
Évaluation des processus auditifs centraux, chez des enfants nés prématulement âgés actuellement de 6 - 7 ans, via le Bilan Auditif Central [BAC] et le Wave Discriminator Test

Auteur : Wuidar, Sarah

Promoteur(s) : Demanez, Laurent

Faculté : par la Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education

Diplôme : Master en logopédie, à finalité spécialisée en communication et handicap

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/4696>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative" (BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master en Logopédie

**Evaluation des processus auditifs centraux, chez des enfants
nés prématurément âgés actuellement de 6 – 7 ans,
via le Bilan Auditif Central [BAC] et le Wave Discriminator Test**

Par Sarah WUIDAR

Sous la direction de M. Laurent DEMANEZ

Lecteurs :

Mme Brigitte LEJEUNE

Mme Marie-Pierre MASQUELIER

Année académique 2017 – 2018

Remerciements

J'ai à cœur de remercier tout d'abord mon promoteur, Monsieur Laurent Demanez, pour sa supervision de qualité, sa disponibilité tout au long de ce travail, sa rigueur ainsi que ses conseils plus judicieux les uns que les autres. Il m'a donné l'opportunité d'exploiter ce thème qui m'intéresse tout particulièrement, je lui en suis très reconnaissante.

Je voudrais également remercier Madame Dony-Closon pour m'avoir transmis toutes les informations nécessaires et essentielles pour une passation de qualité des différents tests utilisés lors de ce présent mémoire. Merci à Monsieur Renaud Vieillevoye de m'avoir fourni le listing reprenant les enfants nés prématurément au CHR de la Citadelle pouvant être inclus dans notre étude. Un grand merci à Madame Anne Dehan, Madame Pascale Eymael ainsi qu'à leurs assistants d'avoir établi le premier contact avec les parents des participants de notre étude.

Je tiens à remercier mes lectrices, Madame Brigitte Lejeune et Madame Marie-Pierre Masquelier, de s'intéresser à ce travail.

Je souhaite également remercier tous les enfants qui ont participé à cette étude, toujours avec une bonne volonté et beaucoup d'enthousiasme. Je remercie également les parents des enfants pour leur confiance accordée et leur intérêt porté. Sans ces nombreuses personnes, le projet n'aurait pu aboutir.

Je remercie également toutes les personnes qui m'ont épaulée dans la rédaction de ce mémoire. Merci à Cécile, Stéphane et Madame Soyez d'avoir pris le temps de relire mon travail. Merci à Frédéric pour son aide significativement précieuse. Merci à Camille pour son savoir-faire informatique.

Merci à l'Université de Liège, et tout particulièrement aux professeurs, pour leur enseignement de qualité nous permettant de devenir de futurs logopèdes. Merci également à

toutes les personnes rencontrées, certaines étant devenues de réelles amies, qui ont rendu ces cinq années très agréables.

Enfin, je souhaite remercier mes parents et mon frère de m'avoir soutenue tout au long de mes études, et tout particulièrement ma maman qui a été mon pilier durant ces cinq années. Merci d'avoir cru en moi, de m'avoir encouragée et d'avoir continuellement été présente pour effacer mes craintes.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
INTRODUCTION THEORIQUE	4
I. Système nerveux auditif central.....	4
1. Rappel anatomo-physiologique	4
2. Asymétrie et spécialisation hémisphériques	5
II. Les processus auditifs centraux (PAC)	7
1. Le décodage phonétique.....	8
2. La séparation/l'intégration binaurales et l'avantage de l'oreille droite	9
3. Les configurations temporelles.....	11
4. L'interaction binaurale : localisation, latéralisation, fusion	12
5. Discrimination en amplitude, en fréquence et en temps	14
III. Difficultés rencontrées en cas de TTA.....	15
IV. Prise en charge et détection du TTA.....	16
1. Prise en charge.....	16
2. De la détection à l'espoir (utopique ?) d'un dépistage systématique	19
V. Maturation du système auditif central.....	20
VI. Lien entre prématuroté et troubles de l'audition centrale	22
VII. Synthèse.....	24
OBJECTIFS ET HYPOTHESES.....	26
METHODOLOGIE	30
I. Participants	30
1. Critères de recrutement	30
2. Modalité de recrutement	30
II. Matériel.....	33
1. Mesure de l'audition périphérique	33
2. Bilan Auditif Central - BAC	34
2.1. Test de décodage phonétique – Lafon 60.....	35
2.2. Tests d'écoute dichotique – Séparation/intégration binaurales	36
2.3. Tests de discriminations de configurations temporelles	39
3. Wave Discriminator Test.....	41
III. Procédure générale.....	42
1. Conditions de passation	42

2. Ordre de passation des tâches.....	43
RESULTATS	44
I. Les épreuves dichotiques.....	44
1. L'aptitude dichotique.....	45
2. La prévalence d'oreille.....	48
II. Le décodage phonétique – Test d'intégration de Lafon	48
1. Condition « Sans Bruit ».....	49
2. Condition « Avec Bruit »	51
III. Les configurations temporelles	54
IV. Le seuil différentiel auditif.....	55
DISCUSSION	58
I. Analyse des résultats obtenus en fonction des hypothèses.....	59
1. Les épreuves dichotiques.....	59
1.1. L'aptitude dichotique.....	59
1.2. La prévalence d'oreille	60
2. Le décodage phonétique.....	61
3. Les configurations temporelles.....	63
4. Le seuil différentiel auditif	64
II. Biais et limites	66
1. Suivi logopédique.....	66
2. Caractéristiques de l'échantillon.....	67
2.1. Taille de l'échantillon	67
2.2. Genre des participants	67
2.3. Statut socio-économique	67
2.4. Sujets d'une étude précédente.....	68
3. Biais attentionnel	68
4. Conditions de passation	68
5. Wave Discriminator Test.....	69
III. Visée clinique	69
IV. Perspectives d'avenir.....	70
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	71
BIBLIOGRAPHIE	75
ANNEXES.....	87
Annexe 1 : Correspondance anatomo-fonctionnelle pour les différentes structures auditives	87
Annexe 2 : Questionnaire anamnestique	88
Annexe 3 : Lettre d'informations à destination des parents	90
Annexe 4 : Formulaire de consentement (parents)	91

Annexe 5 : Formulaire de consentement (enfants)	93
Annexe 6 : Lettre de résultats à destination des parents	94
Annexe 7 : Bilan Auditif Central [BAC] - Protocole	96
Annexe 8 : Grilles créées pour la passation du « Wave Discriminator Test »	105

Introduction générale

Entendre est une chose, comprendre en est une autre.

Les processus auditifs centraux (PAC) renvoient à l'efficacité avec laquelle le système nerveux central (SNC) utilise l'information auditive (American Speech-Language-Hearing Association [ASHA], 2005). Ceux-ci renvoient à différentes fonctions telles que la sensibilité différentielle (intensité, fréquence et temps) – faisant référence aux outils nécessaires de reconnaissance/discrimination d'un phonème – ; l'interaction binaurale permettant la localisation, la latéralisation et la fusion de la source sonore ; le décodage phonétique (closure) ; l'écoute dichotique (séparation et intégration binaurales) ; ainsi que la discrimination de configurations temporelles nécessaires à l'évaluation de la prosodie du discours (American Speech-Language-Hearing Association, [ASHA], 1996 ; Dawes & Bishop, 2009). Le décodage adéquat des messages verbaux nécessite donc une efficacité de ces différents processus.

Si un Trouble de l'Audition Centrale¹ (TAC) se présente, les sons seront bien entendus (on ne peut donc pas parler de surdité) mais *l'analyse* de ces sons ne se fera pas adéquatement. Des troubles centraux de l'audition se manifesteront, par conséquent, dans différentes situations. En effet, selon l'ASHA (1996), les situations sonores altérées² entraveront la compréhension du message. De plus, les situations d'écoute dans le bruit seront extrêmement défavorables en raison d'un effet d'interférence entre le signal sonore et le bruit. La localisation sonore sera également déficiente. Il est donc facile à imaginer qu'un enfant ayant des difficultés pour traiter le message auditif pourrait présenter des difficultés d'apprentissage ainsi que des troubles du développement langagier.

Néanmoins, le taux d'enfants d'âge scolaire présentant des troubles du traitement auditif est estimé à un taux non négligeable de 2 à 3% (Chermak & Musiek, 1997, cité par Gallo, Dias, Pereira, Azevedo, & Sousa, 2011 ; Yalçinkaya & Keith, 2008). Un déficit dans le traitement

¹ Egalement appelé Trouble du Traitement Auditif (TTA) ou encore Central Auditory Processing Disorders (CAPD)

² Par situation sonore altérée, nous entendons par exemple, des situations où le message serait mal articulé ou déployé à un trop haut débit de parole, ainsi que des situations où les sons sont altérés

central des informations auditives pourrait dès lors être la conséquence de facteurs maturatifs ou de mécanismes différents (Koravand, Jutras, & Lassonde, 2017). Luck conclut en effet à des latences anormales pour certaines réponses corticales chez ces enfants avec un trouble du traitement auditif central (cité par Koravand et al., 2017). Une naissance prématurée pourrait donc avoir un impact négatif sur le traitement auditif central si nous supposons un système nerveux central auditif immature chez ces enfants.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit comme prématurée une naissance ayant lieu avant 37 semaines après le premier jour des dernières règles (Lacroze, 2015), soit avant 37 semaines d'aménorrhée. Toujours selon l'OMS, 15 millions de bébés naissent chaque année prématurément, ce qui représente environ un bébé sur dix.

Dès lors, plusieurs études ont déjà démontré le risque de retard que couraient les enfants prématurés au niveau du développement moteur, cognitif et linguistique (Foster-Cohen, Edgin, Champion, & Woodward, 2007 ; Gallo et al., 2011). Parmi les séquelles possibles de la prématurité, nous retrouvons également l'altération auditive, pouvant être liée soit au système périphérique soit au traitement auditif (Gallo et al., 2011). Cependant, certainement dû à la complexité du système auditif, les données sur les déficiences auditives centrales sont très limitées (Guzzetta, Conti, & Mercuri, 2011).

En raison de l'émergence (lignes directrices canadiennes GDCI, 2012) mais du peu de données dans la littérature francophone concernant le retard de maturation des PAC chez les enfants prématurés, ainsi que du nombre croissant de naissances prématurées (Banque de Données Médico-Sociales de l'Office de la Naissance et de l'Enfance [BDMS ONE], 2015 ; OMS, 2017), l'étude de PAC sur une population pédiatrique née prématurément nous semblait pertinente. C'est pourquoi, l'objectif de ce mémoire est d'évaluer différents processus de l'audition centrale chez des sujets prématurés âgés actuellement de 6 à 7 ans, afin de déterminer l'impact à long terme de la prématurité sur la maturation de ces différents processus. Pour ce faire, nous emploierons le Bilan Auditif Central [BAC] ainsi que le « Wave Discriminator Test ».

La partie théorique de notre travail débutera par une brève description du système nerveux auditif central. Nous poursuivrons avec une description des différents PAC pour ensuite examiner les désagréments vécus par les individus souffrant de TTA. Nous aborderons alors les différentes pistes d'intervention destinées aux enfants ayant un TTA. Nous décrirons en partie les stades de maturation du système auditif central pour finalement démontrer que les enfants prématurés constituent une population à risque pour le développement fonctionnel de différents PAC. Nous passerons ainsi en revue les études traitant des effets de la prématurité sur ces différents processus.

Introduction théorique

I. Système nerveux auditif central³

1. Rappel anatomo-physiologique

La fonction auditive ne se limite pas à l'audition périphérique. Bien qu'indissociables, les processus auditifs périphériques et centraux doivent, dans une certaine mesure, être traités et analysés d'une manière disjointe mais non exclusive. Un intérêt pour les processus auditifs centraux se voit effectivement grandir dans la littérature au vu des troubles auditifs centraux⁴ que présentent certains individus.

