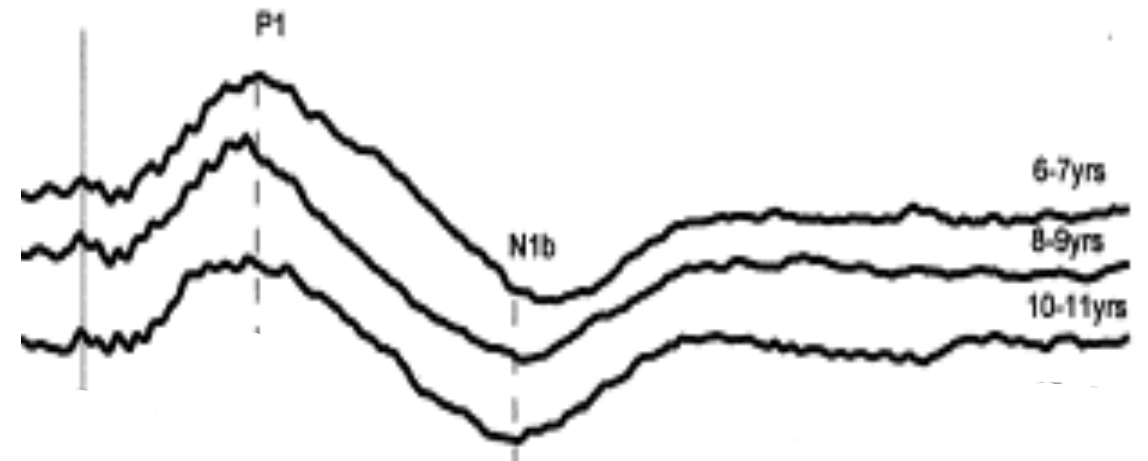
Chez les adultes

- Chez les adultes on note généralement les 4 composantes.



Chez les enfants

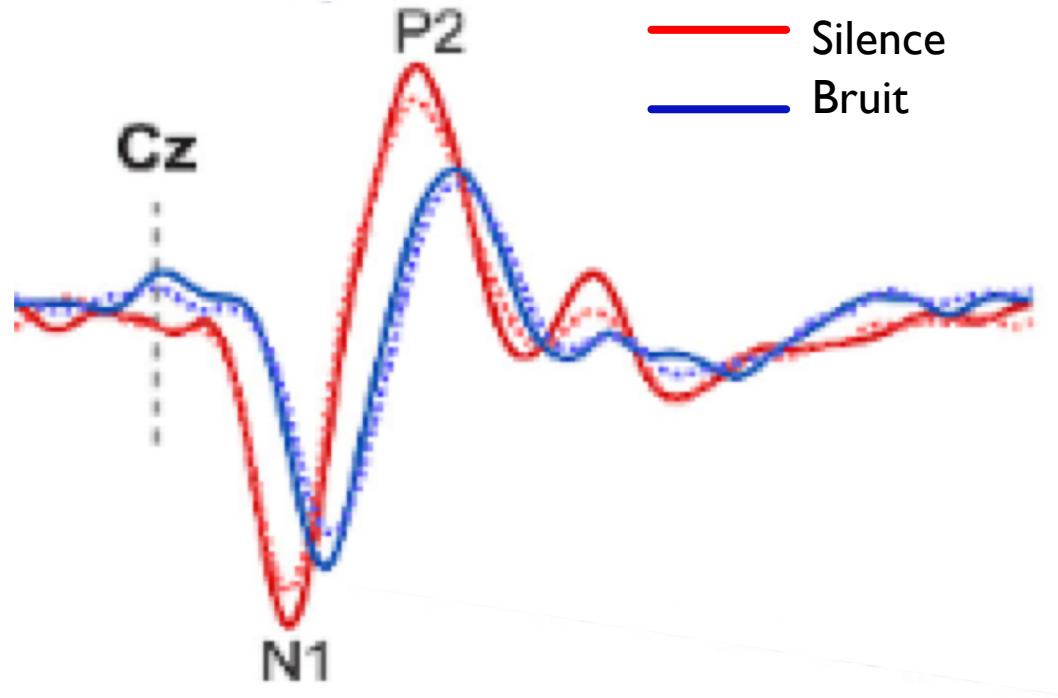
- Chez les enfants plus jeunes, comme le système auditif est en cours de maturation, présence des deux ondes : P1 et N2.



PÉALL - DANS LE SILENCE ET DANS LE BRUIT

- ↑ des latences

- ↓ des amplitudes

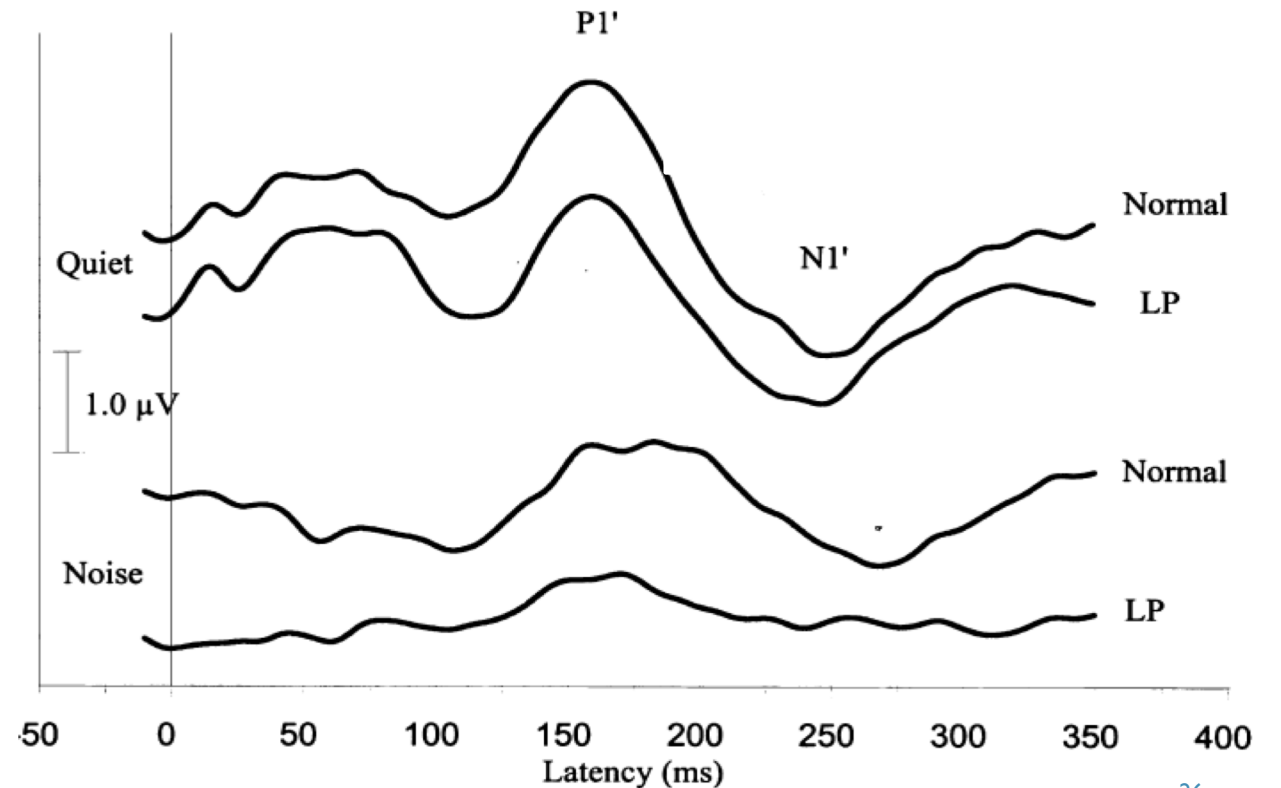
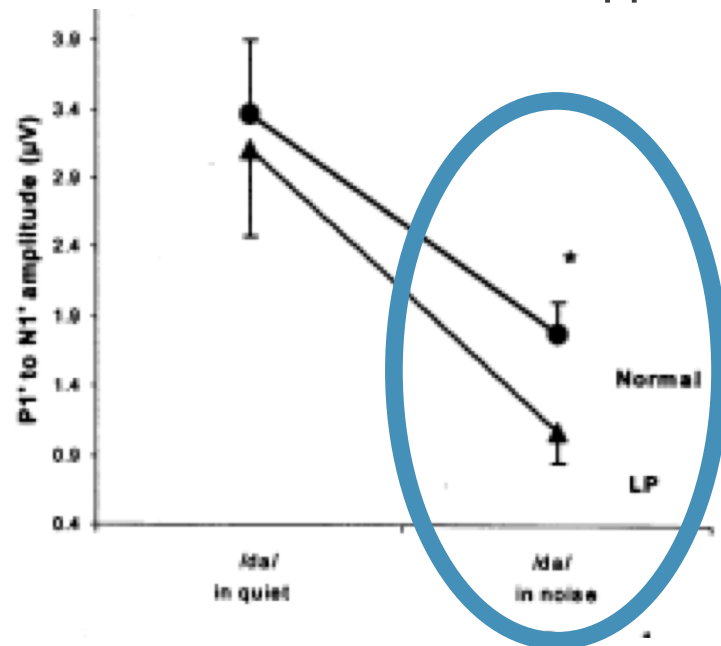


Tiré de Bidelman GM, Yellamsetty A. (2017). **Noise and pitch interact** during the **cortical segregation** of **concurrent speech**. *Hearing Research*, 351, 34-44.