La perception de la parole implique en effet « tout un ensemble de traitements d'un signal acoustique complexe et extrêmement variable, composé d'informations spectrales et temporelles, à différents niveaux du système auditif » (Richard, Jeanvoine, Veuillet, Moulin, & Thai-Van, 2010, p.269). Ces différents niveaux font référence, en partie, aux traitements réalisés au niveau central du système auditif. Nous basant sur les travaux de Richard et al. (2010) ainsi que sur une description fournie par Perrot (2010), nous allons expliciter les différentes étapes et relais du cheminement sonore à travers le système nerveux auditif central (figure 1 – annexe 1).

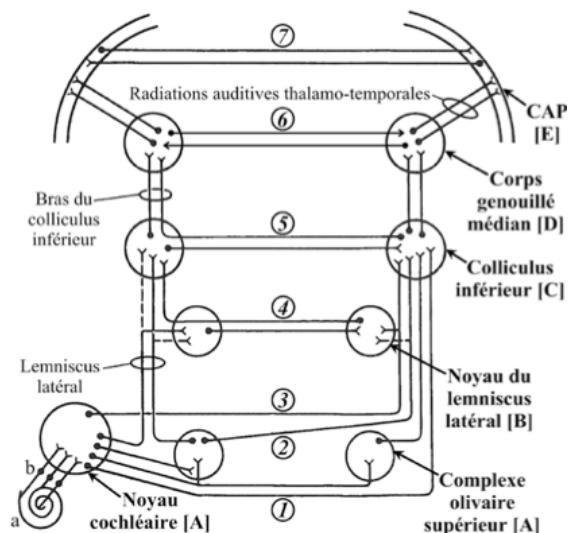


Figure 1. Organisations anatomiques des voies auditives ascendantes. (Perrot, 2010)

³ Central Auditory Nervous System (CANS)

⁴ Central Auditory Processing Disorders [CAPD] (ASHA, 1996)

L'information sonore est en effet transmise du nerf auditif jusqu'au cortex auditif primaire (lobe temporal), par l'intermédiaire de cinq relais principaux, de manière ascendante. Différents traitements sont ainsi effectués à chaque relais. Le premier relais central, s'effectuant au niveau du noyau cochléaire, consiste en un décodage des sons simples (intensité, fréquence, durée). Un second relais, responsable de la localisation spatiale auditive (interactions binaurales), a lieu dans le tronc cérébral au niveau du complexe olivaire supérieur (COS). Ensuite, l'information auditive est relayée au niveau des noyaux du lemniscus latéral, où s'effectue également une localisation spatiale auditive. Au niveau du colliculus inférieur (dans le mésencéphale) s'effectuent le traitement des sons complexes ainsi qu'une localisation spatiale auditive; il est également responsable de l'intégration multimodale. Enfin, le dernier relais avant le cortex auditif primaire s'effectue au niveau du thalamus auditif (corps génouillé médian). Des décussations (croisements) s'effectuent au niveau de ces relais de telle sorte que chaque oreille envoie les informations perçues aux deux lobes temporaux. Ainsi, bien que se projetant bilatéralement, les voies auditives ascendantes ont une prédominance controlatérale et « chaque relais au-delà du noyau cochléaire reçoit des informations de la part des deux oreilles » (Perrot, 2010, p.5).

2. Asymétrie et spécialisation hémisphériques

Au vu de la dominance⁵, chez la plupart des individus, de l'hémisphère gauche cérébral pour le langage (Manning, & Thomas-Antérion, 2011) (figure 2) – les deux hémisphères ne traitant pas à parts égales le langage – il nous paraît essentiel d'expliciter certaines structures pouvant avoir trait à cette asymétrie.

⁵ Il est cependant essentiel de préciser que la spécialisation des réseaux gauches pour l'acquisition et la maîtrise du langage (oral et écrit) se fait de manière croissante pour se prolonger jusque pendant la deuxième décennie. (Habib, 2009)

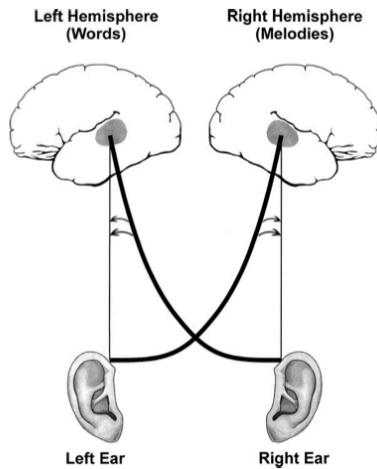


Figure 2. « Schematic representation of the two ears at the auditory cortex of each hemisphere » (Kimura, 2011)

Tout d'abord, la planum temporal (aire auditive secondaire et associative), qui prend en charge les processus linguistiques de haut niveau, situé derrière le gyrus de Heschl (aire auditive primaire) et faisant partie intégrante de l'aire de Wernicke (Habib, 2009), est plus large à gauche qu'à droite chez la plupart des individus (Geschwind & Levitsky, 1968), correspondant globalement à un cortex auditif gauche plus volumineux (Perrot, 2010). Toujours selon Perrot (2010), cette asymétrie anatomique peut être mise en lien avec la spécialisation fonctionnelle de l'hémisphère gauche « pour le traitement temporel des stimuli auditifs et pour la discrimination phonétique, à la base du traitement de la parole et de la perception du langage » (p.13). Cependant, ce planum temporal démontre une plus grande spécificité pour le traitement du langage chez l'adulte que chez l'enfant (Habib, 2009), démontrant l'immaturité de cette structure durant l'enfance.

Ensuite, le faisceau arqué, qui relie l'aire de Wernicke – tiers postérieur de la première circonvolution temporelle gauche – à l'aire de Broca – pied de la troisième circonvolution frontale gauche – (régions également impliquées dans le langage), boucle présente dans l'hémisphère gauche chez la plupart des sujets (Gannon, Holloway, Broadfield, & Braun, 1998), se voit grandir en taille et en densité jusqu'à la fin de l'adolescence (Habib, 2009). Cela démontre à nouveau la dominance (croissante avec l'âge) de l'hémisphère gauche pour l'analyse du langage au niveau central (Lazard, Collette, Sterkers, Perrot, 2010).

Précisons que le transfert interhémisphérique se fait notamment via le corps calleux, permettant ainsi le relais entre les cortex auditifs droit et gauche (Perrot, 2010). Les informations perçues à l'oreille gauche, après avoir été envoyées à l'hémisphère droit (prédominance controlatérale), seront transférées à l'hémisphère gauche, via le corps calleux, pour le traitement du langage.

II. Les processus auditifs centraux (PAC)

Après détection, tout stimulus acoustique va être soumis à des mécanismes cognitifs et neurophysiologiques afin d'être décodé.

Selon l'ASHA (1996), les processus auditifs centraux sont responsables de différentes fonctions – dont certaines sont évaluées par le « Bilan Auditif Central » - BAC (Demanez & Demanez, 2003) – telles que le décodage phonétique, la séparation et l'intégration binaurales, la reconnaissance de patterns temporels variables en durée et en fréquence, l'interaction binaurale (localisation, latéralisation, fusion) et le transfert interhémisphérique (Masquelier, 2011).

Les troubles auditifs centraux sont bien souvent en partie à mettre en relation avec des déficits de l'une ou l'autre de ces fonctions, ainsi qu'avec des difficultés dans la discrimination auditive (Demanez & Demanez, 2011), faisant référence à la discrimination en fréquence, en intensité et en durée (sensibilité différentielle). Nous avons donc décidé d'employer comme outil d'évaluation supplémentaire le « Wave Discriminator Test », permettant de tester les différents seuils différentiels auditifs.

Les fonctions neurocognitives telles que la mémoire, l'attention et l'apprentissage font également partie intégrante du traitement auditif, et sont donc également à prendre en considération.

1. Le décodage phonétique

Le décodage phonétique est indispensable pour la reconnaissance d'une parole fluide et continue (Hatou, Bonneau, Fohr, Laprie, Gong & Pierrel, 1990). Ce décodage et cette reconnaissance phonétiques se basent dans un premier temps sur la détection de la plus petite unité phonologique – le phonème – et dans un second temps, sur l'intégration phonétique permettant d'individualiser ces différents phonèmes (Lafon, 1960).

Les possibilités de reconnaissance de chaque individu, mais surtout leurs perturbations, constituent un point d'intérêt étant donné qu'elles pourraient être fonction, en partie, d'une localisation centrale ; des lésions corticales et du tronc cérébral peuvent gêner le traitement auditif de la parole dans le bruit (Hienz, Stiles, & May, 1998).

Pour diagnostiquer un trouble du traitement auditif chez les enfants, les tests les plus sensibles sont ceux utilisant davantage la voie dorsale de la perception de la parole (Deggouj & Demanez, 2010), c'est-à-dire la voie pré-lexicale permettant d'analyser les caractéristiques phonologiques du message (Scott & Wise, 2004). Le test phonologique de Lafon (test de la parole sans bruit et avec bruit), faisant varier la netteté du message, recrute ainsi davantage la voie dorsale et permettra dès lors de mettre en évidence une éventuelle difficulté d'identification du message.

Selon Lafon (1960), un trouble d'intégration ne pourra donc être considéré comme une surdité mais plutôt comme une difficulté de décodage, c'est-à-dire une difficulté de reconnaissance. Celle-ci pourrait se manifester lorsque l'intensité d'émission n'est pas suffisante ou lorsque le signal de parole n'est pas seul, c'est-à-dire lorsqu'un bruit de fond est également présent. Tout cela mènera à des difficultés de compréhension du message de la parole. Les résultats du Test Phonétique de Lafon 60 (cf. Méthodologie), testant les capacités de décodage phonétique sans bruit et avec bruit, démontrent d'ailleurs un effet plafond pour la modalité sans bruit alors qu'une distribution normale des scores (Gaussienne) est observée pour la modalité avec bruit et « assure donc un caractère beaucoup plus discriminant à cette modalité »

(Demanez et al., 2004, p.282). L'adjonction de bruit permet effectivement de tester les capacités de closure auditive⁶.

Les enfants améliorent leurs capacités de résolution temporelle au cours des premières années scolaires, atteignant un niveau de performance identique à celui de l'adulte vers 10-11 ans pour ce type de tâche, démontrant un processus de maturation atteint à cet âge-là pour cette aptitude (Stuart, 2005), prouvant une sensibilité au bruit plus élevée de la part des plus jeunes enfants. Une moins bonne détection des enveloppes temporelles des stimuli langagiers ou encore le manque de maturation des voies neurologiques permettant de supprimer un message compétitif non désiré (le bruit) comme le démontrent Cameron et Dillon (2008) dans leur étude, pourraient ainsi expliquer la moindre performance des enfants par rapport aux adultes.

2. La séparation/l'intégration binaurales et l'avantage de l'oreille droite

Les processus auditifs centraux étant également responsables du traitement adéquat des signaux acoustiques présentés en compétition binaurale (Waterlot & Collette, 2012), un intérêt doit être porté sur l'intégration dichotique.

La séparation et l'intégration binaurales, soit l'écoute dichotique⁷, permettent de mettre en évidence, dans une certaine mesure, la voie auditive centrale croisée et ainsi, l'effet d'asymétrie auditive en objectivant la Prévalence d'Oreille (PO).

Un « phénomène d'asymétrie de réponse entre l'oreille gauche et l'oreille droite en situation d'écoute dichotique de stimuli verbaux » (Marion, 2014, p.60) a initialement été mis

⁶ Capacité de l'auditeur à utiliser la redondance intrinsèque et extrinsèque du message pour compléter les manques et les distorsions du signal acoustique et pour reconnaître l'entièreté du message (Masquelier, 2011).

⁷ Situation où l'individu est amené à rappeler, selon la condition (séparation ou intégration binaurales), soit un des deux, soit les deux stimuli de parole différents présentés simultanément aux deux oreilles (Roup, 2011).

en évidence dans les années 1960 par Kimura (se basant sur les travaux précurseurs de Broadbent), ceci reflétant le phénomène de latéralisation hémisphérique concernant l'audition.

La majorité des individus démontrent en effet un léger avantage de l'oreille droite (« *right ear advantage*⁸ », *REA*) en ce qui concerne les situations de détection de stimuli acoustiques (Kimura, 2011), reflétant dès lors la prédominance hémisphérique gauche pour le traitement du langage (point I.b.). En effet, les items perçus dans l'oreille droite sont directement transmis à l'hémisphère gauche (hémisphère dominant pour le traitement du langage) – prédominance controlatérale – alors que les items perçus dans l'oreille gauche sont dans un premier temps transmis dans l'hémisphère droit pour ensuite être transmis (via le corps calleux) dans l'hémisphère gauche (Hugdahl, Bronnick, Kyllingsbaek, Law, Gade, & Paulson, 1999). Ce processus est donc sensible à des perturbations du transfert interhémisphérique, à des lésions du cortex auditif ainsi qu'à des lésions du tronc cérébral (Musiek, 1983). Au vu de la réduction de la surface totale du corps calleux chez la plupart des enfants prématurés (Gallo et al., 2011), une défaillance au niveau de l'aptitude dichotique ne serait pas étonnante.

L'aptitude dichotique (démontrant la séparation/l'intégration binaurales), semble d'ailleurs être d'une part, le processus de maturation le plus lent à s'établir (18-20 ans) et d'autre part, le plus vulnérable et le premier à être affecté par une situation anormale (Demanez et al., 2011), à savoir, la situation de prématurité dans notre cas. Plusieurs études (e.g. Foster, Hynd, Morgan, & Hugdahl, 2002 ; Thai-Van & Veuillet, 2013) démontrent par exemple une comorbidité entre des troubles d'apprentissage et une aptitude dichotique déficiente.

En sus de l'objectivation de l'aptitude dichotique, l'indice de Prévalence d'Oreille (PO) également calculé lors des tests d'écoute dichotique permettra ainsi de déterminer si, oui ou non, la prévalence de l'oreille droite (significative jusque 8 – 10 ans) chez ces enfants prématurés est encore plus largement significative, ce qui pourrait être expliqué par une

⁸ La nature verbale du stimulus est cependant indispensable pour le *REA* ; en effet, les stimuli non verbaux comme des mélodies, ne démontrent pas cet effet.

diminution des performances de l'oreille gauche (ASHA, 2005) et mettrait donc un doute sur la capacité de transfert interhémisphérique (Cowell & Hugdahl, 2000) via le corps calleux qui pourrait être, à son tour, un facteur possible expliquant certaines difficultés auditives et communicatives (Bellis & Wilber, 2001).

3. Les configurations temporelles

La reconnaissance de patterns temporels variables en durée et en fréquence fait référence à une aptitude intervenant dans la perception de la prosodie (relatif aux changements fréquentiels et temporels à l'intérieur des signaux de parole) de toute communication verbale ainsi que pour la musique (Demanez et al., 2004).

Cette aptitude est indispensable pour comprendre un message. En effet, un énoncé est surtout porteur de signification grâce aux intentions qui lui sont données ; ces intentions doivent donc être correctement décodées pour une compréhension optimale du message (Gerard & Rigaut, 1994) et ainsi identifier également clairement les intentions du locuteur.

Un déficit à cette aptitude de reconnaissance des contours prosodiques du discours, c'est-à-dire une mauvaise perception du rythme, de l'emphase ou encore de l'intonation peut impacter la bonne compréhension du langage oral ainsi que l'expressivité en lecture.

Il est établi, pour une raison encore inexplicable, que les enfants en dessous de l'âge de 10 – 12 ans repèrent davantage les variations en fréquence (Deggouj et al., 2010). Or la perception des messages ne dépend pas seulement de différences spectrales ; elle est effectivement également grandement tributaire des différences temporelles du message (Eggermont, 2001). Les enfants plus jeunes, moins performants dans l'utilisation des indices temporels, démontreront donc davantage de difficultés d'audition dans le bruit, comme déjà mentionné. A l'âge adulte d'ailleurs, la tendance s'inverse pour un meilleur repérage des variations de longueur (Musiek, 1994).

Ces patterns de reconnaissance sont sensibles à certaines lésions cérébrales et au transfert interhémisphérique (Musiek, Pinheiro, & Wilson, 1978). En effet, les deux hémisphères sont nécessaires d'une part pour décoder les patterns et d'autre part pour les verbaliser (Musiek, 1994). En effet, comme abordé ci-dessus, l'hémisphère gauche est dominant pour le langage alors que l'hémisphère droit reconnaît les contours acoustiques et les patterns (Kimura, 1964). Pour pouvoir verbaliser les patterns, le transfert interhémisphérique (via le corps calleux) est donc nécessaire. Des patients avec altérations du corps calleux sont d'ailleurs capables de muser les patterns correctement, l'hémisphère droit a donc décodé correctement le signal ; cependant ces mêmes patients sont incapables de verbaliser les patterns, traduisant l'impossibilité du transfert du signal vers l'hémisphère gauche, dominant pour le langage (Musiek, 1994).

Dans notre étude, il a été demandé aux participants de muser les réponses au Pitch Pattern Test et au Duration Pattern Test au vu de leur âge ; le corps calleux n'étant pas suffisamment myélinisé pour permettre le transfert adéquat entre les hémisphères.

4. L'interaction binaurale : localisation, latéralisation, fusion

L'interaction binaurale constitue une fonction basique au niveau du tronc cérébral et représente la façon dont les deux oreilles travaillent ensemble ; en effet, « la composante d'interaction binaurale est la différence arithmétique entre la somme des potentiels auditifs monoauraux évoqués de chaque oreille et les potentiels du tronc cérébral évoqués binauralement » (Delb, Strauss, Hohenberg, & Plinkert, 2003, p.401). Cette fonction permet la localisation et la latéralisation de la source sonore ainsi que la fusion binaurale.

Les tests d'interaction binaurale évaluent des lésions assez basses au niveau des neurones du tronc cérébral (complexe olivaire supérieur – cf. annexe 1) et sont plutôt réservés aux adultes avec problèmes neurologiques importants.

Cependant, Gopal et Pierel (1999) ont démontré dans une étude que la composante d'interaction binaurale est généralement réduite chez les enfants à risque de trouble de

traitement auditif comparé à des enfants contrôles. De plus, Abdollahi, Lotfi, Moosavi, & Bakhshi (2017) ont démontré que des tests objectifs de cette composante sont à même de distinguer les enfants à risque de trouble du traitement auditif des enfants normaux. Les enfants présentant un trouble de traitement auditif disposent donc de structures auditives centrales moins à même de traiter les stimuli auditifs présentés simultanément aux deux oreilles.

Normalement, la capacité de déphasage, c'est-à-dire la capacité à rendre audible un son malgré le bruit de fond, et donc l'utilisation du déphasage inter-auriculaire pour améliorer l'audition dans le bruit – à savoir une fonction efficace d'interaction binaurale – arrive à maturité à l'âge de 5-6 ans (Deggouj et al., 2010). Cette fonction peut être évaluée à l'aide du Masking Level Difference (MLD) Test.

Hirsh (1948) et Licklider (1948) sont les précurseurs des recherches sur le MLD. Musiek et Chermak (2015) fournissent une explication claire et concise du phénomène de MLD : « il reflète la capacité d'un individu à détecter le signal cible dans le bruit lorsque les relations de phases binaurales entre le signal et le bruit sont altérées » (p.317). Le MLD est le résultat d'un seuil amélioré pour le signal cible et libère donc l'effet de masque créé par le bruit. Par exemple, si on envoie des listes de mots avec un bruit masquant en concordance de phase dans les deux oreilles, on aura l'impression d'entendre les mots et les bruits au milieu de la tête (condition homophasique So No) et donc les mots seront masqués par le bruit. Par contre, si on envoie toujours le même bruit masquant en phase dans les deux oreilles mais que les listes de mots sont envoyées en opposition de phase de 180° entre les deux oreilles (condition antiphasique Sπ No), on comprendra mieux les mots car le bruit est toujours perçu au milieu de la tête mais les mots seront perçus en périphérie, dans les deux oreilles : c'est l'effet de démasquage. Nous pouvons ainsi calculer le gain amené par le déphasage en soustrayant les scores des deux conditions. Chez l'adulte normal, il est supérieur à 2,5 dB (Deggouj, et al. 2010).

5. Discrimination en amplitude, en fréquence et en temps

Cette fonction, à cheval entre le système auditif périphérique et le système auditif central, représente les différents outils de reconnaissance d'un phonème. En effet, les sensibilités différentielles (ou seuils différentiels auditifs⁹) sont primordiales et font partie intégrante de processus intervenant dans les fonctions auditives centrales ; elles constituent la première phase d'identification d'un message. En effet, cette fonction constitue en quelque sorte une prémissse au décodage phonétique car une bonne fonction de discrimination conditionne un décodage phonétique adéquat.

L'analyse de l'ordre temporel se réalise principalement au niveau du lobe temporal (Guzzetta, et al., 2011).

Différentes études démontrent que les facteurs principaux limitant la capacité à détecter des changements dans l'enveloppe temporelle des sons sont principalement localisés à un niveau central du système auditif : par exemple, les patients avec des lésions hémisphériques gauches détectent moins bien les modulations des sons (Lackner & Teuber, 1973) ; des atteintes du nerf auditif sont également responsables de moindres performances (Yalçinkaya, Muluk, Ataş, & Keith, 2009) ; de plus, les personnes âgées démontrent également de moins bonnes performances attestant donc d'une moindre intégrité du CANS (Nair, & Basheer, 2017).

La primordialité de cette capacité auditive temporelle est encore démontrée par des données de Tallal dans les années 1970, répliquées par la suite : « certaines formes du trouble du traitement temporel auditif rapide sont associées à des troubles du développement du langage chez certains enfants » (Phillips, 1999, p.350).

De plus, la relation causale entre un problème de traitement auditif et un déficit du langage est soutenue par des améliorations au niveau langagier après entraînement de tâches de traitement auditif posant problème (Tallal, Miller, Bedi, Byma, Wang, Nagarajan, . . .

⁹ Plus petite variation d'un des paramètres d'un son (intensité, fréquence ou temps) encore perceptible par un sujet, soit delta dB, delta Hz et delta t.

Merzenich, 1996) démontrant l'importance d'une détection du trouble le plus précocement possible.

III. Difficultés rencontrées en cas de TTA

La nature du déficit dans les processus auditifs centraux peut être incriminée comme étant un déficit dans le traitement neuronal des stimuli auditifs mais n'étant pas *dû* à des facteurs langagiers ou cognitifs de plus haut niveau (ASHA, 2005).

Cependant, des processus auditifs centraux déficitaires peuvent mener (ou être associés) à des difficultés dans des fonctions communicatives et langagières de plus haut niveau (Bellis & Ferre, 1999 ; Musiek, Baran, Bellis, Chermak, Hall, Keith, ... Nagle, 2010), c'est-à-dire coexister avec des dysfonctions dans d'autres modalités ainsi qu'avec des difficultés d'ordre sociale (ASHA, 2005 ; Bellis et al., 1999 ; Musiek et al., 2010). Ceci peut être expliqué par la non modularité cérébrale (Musiek et al., 2010).

Le trouble du traitement auditif est donc un diagnostic difficile à poser étant donné que le sujet présente non seulement des difficultés auditives, mais également des difficultés d'apprentissage dans lesquelles le langage oral et le langage écrit interviennent. « L'association clinique fréquente entre altération des processus auditifs centraux et retard de la parole et du langage, difficulté d'apprentissage, trouble de l'attention et/ou hyperactivité, problèmes psychologiques, émotionnels et sociaux » (p.2) nous amène à relever la distinction entre un trouble du traitement *spécifique* des informations acoustiques et des troubles *non spécifiques* pouvant dès lors affecter ces performances (Bureau Internation d'Audiophonologie [BIAP], 2007). De plus, au vu de l'absence de surdité chez ces individus avec trouble du traitement auditif, un problème d'audition (centrale) n'est généralement pas la première cause incriminée.