PÉALL - DANS LE SILENCE ET DANS LE BRUIT

Chez les enfants

- Aucune étude avec population TCC-L
- Enfant avec des difficultés d'apprentissage

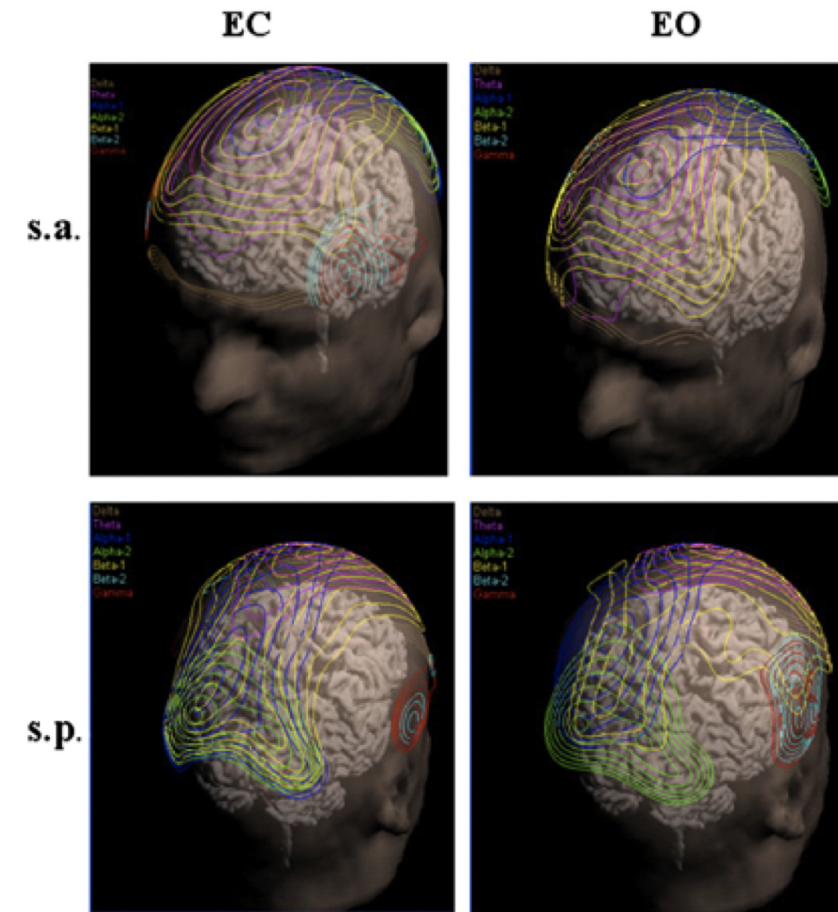


Tiré de Cunningham, J., Nicol, T., Zecker, S.G., Bradlow, A., & Kraus, N. (2001) Neurobiologic responses to speech in noise in children with learning problems: deficits and strategies for improvement. *Clinical Neurophysiology*, 112, 758-767.

ÉTUDE - ÉVALUATION DE TOUS LES ENFANTS

Mesure électrophysiologiques

- Enregistrement au repos
 - Yeux fermés
 - Yeux ouverts
 - Fixer une croix sur le mur
 - Évaluer les Réseaux Mode par Défaut
- Détecter des dysfonctions présentes même au repos (Rapp et al., 2015)

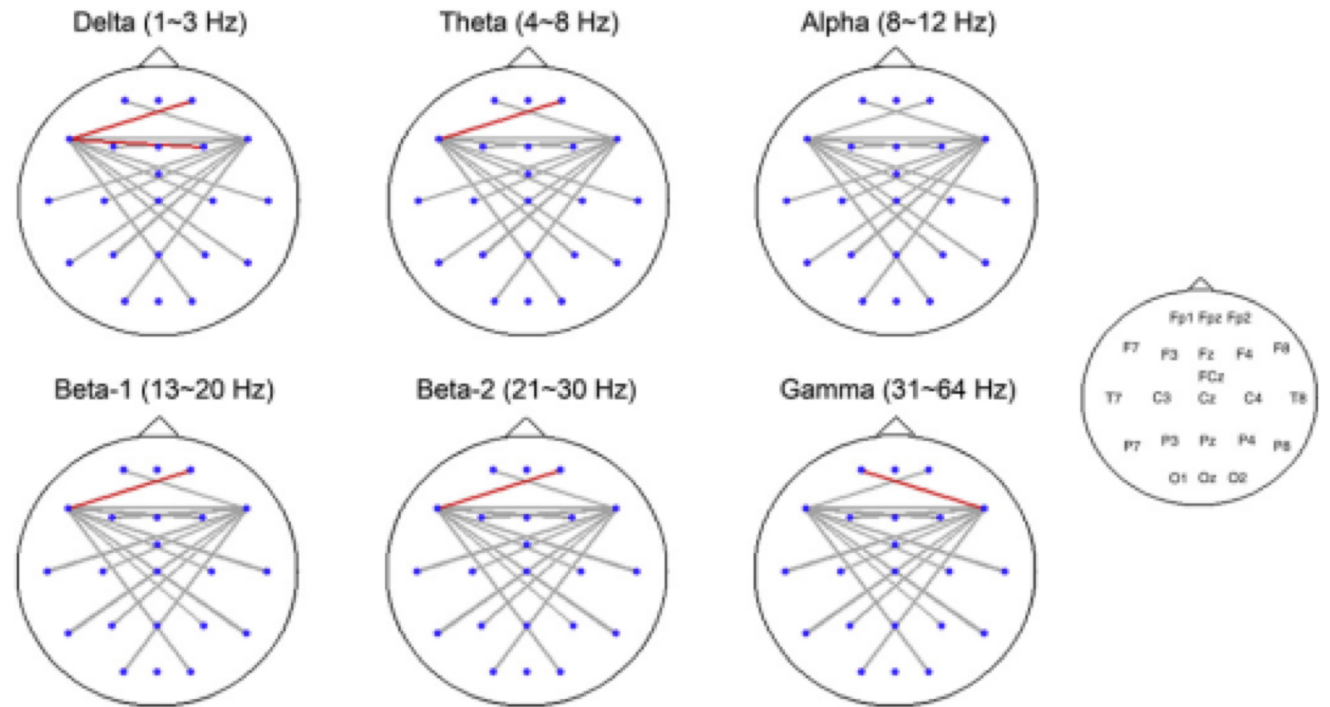


Tiré de : Chen, A., Feng, W., Zhao, H., Yin, Y., & Wang, P. (2008). EEG default mode network in the human brain: Spectral regional field powers. *NeuroImage (Orlando, Fla.)*, 41(2), 561–574.

ÉTUDE - ÉVALUATION DE TOUS LES ENFANTS

Mesure électrophysiologiques

- Pas d'études menées chez les enfants **TCC-L**
- Chez les adultes – diminution de la synchronie entre différents électrodes
 - ↓ connectivité fonctionnelle



ÉTUDE - ÉVALUATION DE TOUS LES ENFANTS

- Questionnaires (comportements auditifs)
 - Les enfants : adaptation en français du LIFE-UK (Canning, 1999)
 - Les parents et les enseignants : adaptation en français du Scale of Auditory Behaviours (Schow, & Seikel, 2006).
- Évaluation cognitive et des fonctions exécutives
 - Sous-tests du CNV Vital Signs (batterie de tests neurocognitifs informatisés): *Symbol Digit Coding, Stroop Test, Shifting attention Test, Continuous Performance test, Verbal Memory, Visual Memory, Finger Tapping* (Brooks et al., 2016; Gualtieri, & Johnson, 2006)
 - Questionnaire pour les parents: Connors 3e édition (Conners, 2008)