Une approche multidisciplinaire incluant d'autres professionnels est donc essentielle « afin de déterminer l'impact fonctionnel du diagnostic, d'orienter le traitement et pour la gestion du trouble et de ses déficits associés » (ASHA, 2005). En effet, les préoccupations les plus communes menant à évaluer les processus auditifs centraux sont tout d'abord d'ordre

académiques (alphabétisation, langage, parole, sous-performances scolaires) suivies de difficultés d'écoute, de traitement, ainsi que des problèmes émotionnels et comportementaux (Heine, Slone & Wilson, 2016 ; Musiek et al., 2010).

De plus, un lien avec les fonctions attentionnelles est indispensable. En effet, ce qui amène également bien souvent les parents à consulter pour leur enfant sont des difficultés d'ordre attentionnelles (Masquelier, 2011). A nouveau, et toujours selon Masquelier (2011), la nécessité d'une évaluation multidisciplinaire est démontrée ici afin de faire la différence entre trouble primaire de l'audition centrale et un trouble primaire de l'attention, car les comportements pourraient être semblables mais l'origine différente (Yalçinkaya et al., 2008).

Notons également que, dans le cas de cette étude, notre intérêt se pose sur une population pédiatrique, mais ne négligeons cependant pas que des perturbations du traitement auditif sont également rencontrées chez les adultes, incluant les personnes âgées (Musiek et al., 2010).

IV. Prise en charge et détection du TTA

Une identification et une prise en charge précoce de ces désordres auditifs centraux sont donc primordiales afin de tenter d'empêcher ou de diminuer les manifestations diverses des problèmes secondaires.

1. Prise en charge

Pour qu'une rééducation logopédique des troubles auditifs centraux soit efficace, il est indispensable qu'elle repose sur des bases théoriques solides, sur une expertise clinique de la part du clinicien ainsi que sur une évaluation globale et approfondie de la situation du patient (Evidence-Based-Practice – EBP).

Un intérêt grandissant se voit porté sur l'intervention au niveau des processus auditifs centraux grâce aux avancées neuroscientifiques démontrant une amélioration de ces processus

suite à des entraînements intensifs, ceci s'expliquant par la *plasticité* du système auditif (Musiek et al., 2010). Une approche multidisciplinaire ciblant les déficits auditifs spécifiques est nécessaire ; cela nécessite une adaptation de sa prise en charge « en fonction des caractéristiques individuelles (âge, cognition, langage, capacités intellectuelles, autres déficits éventuels) et des déficits fonctionnels du patient impliquant une combinaison d'approches « *Bottom-Up* »¹⁰ et « *Top-Down* »¹¹ » (Musiek et al., 2010, p.3). Pour illustrer l'interaction des processus auditifs centraux avec les fonctions cognitives de plus haut niveau telles que le langage (et ses représentations stockées en mémoire à long terme), la mémoire et l'attention (Masquelier, 2011), basons nous sur le modèle intégratif de Medwetsky (figure 3), démontrant clairement « le fonctionnement dynamique et interactif des processus impliqués dans la compréhension du langage oral » (p.37).

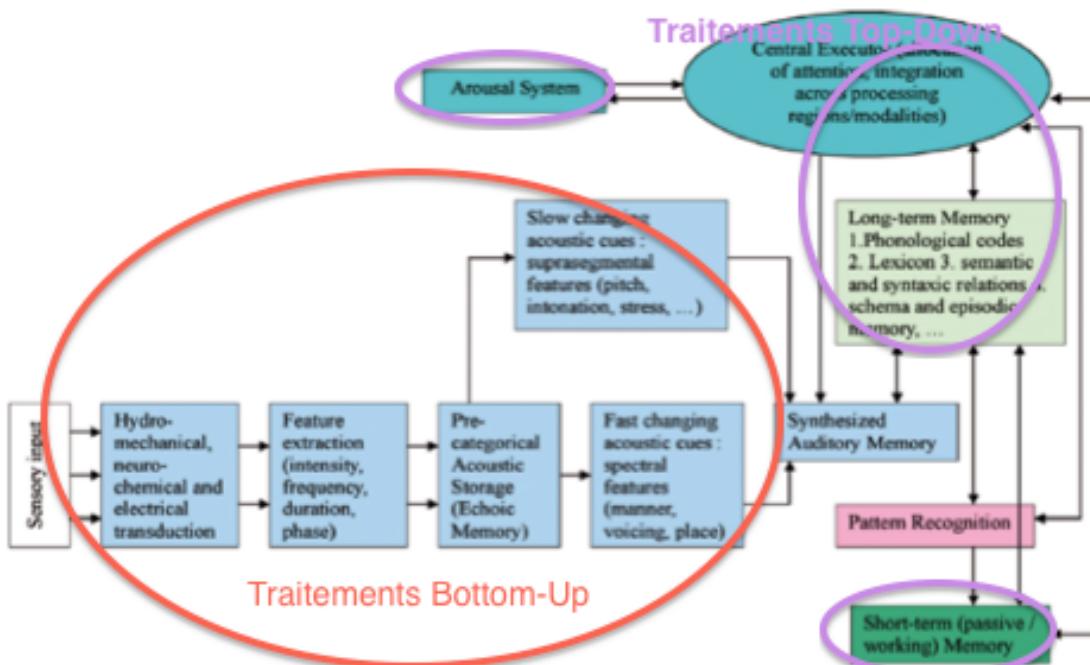


Figure 3. Traitements « Bottom-Up » et « Top-Down » impliqués dans la compréhension du langage oral (tiré de Masquelier, 2011).

¹⁰ Les traitements de type “bottom-up” sont des traitements de bas niveau responsables de la conduction du message acoustique le long des voies auditives centrales (Masquelier, 2011).

¹¹ Les traitements de type “top-down” sont des traitements de haut niveau faisant intervenir l’ensemble des données sensorielles disponibles ainsi que les règles linguistiques pour l’interprétation de l’information auditive (Masquelier, 2011).

Ce schéma permet effectivement de rendre compte du fonctionnement *intégratif* des différents processus, nous éloignant de la vision *unitaire* auparavant défendue. Nous pouvons ainsi nous rendre compte de l’interaction des processus auditifs centraux (bleu) (**Traitements Bottom-Up**) avec les processus cognitifs de hauts niveaux (**Traitements Top-Down**) à savoir, le langage et ses représentations stockées en mémoire à long terme (MLT) (vert clair), l’attention (vert eau) et la mémoire à court terme (MCT) (vert foncé). L’input auditif va ainsi subir différents traitements : après la transduction, les informations d’intensité, de fréquence et de durée sont extraites pour être stockées dans la mémoire échoïque (= mémoire pré-catégorielle). Les informations spectrales et suprasegmentales sont alors extraites pour être stockées dans la mémoire auditive de synthèse. Les informations de la mémoire auditive de synthèse vont alors être confrontées avec toutes les connaissances langagières stockées en MLT (informations phonologiques, lexicales, sémantiques et syntaxiques). De cette confrontation ressortent différents candidats à la reconnaissance. Un de ceux-ci (= le pattern de reconnaissance) va être activé, ce dernier sera alors stocké dans la MCT. Ce schéma représente efficacement le côté interactif et dynamique entre le traitement Bottom-Up (= assure la conduction du message auditif le long des voies auditives centrales) et le traitement Top-Down (= traitements cognitifs de haut niveau qui vont intervenir tels que l’attention, le langage, la MCT et la MLT).

Cette vision interactive nécessaire pour une prise en charge ciblée rejoint la vision multidisciplinaire de l’évaluation des processus auditifs centraux. En effet, l’évaluation du quotient intellectuel, du développement cognitif, du langage oral et écrit, de la mémoire à court terme, de l’attention et de l’état psychologique sont nécessaires au vu de l’interaction possible entre troubles spécifiques et non spécifiques des processus auditifs centraux (point III.) (BIAP, 2007).

Nous suggérons une combinaison d’approches « Bottom-up » et « Top-down » (voir ci-dessus) pour la rééducation des PAC car les preuves sont à ce jour encore limitées quant à l’efficacité d’une approche par rapport à une autre. De plus, l’impact sur les compétences langagières est non connu, contrairement aux avancées de Tallal et al. (1996), explicitées ci-dessus. C’est pourquoi une suggestion est faite aux cliniciens d’utiliser des interventions

auditives parallèlement à des interventions ciblant le langage oral et le langage écrit (Fey, Richard, Geffner, Kamhi, Medwetsky, Paul, . . . Schooling, 2011).

2. De la détection à l'espoir (utopique ?) d'un dépistage systématique

Un dépistage auditif néonatal universel existe déjà dans de nombreux pays et de plus en plus de maternités y participent (Lina-Granade, & Truy, 2017). Dès lors, avec l'âge, l'incidence et le type de problèmes liés à l'audition augmentent ; il serait donc nécessaire de poursuivre ce dépistage à tous les âges dans le but, dans une premier temps, de dépister d'éventuels problèmes d'audition centrale le plus précocement possible (Piotr, Andrzej, Krzysztof, Adam, Wiktor, Lukasz, Artur, Henryk, 2015) et, dans un second temps, d'instaurer une prise en charge dès que le problème est détecté. En effet, certains processus auditifs peuvent se montrer anormaux malgré une audiométrie tonale et une audiométrie vocale normales. Certains individus semblent effectivement « mal entendre » alors qu'ils ne démontrent aucune perte auditive.

Selon Cao-Nguyen, Guyot, Cao-Nguyen, Boucherie, & Pichon (2013) ; Chermak et al., cité par Gallo, et al. (2011) ; Musiek, Gollegly, Lamb & Lamb cité par Piotr et al. (2015) ; Yalçinkaya et al. (2008), le taux d'enfants d'âge scolaire présentant des troubles du traitement auditif est estimé à un taux non négligeable de 2 à 3%. Cependant, Gallo et al. (2011) ont démontré dans leur étude que plus de 90% des enfants prématurés avaient des mécanismes physiologiques auditifs altérés, menant à de moins bonnes performances concernant le traitement auditif par rapport à des enfants nés à terme. Les résultats de Davis, Doyle, Ford, Keir, Michael, Rickards, . . . Callanan, (2001) vont dans le même sens, avec toutefois, une amélioration des performances entre 8 et 14 ans. De plus, Fortes, Pereira, & Azevedo, (2007) ont démontré dans une autre étude que les enfants nés prématurément âgés de 5-6 ans démontraient des capacités de résolution temporelle inférieures à celles des enfants nés à terme ; or l'incapacité de résolution temporelle concerne « la difficulté de percevoir des stimuli qui évoluent rapidement et cela peut affecter le traitement phonologique des sons du langage, la discrimination de ces sons, et ainsi interférer avec la compréhension de la parole » (Fortes et al., 2007, p.94).

Selon Muziek, Gollegly, Kibbe, Verkest-lenz, ne pas détecter et par conséquent, ne pas traiter des déficits auditifs centraux pourraient avoir un impact très négatif sur la qualité de vie de l'enfant (cité par Piotr et al., 2015) ainsi que sur son développement, au vu de toutes les conséquences académiques et sociales, citées ci-dessus, que ce déficit peut présenter. Au vu des résultats de ces études, nous pensons qu'il serait judicieux d'effectuer une évaluation des processus auditifs centraux *systématiquement* chez *tous* les enfants prématurés âgés de 5 – 6 ans (au moment de l'entrée à l'école primaire). Cela permettrait effectivement de mettre en place une intervention précoce principalement langagièrue afin de minimiser les difficultés auditives ainsi que les difficultés langagières qui pourraient y être liées.

Le Bilan Auditif Central – BAC, instrument clinique, opérationnel et normalisé, administrable dès l'âge de 5 ans (jusqu'à 85 ans ou plus), entre, dans une certaine mesure, dans cette démarche d'évaluation et en outre, permet d'orienter la prise en charge logopédique.