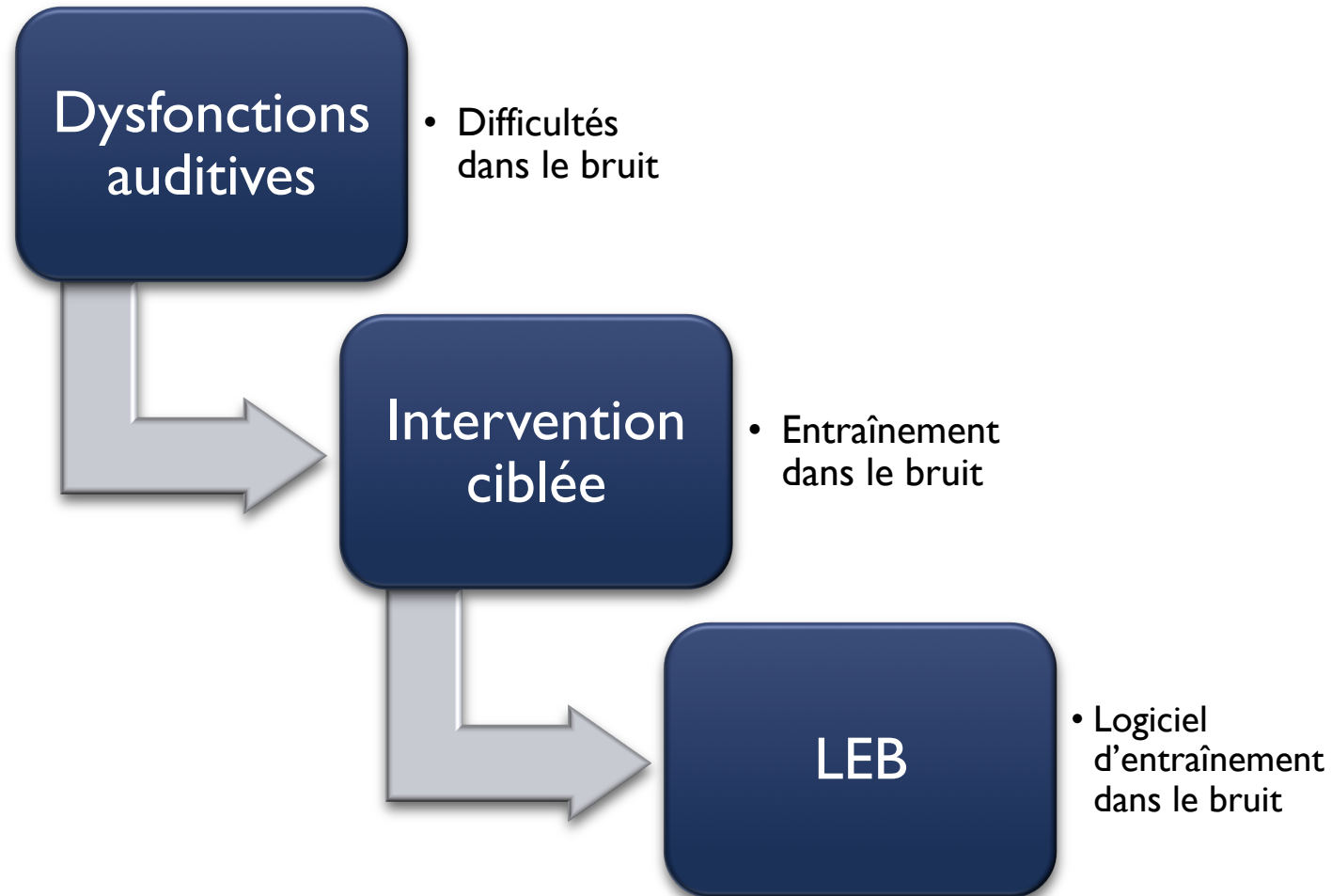
RETOMBÉES CLINIQUES DU PROJET DE RECHERCHE

Déterminer des profils à partir des tests auditifs comportementaux

Aider à cibler les interventions de réadaptation post-TCC-I selon ces profils

Si un biomarqueur neurophysiologique est identifié, il pourrait éventuellement servir à évaluer le potentiel de récupération et les effets de la réadaptation post TCC-I

RETOMBÉES POSSIBLES DU PROJET DE RECHERCHE



LOGICIEL D'ÉCOUTE DANS LE BRUIT LEB

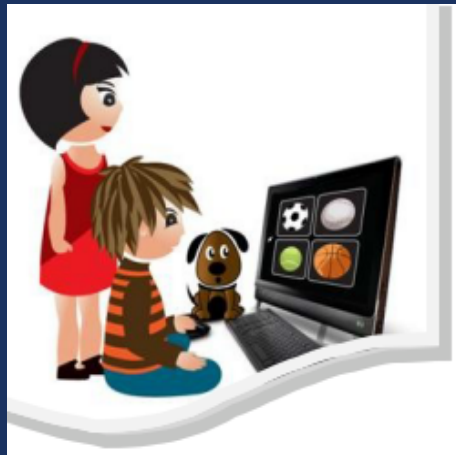


Image tirée du site monleb.com

Listening in noise training in children with auditory processing disorder: exploring group and individual data

Benoît Jutras^a, Lyne Lafontaine^b, Marie-Pier East^a and Marjorie Noël^a

Buts

- Étudier l'impact d'un entraînement à l'écoute dans le bruit sur les comportements auditifs et des habitudes de vie d'enfants ayant un trouble de traitement auditif.
- L'investigation a aussi été effectuée au plan neurophysiologique.