Rappelons cependant que les informations fournies par le BAC sont à traiter selon une démarche pluridisciplinaire étant donné l'interaction permanente des processus auditifs centraux avec le langage écrit, le langage oral, les fonctions exécutives ainsi que les capacités mnésiques (Medwetsky, 2011) et doivent donc être inclus dans l'évaluation et la prise en charge différents professionnels, tels que des audiologues, des professionnels du langage ainsi que des psychologues (Heine & O'Halloran, 2015)

V. Maturation du système auditif central

Certaines capacités de base sont bien développées dès la naissance. Toutefois, une maturation prolongée du système auditif persiste bel et bien au-delà de l'enfance, allant jusqu'à la fin de l'adolescence (Litovsky, 2015). Les processus auditifs centraux vont donc évoluer avec le temps.

Une première preuve de cette maturation pourrait être démontrée par la haute sensibilité des nouveau-nés aux différents phonèmes dans toutes les langues. Avec le temps, la perception par le nourrisson des différents phonèmes devient plus restreinte et catégorielle

pour finalement ne percevoir que les différences phonémiques propres à sa langue (Deggouj et al., 2010). Chez des sujets présentant des troubles auditifs centraux, cette perception catégorielle des phonèmes pourrait dès lors être, dans une certaine mesure, perturbée.

Une seconde preuve de cette maturation du système auditif central liée à l'âge pourrait être amenée par l'effet de dominance de l'oreille droite par rapport à l'oreille gauche (cf. REA). En effet, cette dominance est fortement marquée chez les individus en bas âge, pour finalement se réduire à une différence de performance de l'oreille droite légèrement supérieure par rapport à l'oreille gauche chez le sujet adulte. Par contre, la dominance de l'oreille droite est nettement plus marquée chez les enfants présentant des déficits de l'audition centrale, ceci s'expliquant par une baisse de performance de l'oreille gauche (ASHA, 2005 ; Deggouj et al. 2010).

En ce qui concerne l'audition dans le bruit, l'enfant aurait besoin d'un rapport Signal/Bruit plus élevé que l'adulte, cela démontrant à nouveau l'effet de maturation des processus auditifs centraux ; en effet, les performances d'écoute et de discrimination dans le bruit ne deviennent équivalentes à celles de l'adulte qu'à partir de l'âge de 11 ans alors que, trois ans avant, ces mêmes enfants démontrent déjà un niveau de performance identique à celui de l'adulte en ce qui concerne la discrimination dans le silence (Deggouj et al. 2010 ; Stuart, 2005). Toujours selon Deggouj et al. (2010), ces performances déficitaires d'écoute dans le bruit pourraient s'expliquer par « une moins bonne détection des enveloppes temporelles de stimuli langagiers comparée à celle des adultes [...] et par le manque de maturation des circuits neurologiques permettant d'utiliser la distribution spatiale des sources sonores pour supprimer un message non désiré » (p.32).

La reconnaissance des configurations variables en fréquence et en durée arrive, comme explicité ci-dessus, à maturité vers l'âge de 10 ans.

Un déficit dans le traitement central des informations auditives pourrait être la conséquence de facteurs maturatifs ou de mécanismes différents (Koravand et al., 2017). Luck conclut en effet à des latences anormales pour certaines réponses corticales chez ces enfants

avec un trouble du traitement auditif central (cité par Koravand et al., 2017). Une naissance prématurée pourrait donc avoir un impact négatif sur le traitement auditif central si nous supposons un système nerveux central auditif immature chez ces enfants.

VI. Lien entre prématurité et troubles de l'audition centrale

Selon Hoy, Bill, & Sykes, la prévalence de troubles auditifs est plus élevée chez les enfants prématurés âgés actuellement de 7 ans par rapport aux enfants nés à terme (cité par Le Driant & Vandromme, 1999).

Pour rappel, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit comme prématurée une naissance qui a lieu avant 37 semaines après le premier jour des dernières règles (Lacroze, 2015), soit avant 37 semaines d'aménorrhée. Toujours selon l'OMS, 15 millions de bébés naissent chaque année prématurément, ce qui représente environ un bébé sur dix.

Les conséquences à long terme de la prématurité ne sont pas à négliger. En effet, un enfant prématuré peut présenter des déficiences neurodéveloppementales comme, par exemple, des déficits auditifs ou visuels (Leversen, Sommerfelt, Rønnestad, Kaarsen, Farstad, Skranes, . . . Markestad, 2011) ainsi que des handicaps sensorimoteurs (Langer, Sénat, & Sentilhes, 2016) ou avoir des séquelles comportementales (Marret, Chollat, De Quelen, Pinto Cardoso, Abily-Donval, Chadie, . . . Ancel, 2015). Cependant, selon Saigal & Doyle (2008), ces déficiences peuvent être classées comme décalages de développement plutôt que comme déficit ; il n'est donc pas évident de savoir à quel moment ce retard se comble.

Le taux de déficiences auditives chez les enfants avec faible poids de naissance est estimé entre 3 et 5% (Saigal et al., 2008) ; les conséquences sur le long terme ne sont cependant à nouveau pas bien connues.

Des déficits dans les processus centraux auditifs sont également répertoriés chez ces enfants prématurés (Gallo et al., 2011; Gozzo, Vohr, Lacadie, Hampson, Kate, Maller-Kesselman, . . . Ment, 2009; Mikkola, Kushnerenko, Partanen, Serenius-Sirve, Leipälä, Huotilainen, &

Fellman, 2007). Ces déficits comprennent des difficultés de discrimination ainsi qu'une mauvaise reconnaissance auditive (Therien, Worwa, Mattia, & DeRegnier, 2004 ; Gallo et al., 2011) prouvant une plus grande difficulté dans le traitement perceptif de l'information auditive chez les enfants prématurés. En effet, lorsqu'ils sont évalués à l'âge de 8 ans, ces enfants prématurés démontrent un plus grand taux de déficits dans les processus auditifs centraux comparés aux enfants du même âge nés à terme (Davis et al., 2001), menant à des difficultés pour l'acquisition des compétences linguistiques ainsi que l'apprentissage scolaire (Saigal et al., 2008).

Un grand manque dans la littérature est cependant observé en ce qui concerne le devenir à l'adolescence (et à l'âge adulte) de ces processus auditifs centraux chez ces prématurés. C'est pourquoi Davis et al. (2001) ont, dans une étude, tenté d'évaluer l'entièreté de la fonction auditive chez des adolescents prématurés âgés actuellement de 14 ans (certains de ceux-ci ayant déjà été évalués à l'âge de 8 ans), pour pouvoir ensuite les comparer avec une population de même âge mais dont les sujets sont nés à terme. Les résultats démontrent une amélioration des performances de l'âge de 8 ans à l'âge de 14 ans où ils atteignent dans la quasi-totalité les mêmes capacités que la population contrôle. La seule différence significative trouvée à l'âge de 14 ans en faveur de la population contrôle est pour une épreuve évaluant l'empan de mémoire (évaluant ce qui se passe lorsque les limites des processus auditifs d'entrée sont dépassées). Ces résultats vont donc en faveur d'une normalisation des processus auditifs centraux avec le temps chez les enfants prématurés.

Nous serions donc davantage sous la position d'un « retard » du développement des capacités auditives plutôt que d'un trouble du traitement auditif (Lignes directrices canadiennes GDCI, 2012) dans le cas d'une population d'enfants prématurés. Cependant, l'intervention auprès de ces enfants est tout de même primordiale afin qu'ils puissent développer au mieux les outils nécessaires (et contribuant significativement) au développement adéquat de leurs aptitudes langagières et scolaires. Une réévaluation des processus auditifs centraux devra être menée quelques temps après l'identification du retard/trouble afin d'objectiver ou non la présence de déficits au niveau de ces processus.

VII. Synthèse

Les personnes ayant des troubles du traitement auditif sont connues pour présenter des difficultés auditives indépendantes ou disproportionnées à un éventuel déficit auditif périphérique.

Ces difficultés peuvent être démontrées, particulièrement dans les populations pédiatriques, par une mauvaise compréhension et une distractibilité dans le bruit, par une interprétation erronée des propos, par un retard de langage/parole ou des troubles d'articulation, par un manque de stabilité dans les apprentissages de nouveaux concepts et des structures langagières plus complexes, par des difficultés pour suivre des instructions simples, par un désintérêt pour la lecture et bien d'autres (Demanez & Masquelier, 2017).

Bien que plusieurs années en retard par rapport à la littérature anglo-saxone, un intérêt grandissant se voit murir dans la littérature francophone au sujet des processus auditifs centraux et de leurs éventuels déficits. En effet, une compréhension plus approfondie de ces déficits et de leurs corrélats neuronaux est indispensable pour évaluer et remédier le plus adéquatement les éventuels déficits.

Notre intérêt s'est porté sur l'effectivité des processus auditifs centraux (ainsi que sur l'efficacité des outils de reconnaissance d'un phonème) d'une population pédiatrique caractérisée par la prématurité.

Plusieurs études (e.g. Gallo et al., 2011; Gozzo et al., 2009; Mikkola, et al., 2007 ; Therien et al., 2004) ont démontré que les enfants prématurés étaient à risque d'exprimer des déficits dans les processus auditifs centraux.

Néanmoins plusieurs écueils sont à relever. Tout d'abord, nous observons un manque de réplications de données objectives concernant les populations à risque – les enfants prématurés dans notre cas – relatif au fonctionnement de *chaque* processus auditif central pris isolément. De plus, à notre connaissance, aucune recherche n'a été effectuée quant au fonctionnement des premiers outils de reconnaissance d'un phonème, à savoir, la première phase

d'identification d'un message chez ces populations d'enfants nés prématurément. En outre, les tests et les données de la littérature ne permettent pas de distinguer un « retard » de maturation d'un trouble du traitement auditif. Nous manquons également de preuve quant à l'impact des prises en charge auditives sur les performances langagières.

Cependant, nous restons persuadés qu'une faiblesse (qu'elle soit de l'ordre du retard ou du trouble) doit faire l'objet d'une part, d'une évaluation approfondie et d'autre part, d'une rééducation ciblée mais multidisciplinaire, afin de réduire le retard ou le trouble.

C'est pourquoi, nous espérons que l'objectivation de résultats significativement inférieurs des enfants prématurés, d'une part aux outils de reconnaissance d'un phonème et d'autre part, à différents processus auditifs centraux, sensibilisera davantage la population aux risques, toutefois généralement réversibles, qu'encourt cette population caractérisée par la prématurité.

De ce fait, nous restons convaincus qu'un dépistage au moment de l'entrée en scolarité primaire chez tous les enfants prématurés serait une solution permettant de minimiser les éventuelles difficultés rencontrées (notamment via un entraînement ciblé précoce).

Notre étude tente donc, via le Wave Discriminator Test et le Bilan Auditif Central de repliquer les données objectivées via le BAC il y a une quinzaine d'années, également sur une population pédiatrique prématurée, voire de démontrer que les résultats sont davantage significativement inférieurs. En effet, au vu de la société visuelle dans laquelle nous sommes quotidiennement confrontés, les informations visuelles tendent à prendre le dessus sur les informations auditives, cela pouvant impacter nos capacités de focalisation auditive.

Objectifs et hypothèses

L'objet de notre projet est d'explorer l'utilité du Bilan Auditif Central – BAC (créé par Demanez J-P. et Demanez L. à Liège au début des années 2000) dans une population pédiatrique caractérisée par une prématureté et ainsi d'évaluer différents processus de l'audition centrale chez des sujets prématurés âgés actuellement de 6 – 7 ans, afin de déterminer l'impact à long terme de la prématureté sur la maturation de ces différents processus.

Les néonatalogues considèrent que l'ensemble des fonctions – partiellement – altérées par la prématureté sont récupérées dans le courant de la cinquième année de vie ; l'arrêt des contrôles médicaux et des prises en charge médicalisées spécialisées spécifiques à la prématureté a d'ailleurs lieu au cours de cette année-là (Rousseau & Girard, 2013). Or, les résultats d'une étude de 2002 (De Pradel De Lamaze, 2002), déjà sous la tutelle de Demanez L., avaient déjà démontré, sur un échantillon de trente et un enfants prématurés, des résultats significativement inférieurs pour certains processus auditifs centraux, comparativement à des enfants nés à terme. Le manque de réplication de ces données et le manque de données nous a donc poussés à investiguer davantage à ce sujet. De plus, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le nombre de naissances prématurées est en augmentation ; l'étude de processus auditifs centraux sur une population pédiatrique née prématulement nous semblait de ce fait pertinente.

Il nous semble donc nécessaire de démontrer, via le « Bilan Auditif Central », dans quelles mesures certains processus de l'audition centrale tels que, le décodage phonétique, l'écoute dichotique et la reconnaissance des configurations temporelles, sont diminués chez les sujets prématurés.

Nos hypothèses sont les suivantes :

1. Les tâches d'écoute dichotique seraient les plus affectées par la situation de prématureté. En effet, l'aptitude dichotique (démontrant la séparation/l'intégration binaurales) semble être d'une part, le processus de maturation le plus lent à s'établir (18 – 20 ans) et d'autre part, le plus vulnérable et le premier à être affecté par une

- situation anormale (Demanez et al., 2011), à savoir, la situation de prématurité dans notre cas.
2. L'indice de prévalence d'Oreille (PO) droite, calculé grâce aux tests d'écoute dichotique, devrait se montrer encore plus largement significatif. Ceci pourrait être expliqué par une diminution des performances de l'oreille gauche (ASHA, 2005) et mettrait donc un doute sur la capacité de transfert interhémisphérique (Cowell et al., 2000), dû à une réduction du volume du corps calleux qui pourrait être, à son tour, un facteur possible expliquant certaines difficultés auditives et communicatives (Bellis et al., 2001).
 3. En ce qui concerne la reconnaissance des configurations acoustiques variables, nous nous attendons à un effet plus marqué pour la variation en durée que pour la variation en fréquence, tel qu'observé chez les enfants nés à terme, car la capacité de détection correcte des configurations variables en fréquence mature plus rapidement que la capacité de détection correcte des configurations variables en durée (Deggouj et al., 2010). Cependant, nous faisons l'hypothèse que cette diminution des capacités de l'utilisation des indices temporels soit encore plus marquée chez nos sujets prématurés. Cela viendrait confirmer un retard de maturation chez les enfants nés prématurément.

Pour aller plus loin, nous trouvions intéressant d'évaluer si nos participants disposaient des outils nécessaires de reconnaissance/discrimination d'un phonème. Le seuil différentiel auditif (ou sensibilité différentielle) – plus petite variation d'un des paramètres d'un son (intensité, fréquence ou temps) perceptible par un sujet, soit delta dB, delta Hz et delta t – constitue effectivement la première phase d'identification d'un message. Cette évaluation constitue en quelque sorte une prémissse au décodage phonétique car une bonne fonction de discrimination, fonction à cheval entre l'audition périphérique et l'audition centrale, conditionne un décodage phonétique adéquat.

Nous allons donc tenter de démontrer, via le « Wave Discriminator Test » (Demanez J-P.), que le seuil différentiel auditif est inférieur chez le sujet prématuré. Ce test de discrimination constitue une analyse supplémentaire par rapport aux informations fournies par le Bilan Auditif Central. Cette évaluation supplémentaire nous permettra, dans une certaine mesure, de combler le manque de recherches et de résultats à propos des seuils différentiels auditifs mis en relation avec un éventuel déficit d'audition centrale. Les sensibilités différentielles sont pourtant primordiales et font partie intégrante de processus intervenant dans les fonctions auditives centrales. Les discriminations de sonie et de tonie, ainsi que la fonction de résolution temporelle, sont effectivement partiellement liées à des fonctions auditives centrales (Demanez et al., 2004). Les performances pour le seuil différentiel auditif fréquentiel arrivent normalement précocement à maturité, soit entre 6 et 12 mois (Litovsky, 2015). La discrimination d'intensité est cependant plus immature au début de la vie que la discrimination fréquentielle, et continue donc à se développer tout au long de l'enfance (Buss & Hall, 2009). Dès lors, à maturité, la capacité de différenciation fréquentielle (le seuil différentiel de fréquence) est de l'ordre de 3‰ entre 500 Hz et 8000 Hz ; le seuil de discrimination fréquentielle est de 3 Hz en dessous de 1000 Hz (p.ex. : nous pouvons faire la différence entre un son de 320 Hz et un son de 323 Hz), alors qu'au-dessus de 1000 Hz, les seuils restent constants en valeur relative qui est de 3‰ mais varient en valeur absolue (p.ex. : on ne fait pas de différence entre un son de 2000 Hz et un son de 2003 Hz, mais bien entre un son de 2000 Hz et un son de 2006 Hz). La capacité de différenciation en intensité (le seuil différentiel d'intensité) est quant à elle de l'ordre de 1dB (pour un son de 1000 Hz) (Sinnott & Aslin, 1985) à des niveaux de sonie supérieurs à 30 dB ; concernant le delta t, il est de l'ordre de 6 msec pour un son de 1000 Hz (Snell, Ison, & Frisina, 1994).

Pour l'ensemble de ces hypothèses, des résultats inférieurs des enfants prématurés par rapport aux enfants nés à terme démontreraient une maturation tardive des processus auditifs centraux, à condition que cette immaturité se résolve avec le temps.

Dans l'intention de vérifier ces différentes hypothèses, nous avons recruté quarante enfants nés prématurément, âgés actuellement de 6 – 7 ans. La même méthodologie est

utilisée pour chacun des enfants. Nous vérifions d'abord l'audition périphérique du participant grâce à un test audiométrique tonal, le « Difra Wave Discriminator » test lui est ensuite administré et enfin, trois sur quatre des épreuves du « Bilan Auditif Central » sont proposées à l'enfant.

Une précaution est cependant à prendre. Les résultats du BAC ne peuvent être interprétés à l'état isolé. En effet, rappelons que de nombreuses autres pathologies de l'enfant peuvent présenter les mêmes comportements que des troubles de l'audition centrale, comme par exemple des troubles de l'attention (Yalçinkaya et al., 2008). Il ne faut donc pas poser un diagnostic trop rapidement, et traiter la situation selon une approche multidisciplinaire. En effet, les informations fournies par le BAC sont à traiter selon une démarche pluridisciplinaire étant donné l'interaction permanente des processus auditifs centraux avec le langage écrit, le langage oral, les fonctions exécutives ainsi que les capacités mnésiques (Medwetsky, 2011) et devront donc être inclus dans l'évaluation et la prise en charge différents professionnels, tels que des audiologues, des professionnels du langage ainsi que des psychologues (Heine et al., 2015).

METHODOLOGIE

I. Participants

1. Critères de recrutement

Quarante enfants nés prématurément ont été recrutés au Centre Hospitalier Régional (CHR) de la Citadelle dans le but de démontrer nos hypothèses. Ces enfants ont été sélectionnés selon plusieurs critères de recrutement.

Les participants (20 filles et 20 garçons), âgés de 6 – 7 ans ($M_{âge} = 6,6$) devaient être nés prématurément, soit à 35 semaines de gestation maximum ($M_{âge gestationnel} = 29,4$; $M_{poids de naissance} = 1244,25$) et ne présenter aucun déficit cognitif (retard mental – Quotient Intellectuel ≤ 85). Au vu des différentes ressources cognitives mises en place pour réaliser un Bilan Auditif Central, il est facile à imaginer qu'une déficience mentale viendrait entraver les résultats. De plus, ces participants devaient présenter le français dans leur(s) langue(s) maternelle(s). Les 40 sujets inclus dans l'étude présentaient en outre, une audiométrie tonale normale, à savoir un seuil égal ou inférieur à 20 dB entre 250 Hz et 4000 Hz. En effet, un trouble du traitement auditif central implique une fonction périphérique normale, bien que ces deux fonctions – périphérique et centrale – soient à considérer comme étant indissociables ; en effet, plusieurs études ont démontré l'effet à long-terme d'une dysfonction périphérique temporaire (p.ex. l'otite moyenne) sur les processus auditifs centraux (Hickson & Newton, 2000).

2. Modalité de recrutement

Les enfants nés prématurément étant répertoriés dans une base de données au Centre Hospitalier Régional (CHR) de la Citadelle dans le cadre de leur suivi relatif à leur prématurité par le service de Néonatalogie, nous avons établi notre échantillon sur base du répertoire des enfants nés prématurément au cours de l'année 2011.

Parmi les cent vingt-cinq enfants admis au centre en 2011 en raison de leur prématurité, nous en avons sélectionné quarante en fonction de nos critères de recrutement. Afin de vérifier le respect de ces critères, nous avons, dans un premier temps, consulté le dossier médical de chaque patient (fourni par le service de Néonatalogie) et dans un second temps, fait passer un

questionnaire anamnestique (annexe 2) aux parents des participants lors de la séance de testing afin de nous assurer qu'aucune donnée supplémentaire pourrait constituer un critère d'exclusion.

Les médecins Oto-Rhino-Laryngologue (ORL) responsables du suivi audiologique de ces enfants ont tout d'abord eu un entretien téléphonique avec les parents de ceux-ci afin de leur présenter brièvement le projet et d'avoir leur accord préalable. Une lettre (annexe 3) leur a ensuite été envoyée dans le but de leur fournir une description plus détaillée de l'étude ainsi que les différentes modalités de passation. S'ils étaient d'accord de contribuer à notre étude, nous leur faisions remplir, ainsi qu'à leur enfant, un formulaire de consentement (annexes 4 et 5). Nous avons ainsi obtenu un échantillon de quarante enfants : 20 filles et 20 garçons.

Afin de respecter l'anonymat des participants, les noms repris dans le tableau ci-dessous sont fictifs.

Sujet	Sexe	Âge (nombre d'années)	Âge gesta. (semaines)	Poids à la naissance (grammes)	QI	Langue maternelle
Jean	M.	6	28	1270	86	français
Juliette	F.	6,3	30	1200	86	français – ghanéen
Sophie	F.	6,9	32	1480	113	français
Maxime	M.	6,3	31	1550	105	français
Louis	M.	6,3	27	920	86	français
Julie	F.	6,10	31	1720	86	français
Evelyne	F.	6,9	31	2070	109	français
Anne	F.	6,2	28	1080	121	français
Florian	M.	6,3	29	1140	104	français
Gilles	M.	6,3	29	1340	111	français
Thomas	M.	6,9	32	1495	103	français
Nicolas	M.	6,4	29	1260	93	français

Jérôme	M.	6,9	31	1800	86	français
Laure	F.	6,3	32	760	94	français – sénégalais
Justine	F.	6,3	32	1360	95	français – sénégalais
Boris	M.	6,4	31	1720	103	français
Luc	M.	6,8	31	1730	88	français – arabe
Alexandre	M.	6,8	31	1450	93	français - arabe
Renaud	M.	6,8	29	1270	101	français
Stéphane	M.	6,4	28	850	106	français
Laurine	F.	6,2	31	980	97	français
Elise	F.	6,2	24	745	88	français - russe
Catherine	F.	6,10	26	580	130	français
Vincent	M.	6,6	26	800	88	français
Maurane	F.	6,8	31	1650	111	français - africain
Alix	F.	6,10	30	1310	101	français
Bertrand	M.	6,5	28	1260	100	français - japonais
Emy	F.	6,2	28	980	104	français
Sylvie	F.	6,8	28	1020	86	français
Timothy	M.	6,8	32	1190	100	français
Tom	M.	6,8	32	1800	?	français
Lora	F.	6,7	29	1010	105	français
Mathilde	F.	6,8	32	1645	138	français
Margaux	F.	6,7	27	810	106	français

Sébastien	M.	6,4	26	965	90	français
Laurent	M.	7,1	30	1220	106	français
Audrey	F.	7,1	32	1350	86	français
Simon	M.	6,8	30	870	97	français
Julie	F.	6,9	26	1080	110	français – néerlandais
Stéphanie	F.	6,9	26	1040	100	Français - néerlandais

Tableau 1. Caractéristiques anamnestiques des participants

Remarque : après l'analyse des résultats, une lettre reprenant les résultats généraux du mémoire a été envoyée aux parents afin de les tenir informés des conclusions de l'étude (annexe 6).