MÉTHODOLOGIE

- Participants
 - Groupe expérimentale – Enfants recevant l'entraînement
 - Dix enfants de 8 à 12 ans ayant un TTA
 - Groupe contrôle – Enfants ne recevant aucun entraînement
 - Six enfants de 8 à 12 ans
- Procédure
 - Mesures pré, post et post - trois mois
 - Mesures auditives (HINT, potentiels évoqués)
 - Mesures comportementales: questionnaires ÉCA et SIFTER remplis par les enseignants

PROCÉDURE AVEC LE LEB

Activités dans un bruit de babillage

Entraînement

2 x 30 min / semaine

13 semaines

1 à 4

Discrimination de mots

5 à 7

Phrases porteuses – identification du dernier mot

8 et 9

Identification de mots

10 et 11

Identification de phrases

12 et 13

Compréhension de consignes

14

Écoute de phrases complexes

15 à 19

Écoute de courtes histoires et donner une réponse

13 thèmes

1. sports

2. insectes

3. cuisine

4. mammifères

5. oiseaux

6. métiers

7. musique

8. anatomie

9. transports

10. énergie

11. plantes

12. espace

13. pays

Écoute dans le bruit

Conclusions

Thérapie entraîne
une meilleure
écoute dans le
bruit

Indices de
changements au
plan
neurophysiologique

Indices de
changements au
plan
comportemental



QUESTIONS?

MERCI

RÉFÉRENCES

- American Congress of Rehabilitation Medicine. (1993). Definition of mild traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 8, 86–87.
- Assi, H., Moore, R. D., Ellemberg, D., & Hébert, S. (2018). Sensitivity to sounds in sport-related concussed athletes: a new clinical presentation of hyperacusis. *Scientific reports*, 8(1), 1-8.
- Babcock, L., Byczkowski, T., Wade, S.L., Ho, M., Mookerjee, S., & Bazarian, J.J. (2013). Predicting postconcussion syndrome after mild traumatic brain injury in children and adolescents who present to the emergency department. *JAMA Pediatrics*, 167, 156-161.
- Bidelman GM, Yellamsetty A. (2017). **Noise and pitch interact** during the **cortical segregation of concurrent speech**. *Hearing Research*, 351, 34-44.
- Bergemalm, P. O. (2003). Progressive hearing loss after closed head injury: a predictable outcome?. *Acta oto-laryngologica*, 123(7), 836-845.
- Bergemalm, P., & Borg, E. (2005). Peripheral and Central Audiological Sequelae of Closed Head Injury: Function, Activity, Participation and Quality of Life. *Audiological Medicine*, 3(3), 185-198.
- Białuńska, A., & Salvatore, A. P. (2017). The auditory comprehension changes over time after sport-related concussion can indicate multisensory processing dysfunctions. *Brain and behavior*, 7(12), e00874.
- Brooks, B. L., Daya, H., Khan, S., Carlson, H. L., Mikrogianakis, A., & Barlow, K. M. (2016). Cognition in the Emergency Department as a Predictor of Recovery after Pediatric Mild Traumatic Brain Injury. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 22(4), 379–387.
- Canning D. (1999) Listening Inventories For Education UK. London, UK: City University.
- Ceranic, B. J., Prasher, D. K., Raglan, E., & Luxon, L. M. (1998). Tinnitus after head injury: evidence from otoacoustic emissions. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 65(4), 523-529.
- Chen, A., Feng, W., Zhao, H., Yin, Y., & Wang, P. (2008). EEG default mode network in the human brain: Spectral regional field powers. *NeuroImage (Orlando, Fla.)*, 41(2), 561–574. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.12.064>
- Chrisman, S.P., Rivara, F.P., Schiff, M.A., Zhou, C., & Comstock, R.D. (2013). Risk factors for concussive symptoms 1 week or longer in high school athletes. *Brain Injury*, 27, 1-9.
- Clifford, R. E., Baker, D., Risbrough, V. B., Huang, M., & Yurgil, K. A. (2019). Impact of TBI, PTSD, and Hearing Loss on Tinnitus Progression in a US Marine Cohort. *Military Medicine*, 184(11–12), 839–846.
- Cockrell, J.L., & Gregory, S.A. (1992). Audiological deficits in brain-injured children and adolescents. *Brain Injury*, 6, 261-266.
- Conners, C. K. (2008). Conners 3. North Tonawanda, NJ: MHS.
- Cunningham, J., Nicol, T., Zecker, S.G., Bradlow, A., & Kraus, N. (2001) Neurobiologic responses to speech in noise in children with learning problems: deficits and strategies for improvement. *Clinical Neurophysiology*, 112, 758-767.