II. Matériel

1. Mesure de l'audition périphérique

L'audition périphérique de chacun des participants devant se révéler normale – à savoir un seuil égal ou inférieur à 20 dB entre 250 Hz et 4000 Hz – pour effectuer le Bilan Auditif Central et le Wave Discriminator Test, nous avons effectué un test audiométrique tonal afin de contrôler l'intégrité du système auditif périphérique (Sterkers-Artières & Vincent, 2014). Tous les participants ont démontré une audition symétrique et percevaient les sons à 20 dB, seuil au-delà de la zone conversationnelle.

Ce test a été réalisé à l'aide d'un audiomètre portable (Audiomètre Portable Maico – MA 50) lorsque les tests étaient réalisés au domicile du patient, dans une pièce très calme. Des sons purs, variables en fréquence et en intensité, sont envoyés¹² au travers d'un casque dans une oreille puis dans l'autre. Il est alors demandé au participant de signaler lorsqu'il entend le son ; nous recherchons ainsi son seuil de perception.

¹² Nous avons utilisé la technique en « seuil descendant ».

Si le seuil de perception d'un de nos participants s'était révélé supérieur à 20 dB pour les fréquences entre 250 Hz et 4000 Hz, nous aurions dû l'exclure de notre étude. En effet, les passations du Bilan Auditif Central et du Wave Discriminator Test requièrent une capacité auditive périphérique adéquate, de telle sorte que d'éventuels résultats déficitaires à ces batteries d'évaluation ne soient pas dus uniquement à une capacité auditive périphérique diminuée.

2. Bilan Auditif Central – BAC

Le Bilan Auditif Central – BAC (annexe 7) a été créé au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Liège par Demanez J-P. et Demanez L. au début des années 2000. Celui-ci est disponible sur CD audio, ce qui permet une stimulation auditive toujours semblable (Demanez, Boniver, Dony-Closon, Lhonneux-Ledoux, & Demanez, 2003). Les stimulations auditives étaient effectivement toujours envoyées à une intensité de 70 dB SPL (Demanez, Dony-Closon, Lhonneux-Ledoux, & Demanez, 2003) au travers d'écouteurs (Sennheiser HD 202) portés par le sujet. Les épreuves ont été effectuées dans une pièce calme (intensité du fond sonore inférieure à 50 dB SPL) au domicile des participants.

Trois (Test de Lafon 60 – Test dichotique – Test de reconnaissance des configurations acoustiques variables en fréquence et en durée) sur quatre des épreuves du Bilan Auditif Central – BAC ont été réalisées¹³.

Les résultats obtenus au Bilan Auditif Central – BAC par les enfants nés prématurément ont été comparés aux normes des enfants nés à terme de même âge. Ces normes reprennent d'une part la valeur de l'effectif (n), et d'autre part la moyenne (X), l'écart-type (SD), la médiane et différents centiles en fonction des scores obtenus pour chaque épreuve. Ces normes nous ont été fournies par L. Demanez (CHU de Liège).

¹³ Le test de démasquage (Masking Level Difference – MLD), à savoir le test d'interaction binaurale, n'a pas été administré.

2.1. Test de décodage phonétique – Lafon 60

Le *test d'intégration auditive de Lafon* est un test d'audiométrie vocale permettant de tester la fonction perceptive auditive (Lafon, 1960) et constitue un test de décodage phonétique c'est-à-dire un processus permettant « la transformation du signal acoustique continu en une description linguistique discrète sous forme d'unités » (Hatou et al., 1990, p.294) telles que les phonèmes dans ce cas-ci.

Composition du test. Ce test, proposé en présentation binaurale, est constitué de deux listes d'intégration (I et II) composées chacune de trente mots monosyllabiques. Ces listes correspondent aux pistes 2 et 3 du CD audio. Une seule des deux listes (liste I) a cependant été proposée (en cas de résultats insatisfaisants, nous avons administré la seconde liste). Chaque mot est constitué de trois phonèmes (ex : « rase » → /r/-/a/-/z/), comprenant un phonème caractéristique¹⁴ en position initiale, médiane ou finale. Ces mots sont proposés successivement sans bruit (SB), puis avec bruit (AB) juste non masquant.

Consignes. « *Je vais mettre un casque sur tes oreilles. Tu vas entendre des mots, tu dois juste les répéter, comme un perroquet ; même si ce sont des mots que tu ne connais pas, tu dois les répéter comme tu les as entendus. Parfois, il y aura du bruit (comme du vent) en même temps que les mots, tu dois essayer de ne pas y faire attention et de répéter les mots comme tu les entends* ».

Items et cotation. Pour rappel, le phonème caractéristique est le seul à être pris en considération. Un point étant attribué par phonème caractéristique correctement décodé, nous obtiendrons un score sur un total de trente points (/30) pour la condition sans bruit ainsi qu'un score sur un total de trente points (/30) pour la condition avec bruit. Deux items d'essai pour la condition sans bruit et deux items d'essai pour la condition avec bruit sont proposés avant la réalisation du test.

¹⁴ Le phonème caractéristique est celui dont le choix de mots de remplacement est le plus large si un défaut de décodage phonétique se produit, et dépend donc de la disponibilité du mot (Lafon, 1960).

2.2. Tests d'écoute dichotique – Séparation/intégration binaurales

En situation d'écoute dichotique, le participant entend simultanément deux stimuli acoustiques (ex : deux substantifs bisyllabiques) différents (substantifs bisyllabiques, chiffres, adjektifs ou syllabes), à savoir un stimulus dans l'oreille droite (ex : sapin) et un stimulus dans l'oreille gauche (ex : château). Il est alors demandé au sujet soit de répéter les stimuli perçus à la fois dans l'oreille gauche et dans l'oreille droite (situation d' « **intégration binaurale** », *oreille non désignée* – OND), soit de ne répéter qu'un seul des deux stimuli en ignorant celui proposé à l'oreille opposée (situation de « **séparation binaurale** », *oreille désignée* – OD). L'intégration et la séparation binaurales, soit l'écoute dichotique, permettent de mettre en évidence la voie auditive centrale croisée (Roup, 2011), comme explicité ci-dessus. Le test dichotique est composé de plusieurs listes. Notons que différents programmes d'administration sont prévus en fonction de l'âge du participant ; dans notre étude, nous avons présenté pour l'ensemble de nos participants le **BAC 5 enfant**, prévu pour la tranche d'âge comprise entre 5 ans et 7 ans 12 mois.

2.2.1. *Un substantif (B) oreille non désignée*

Composition du test. Le test est composé de dix « associations » de substantifs bisyllabiques, à savoir un substantif pour l'oreille droite et un substantif pour l'oreille gauche. Les items du test sont précédés de deux exemples. Cette liste de substantifs correspond à la piste 6 du CD audio.

Consignes. « *Tu vas entendre, au travers du casque que tu auras sur les oreilles, un mot dans une oreille et un autre mot dans l'autre oreille. Mais attention, ils sont dits en même temps. Tu devras bien écouter et essayer de me répéter les mots que tu as entendus dans tes deux oreilles* ».

2.2.2. *Deux chiffres oreille désignée*

Composition du test. Le test est composé de deux listes de dix paires de chiffres. Ces deux listes sont dupliquées afin de pouvoir tester d'une part l'oreille gauche, et d'autre part

l'oreille droite. Les items du test sont précédés de deux exemples, un pour l'oreille gauche et un pour l'oreille droite. Cette liste de chiffres correspond à la piste 11 du CD audio.

Consignes. « *Tu vas entendre deux chiffres dans ton oreille gauche et deux chiffres dans ton oreille droite. Maintenant, je vais te demander de répéter une oreille à la fois. D'abord, tu vas seulement écouter les chiffres qu'on va te dire à gauche (s'assurer que l'enfant connaisse sa droite et sa gauche). Puis, on passera à l'oreille droite. Puis je te dirai à chaque fois l'oreille que tu devras écouter. Ce sont des chiffres jusqu'à 10* ».

2.2.3. *Une syllabe oreille non désignée*

Composition du test. Le test est composé de dix « associations » de syllabes consonne-voyelle, à savoir une syllabe pour l'oreille droite et une syllabe pour l'oreille gauche. Les items du test sont précédés de deux exemples. Cette liste de syllabes correspond à la piste 16 du CD audio.

Consignes. « *Tu sais ce que c'est une syllabe ? C'est un morceau de mot. Tu vas entendre par exemple dans une oreille /gi/ et dans l'autre oreille /ba/. Tu vas essayer de me les répéter toutes les deux* ».

2.2.4. *Deux chiffres oreille non désignée*

Composition du test. Le test est composé de vingt paires de chiffres associées deux à deux afin que deux chiffres soient présentés à l'oreille droite et deux chiffres à l'oreille gauche simultanément ; le participant perçoit ainsi quatre chiffres en même temps. Les items du test sont précédés de deux exemples. Cette liste de chiffres correspond à la piste 10 du CD audio.

Consignes. « *Maintenant, on va reprendre les chiffres. Tu entends deux chiffres à gauche et deux chiffres à droite. Tu vas devoir écouter les quatre et essayer de me les répéter. Il y aura donc quatre chiffres à dire* ».

2.2.5. Une syllabe oreille désignée

Composition du test. Le test est composé de dix « associations » de syllabes consonne-voyelle, à savoir une syllabe pour l'oreille droite et une syllabe pour l'oreille gauche. Ces « paires » d'items sont dupliquées afin de pouvoir tester d'une part l'oreille gauche, et d'autre part l'oreille droite. Les items du test sont précédés de deux exemples, un pour l'oreille gauche et un pour l'oreille droite. Cette liste de syllabes correspond à la piste 17 du CD audio.

Consignes. « *Maintenant, on va réécouter les syllabes et à nouveau je vais te dire l'oreille que tu devras écouter. Tu vas écouter et répéter ce qu'on dit à gauche d'abord. Puis on passera à droite* ».

Un total de cinq épreuves a donc été administré à l'enfant et a permis de mesurer deux indices : l'**Aptitude Dichotique**¹⁵ (AD) et la **Prévalence d'Oreille**¹⁶ (PO).

Items et cotation (pour l'ensemble des épreuves d'écoute dichotique). La cotation sera un peu différente en fonction de la modalité :

- En condition oreille non désignée (OND), un point n'est attribué que lorsque les items droit et gauche sont correctement rappelés. Lorsqu'un seul des deux items est rappelé, il est considéré comme « droit exclusif » si l'item rappelé est celui présenté à l'oreille droite et comme « gauche exclusif » si l'item rappelé est celui présenté à l'oreille gauche. En prenant en considération toutes les réponses « exclusives », nous avons obtenu la **Prévalence d'Oreille** (PO).

¹⁵ L'**Aptitude dichotique** (AD) correspond au nombre de réponses complètes sur 100 items (elle s'exprime donc directement en pourcent) et détermine l'aptitude d'un sujet à “identifier différents items présentés simultanément à chaque oreille” (Demanez, et al. 2003b).

¹⁶ La **Prévalence d'Oreille** (PO), basée sur les réponses droite et gauche “exclusives” permet de se rendre compte si, lors de l'écoute, une oreille est privilégiée par rapport à une autre (Thai-Van et al., 2013).

- En condition oreille désignée (OD), la liste est présentée deux fois ; lors de la première présentation, l'enfant ne doit répéter que les items perçus à gauche, et lors de la seconde présentation, uniquement les items perçus à droite. Une réponse sera considérée comme complète lorsque l'item droit et l'item gauche ont été correctement rappelés. A nouveau, la **Prévalence d'Oreille** (PO) peut être calculée (exprimée en %) :

$$PO (\%) = \frac{(D. excl. - G. excl.)}{(D. excl. + G. excl.)} \times 100^{17}$$

Par convention, une Prévalence d'Oreille significative signifie une prévalence de l'oreille droite (Demanez et al., 2003b).

Un t statistique sera alors calculé selon la formule de Mc Nemar ; la Prévalence d'Oreille sera considérée comme statistiquement significative si la valeur du t est supérieure à 1,96 ($\alpha = \text{ou } < 0,05$):

$$t = \frac{(D. excl. - G. excl.)}{\sqrt{(D. excl. + G. excl.)}}$$

Une Prévalence d'Oreille pour l'oreille droite devrait normalement être observée **au vu du REA explicité ci-dessus**.