RÉFÉRENCES

- Flood, G., Dumas, H., & Haley, S. (2005). Central auditory processing and social functioning following brain injury in children. *Brain Injury*, 19, 1019-1026.
- Gallun, F., Diedesch, A., Kubli, L., Walden, T., Folmer, R., Lewis, M., . . . Leek, M. (2012). Performance on tests of central auditory processing by individuals exposed to high-intensity blasts. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 49(7), 1005-1025.
- Gallun, F. J., Papesh, M. A., & Lewis, M. S. (2017). Hearing complaints among veterans following traumatic brain injury. *Brain injury*, 31(9), 1183-1187.
- Gettig, K. A., Lawson, K. M., Roth, J. T., Hopper, E., Higginbotham, N., George, T., . . . Maxson, R. (2009). Hearing evaluation in pediatric patients treated at the hospital following head injury. *Journal of Trauma Nursing*, 16, 169-178.
- Gioia, G., Janusz, J., Sady, M., Vaughn, C., Schneider, J., & Natale, M. (2012). Postconcussion symptom inventory (PCSI) administration manual v.1.
- Gualtieri, C., & Johnson, L. (2006). Reliability and validity of a computerized neurocognitive test battery, CNS Vital Signs. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(7), 623-643.
- Hayes, E., Warrier, C., Nicol, T., Zecker, S., & Kraus, N. (2003). Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clinical Neurophysiology*, 114(4), 673-684.
- Hoover, E. C., Souza, P. E., & Gallun, F. J. (2015). Competing views on abnormal auditory results after mild traumatic brain injury. *Perspectives on Hearing and Hearing Disorders: Research and Diagnostics*, 19(1), 12-21.
- Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux (INESSS). (2018). État des connaissances - Mise à jour des connaissances en préparation de la révision des orientations ministérielles pour le traumatisme crâniocérébral léger (2005-2010). Repéré à : https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traumatologie/INESSS_Traumatisme_craniocerebral_leger.pdf
- Jutras, B., Lafontaine, L., East, M. P., & Noël, M. (2019). Listening in noise training in children with auditory processing disorder: exploring group and individual data. *Disability and rehabilitation*, 41(24), 2918-2926.
- Jutras, B., Mayer, D., Joannette, E., Carrier, M., & Chenard, G. (2012). Assessing the development of binaural integration ability with the French dichotic digit test: Ecoute dichotique de chiffres. *American Journal of Audiology*, 21, 51-59.

RÉFÉRENCES

- Karch, S. J., Capó-Aponte, J. E., McIlwain, D. S., Lo, M., Krishnamurti, S., Staton, R. N., & Jorgensen-Wagers, K. (2016). Hearing Loss and Tinnitus in Military Personnel with Deployment-Related Mild Traumatic Brain Injury. *US Army Medical Department Journal*.
- Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, L. J., & Tillery, K. L. (2014). Handbook of clinical audiology.
- Knoll, R. M., Herman, S. D., Lubner, R. J., Babu, A. N., Wong, K., Sethi, R. K., ... & Kozin, E. D. (2020). Patient-reported auditory handicap measures following mild traumatic brain injury. *The Laryngoscope*, 130(3), 761-767.
- Kocsis, J. D., & Tessler, A. (2009). Pathology of blast-related brain injury. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 46(6), 667.
- Kraus, N., Lindley, T., Colegrove, D., Krizman, J., Otto-Meyer, S., Thompson, E. C., & White-Schwoch, T. (2017). The neural legacy of a single concussion. *Neuroscience Letters*, 646, 21–23.
- Kraus, N., Thompson, E. C., Krizman, J., Cook, K., White-Schwoch, T., & LaBella, C. R. (2016). Auditory biological marker of concussion in children. *Scientific Reports*, 6(1).
- Lagacé, J. (2010). Développement du Test de Mots dans le Bruit : Mesure de l'équivalence des listes et données préliminaires sur l'effet d'âge. *Acoustique canadienne*, 38, 19-30.
- Lew, H. L., Jerger, J. F., Guillory, S. B., & Henry, J. A. (2007). Auditory dysfunction in traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 44(7).
- Menon, D., Schwab, K., Wright, D., & Maas, A. (2010). Position Statement: Definition of Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(11), 1637-1640.
- Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). (2010). Orientations ministérielles pour le traumatisme caniocérébral léger. Repéré à : http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2006/orientations_traumatisme.pdf
- Moore, D. (2012). Listening difficulties in children: Bottom-up and top-down contributions. *Journal of Communication Disorders*, 45(6), 411–418.
- Munjal, S. K., Panda, N. K., & Pathak, A. (2010). Relationship between severity of traumatic brain injury (TBI) and extent of auditory dysfunction. *Brain Injury*, 24(3), 525–532.
- Musiek, F. E. (1994). Frequency (pitch) and duration pattern tests. *Journal of the American Academy of Audiology*, 5, 265-268.
- Musiek, F. E., Shinn, J. B., Jirsa, R., Bamiou, D. E., Baran, J. A., & Zaidan, E. (2005). GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear and Hearing*, 26, 608-618.

RÉFÉRENCES

- Oleksiak, M., Smith, B. M., Andre, J. R. S., Caughlan, C. M., & Steiner, M. (2012). Audiological issues and hearing loss among Veterans with mild traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 49(7), 995–1003.
- Ponton, C. W., Eggermont, J. J., Kwong, B., & Don, M. (2000). Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clinical neurophysiology*, 111(2), 220-236.
- Rapp, P., Keyser, D., Albano, A., Hernandez, R., Gibson, D., Zambon, R., Hairston, W., Hughes, J., Krystal, A., & Nichols, A. (2015). Traumatic brain injury detection using electrophysiological methods. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 11–11.
- Saunders, G. H., Frederick, M. T., Arnold, M., Silverman, S., Chisolm, T. H., & Myers, P. (2015). Auditory difficulties in blast-exposed Veterans with clinically normal hearing. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 52(3).
- Schow, R.L. & Seikel, J.A. (2006). Screening for (central) auditory processing disorder. Dans F.E. Musiek & G.D. Chermak (Eds.), *Handbook of (central) auditory processing disorder (Volume I): Auditory neuroscience and diagnosis* (137-161). San Diego: Plural Publishing.
- Sharma, A., Kraus, N., McGee, T., & Nicol, T. (1997). Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 104(6), 540-545.
- Sponheim, S., McGuire, K., Kang, S., Davenport, N., Aviyente, S., Bernat, E., & Lim, K. (2011). Evidence of disrupted functional connectivity in the brain after combat-related blast injury. *NeuroImage (Orlando, Fla.)*, 54, S21–S29.
- Strecker, E., & Ebaugh, F. G. (1924). Neuropsychiatric sequelae of cerebral trauma in children. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 12, 443–453.
- Swan, A. A., Nelson, J. T., Swiger, B., Jaramillo, C. A., Eapen, B. C., Packer, M., & Pugh, M. J. (2017). Prevalence of hearing loss and tinnitus in Iraq and Afghanistan veterans: A chronic effects of neurotrauma consortium study. *Hearing research*, 349, 4-12.
- Thompson, E.C., Krizman, J., White-Schwoch, T., Nicol, T., LaBella, C.R., & Kraus, N. (2018). Difficulty hearing in noise: A sequela of concussion in children. *Brain Injury*, 32, 763-769.
- Turgeon, C., Champoux, F., Lepore, F., Leclerc, S., & Ellemberg, D. (2011). Auditory processing after sport-related concussions. *Ear and hearing*, 32(5), 667-670
- Vander Werff, K. R., & Rieger, B. (2019). Impaired auditory processing and neural representation of speech in noise among symptomatic post-concussion adults. *Brain injury*, 33(10), 1320-1331.
- Vander Werff, K. R., & Rieger, B. (2019). Auditory and cognitive behavioral performance deficits and symptom reporting in postconcussion syndrome following mild traumatic brain injury. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(7), 2501-2518.
- Zimmerman, W.D., Ganzel, T.M., Windmill, I.M., Nazar, G.B., Phillips, M. (1993). Peripheral hearing loss following head trauma in children. *Laryngoscope*, 103, 87-91.
- Zemek, R., Barrowman, N., Freedman, S., Gravel, J., Gagnon, I., McGahern, C., . . . Osmond, M. (2016). Clinical Risk Score for Persistent Postconcussion Symptoms Among Children With Acute Concussion in the ED. *JAMA*, 315(10), 1014-1025.