- A l'issue de ces épreuves, l'**Aptitude dichotique** (AD) a été calculée en fonction de toutes les réponses complètes (exprimée en %).

2.3. Tests de discriminations de configurations temporelles

Le test de reconnaissance des configurations acoustiques variables en fréquence et en durée, présenté en écoute binaurale, se réalise sur des stimuli acoustiques non verbaux. Des séquences de tonalités variables en fréquence (Pitch Patterns – PP) et en durée (Duration Patterns – DP) sont proposées au participant. Pour chaque item, trois tonalités sont proposées dont l'une différant des deux autres soit en fréquence (p.ex. : bas-bas-haut), soit en durée (p.ex. : court-court-long) selon le pattern de modalité. Les variations en hauteur correspondent

¹⁷ Prévalence d'Oreille (%) = rapport entre la différence des réponses droites exclusives et gauches exclusives d'une part, et la somme de ces mêmes réponses d'autre part, le tout multiplié par cent.

aux fréquences suivantes : 800 Hz pour les items « bas » et 1122 Hz pour les items « haut ». En ce qui concerne les variations en durée, les temps sont les suivants : 250 ms pour les items « court » et 500 ms pour les items « long ».

Composition du test. Le test est composé de plusieurs configurations. Les cinq premières (items 1 à 5) sont présentées avec correction de la part de l'examineur et correspondent à la piste 20 pour les variations en fréquence et à la piste 24 pour les variations en durée. Les cinq configurations suivantes (items 6 à 10) sont présentées à titre d'entraînement supplémentaire pour autant que cela soit encore nécessaire au vu des réponses précédentes, et cette fois, sans correction. Ces configurations correspondent à la piste 21 pour les fréquences et à la piste 25 pour les durées. Les vingt items suivants (items 11 à 30) sont présentés comme test. Le test peut cependant être réduit à dix configurations si les dix configurations proposées sont réalisées avec succès ou si, au contraire, l'enfant ne semble pas du tout percevoir les différences entre les différents patterns. Le test correspond aux pistes 22 et 23 du CD audio pour le Pitch Patterns et aux pistes 26 et 27 pour le Duration Patterns.

Consignes. Pitch Patterns : « *Tu vas à chaque fois entendre trois petits bruits dans tes oreilles. Il y a des sons bas (« wououou ») et des sons hauts (« hiii »). Chaque fois, ils sont associés par trois. Tu dois bien écouter et à chaque fois imiter ces sons pour que je sache ce que tu as entendu. On va d'abord faire des exemples. Pour le premier, tu vas entendre deux sons bas (« wououou », « wououou ») et un son haut (« hiii »). Tu vas bien écouter et me dire si tu as repéré la différence ».* Duration Patterns : « *Maintenant, c'est presque la même chose. C'est encore trois petits bruits, mais au lieu d'avoir des sons hauts et bas, tu auras des sons parfois longs et parfois courts. Toi, tu dois imiter les sons que tu as entendus pour que je sache ce que tu as entendu. Le premier que tu vas entendre ce sera deux sons longs (« touuuuuuuuuuu », « touuuuuuuuuuu ») et un son court (« tou ») ».* »

Items et cotation. Notons qu'à cet âge-là (6-7 ans), la verbalisation des configurations perçues semble être encore trop complexe. En effet, la reconnaissance de ces patterns de configuration semble requérir particulièrement le cortex temporal droit, alors que la

verbalisation de ces mêmes patterns nécessite un transfert interhémisphérique via le corps calleux vers l'hémisphère dominant pour le langage (Demanez & Demanez, 2004 ; Waterlot et al., 2012) à savoir, l'hémisphère gauche (Broca 1861 ; Perlaki, Horvath, Orsi, Aradi, Auer, Varga, . . Janszky, 2013). La maturation du corps calleux, via la myélinisation de ses fibres, étant l'une des dernières zones corticales à arriver à maturité (Fagard, 2016), nous avons demandé à nos participants de fredonner la réponse, supprimant la nécessité du transfert interhémisphérique via le corps calleux. Chaque configuration fredonnée correctement se verra accordée d'un point. Le nombre de réponses correctes sera alors comptabilisé, nous obtiendrons ainsi des scores sur un total de 20 points (score /20) pour les deux conditions. Nous avons accepté les réponses en miroir (p.ex. « haut – bas – haut » pour « bas – haut – bas ») car cela signifie que le participant a perçu correctement la variabilité des configurations.

3. Wave Discriminator Test

Le « Wave Discriminator Test » (Demanez J.-P.) (annexe 8) permet d'évaluer les seuils différentiels d'intensité, de fréquence et de temps (Gap détection test). Nous pourrons ainsi nous rendre compte de la plus petite variation (d'intensité, de fréquence et de durée) perceptible par nos participants.

Composition du test. Ce test, présenté en audition binaurale, comprend des pistes de 24 items pour chacune des modalités. Le sujet porte un casque sur les oreilles (Sennheiser HD 202) et dès qu'il perçoit une variation d'intensité, de tonalité ou de durée (sensation de double bouffée), il est invité à le signaler (p.ex. : lever la main). Dans chaque liste, les items sont assemblés dans un ordre et entre des espaces de temps aléatoires compris entre trois et sept secondes. La durée de chaque piste est de deux minutes et dix secondes. Trois « top » successifs sont émis à la 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} seconde avant que le test ne démarre. Il est à noter que deux pistes par modalité sont possibles (difficulté normale – difficulté réduite). Nous avons uniquement utilisé la modalité « difficulté normale ».

Consignes. « *Tu vas entendre un son continu et parfois tu auras l'impression que le son change, comme s'il était « coupé ». Dès que tu auras cette impression, tu devras lever la main* ». Cette consigne est applicable pour les trois modalités.

Items et cotation. Chaque fois que le participant perçoit la variation, une réponse d'un point est validée (l'examineur appuie lui-même sur la barre d'espace de l'ordinateur afin que la comptabilisation des réponses se fasse adéquatement). Notons qu'une réponse est acceptée uniquement dans un délai de trois secondes ; au-delà de cet intervalle de temps, la réponse est considérée comme étant aléatoire. Un score sur 24 (score /24) pour chacune des modalités est alors comptabilisé et converti par la suite en delta dB, delta Hz ou delta t à l'aide du tableau « Discrimination corrections 24 ».

III. Procédure générale

Nous avions initialement prévu de rencontrer les participants à deux reprises (à raison de quarante-cinq minutes par session – soit un total d'une heure trente par enfant) afin qu'un effet de fatigue ne vienne pas entraver nos résultats. Cependant, après ré-estimation des temps de passation et après concertation entre les différents responsables du projet, il nous a semblé réalisable d'exécuter l'ensemble des tâches en une heure, et donc de réduire nos rencontres avec les participants à une seule visite par sujet. Au cours de cette heure de passation, une pause de dix minutes était prévue afin que les résultats ne soient pas entravés par un effet de fatigue ou par des erreurs d'inattention.

1. Conditions de passation

Les participants ont été vus à leur domicile pour effectuer les différentes tâches. Les différents tests étaient réalisés dans une pièce la plus calme possible et si possible, sans accompagnateur dans la même pièce. Le test audiométrique tonal a été réalisé grâce à un audiomètre portable (Audiomètre Portable Maico – MA 50). Pour l'ensemble des tâches,

l'enfant portait un casque (Sennheiser HD 202) sur les oreilles. Comme mentionné ci-dessus, après environ trente minutes de testing, une pause de dix minutes était accordée à l'enfant.

2. Ordre de passation des tâches

a) *Audiogramme tonal*

b) Wave Discriminator Test

Ce test démontre les capacités de première phase d'identification d'un message étant donné qu'il constitue une évaluation des outils de reconnaissance d'un phonème. Ces outils font effectivement référence à la perception de la prosodie et par conséquent, dans le cas du test, aux variations en fréquence, en intensité et en durée. La première fonction à évaluer sont effectivement les possibilités de discrimination (nous ne sommes pas encore, à ce stade, au niveau de la discrimination phonémique), fonction à cheval entre le système auditif périphérique et le système auditif central. Ce test a donc précédé le décodage phonétique.

L'ensemble du Wave Discriminator Test peut être réalisé en une dizaine de minutes.

c) Test de décodage phonétique – Lafon 60 (Liste I)

d) Tests d'écoute dichotique – Séparation/intégration

1. Un substantif (B) oreille non désignée
2. Deux chiffres oreille désignée
3. Une syllabe oreille non désignée
4. Deux chiffres oreille non désignée
5. Une syllabe oreille désignée

e) Tests de discriminations de configurations temporelles

1. Pitch Patterns
2. Duration Patterns

L'ensemble du BAC 5 peut être réalisé en une trentaine de minutes.

Résultats

L'ensemble des analyses statistiques réalisées ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS 9.3 (Statistical Analysis System Institute, Cary, NY).

Le seuil de significativité a été fixé à 0,05 pour toutes les analyses, correspondant à une erreur d'échantillonnage de 5%. Ceci équivaut à la probabilité que les *différences* observées soient le fruit du hasard. Toute valeur de « p » inférieure au seuil de 0,05 est considérée comme significative (*) et permet de rejeter l'hypothèse nulle, variant selon le test statistique utilisé. En d'autres termes, les *différences* observées pourront être considérées comme statistiquement significatives. Ajoutons que les valeurs inférieures à 0,01 (<.01) sont considérées comme très significatives (**) et les valeurs inférieures à 0,001 (<.001) comme extrêmement significatives (***)�.

Les résultats obtenus pour le Bilan Auditif Central ont été comparés aux normes des enfants de 6 ans nés à terme, fournies par le docteur Laurent Demanez (Service d'ORL, d'audiophonologie et de chirurgie cervico-faciale – C.H.U. du Sart-Tilman).

I. Les épreuves dichotiques

Afin d'expliquer la variable métrique APTITUDE DICHOTIQUE par les variables métriques AGE GESTATIONNEL et POIDS DE NAISSANCE, nous avons utilisé un modèle de régression linéaire. Par la suite, nous avons expliqué, à l'aide de plusieurs analyses de covariance cette même variable métrique, à savoir l'APITUDE DICHOTIQUE, par, dans une première analyse les variables nominale LOGOPEDIE et métrique QI et dans une seconde analyse, les variables nominales LOGOPEDIE et DEGRE DE PREMATURITE et les variables métriques POIDS DE NAISSANCE et QI. Nous avons également effectué des tests t de Student (et de Welch) afin d'éprouver, à tous coups, l'hypothèse d'égalité des moyennes de deux groupes indépendants (sujets de notre échantillon vs. sujets nés à terme ; sujets de notre échantillon vs. sujets d'une étude précédente (cf. infra explications détaillées)). Le correspondant non paramétrique du test t de Student pour échantillons appariés, à savoir, le test de Wilcoxon, a également été appliqué par mesure de précaution.

En ce qui concerne la PREVALENCE D'OREILLE, nous avons estimé un intervalle de confiance 95% afin de déterminer la place de la valeur de référence au sein de celui-ci.

1. L'aptitude dichotique

Selon le modèle de régression linéaire simple, les explicateurs AGE GESTATIONNEL et POIDS DE NAISSANCE n'ont pas d'effet significatif (respectivement $[F(1, 38) = .04, \text{ ns}]$; $[F(1,38) = .92, \text{ ns}]$ sur le critère APTITUDE DICHOTIQUE chez les enfants prématurés.

Par contre, l'analyse de covariance à deux critères, que sont LOGOPEDIE et QI, démontre que la variable nominale LOGOPEDIE à deux modalités (*classe 1* = suivi en logopédie ; *classe 2* = pas de suivi en logopédie) et la variable métrique QI ont un effet extrêmement significatif $[F(2,36) = 16,06, p<.001^{***}]$ sur le critère APTITUDE DICHOTIQUE. Plus particulièrement, à l'examen des probabilités de dépassement, on déduit, au niveau d'incertitude 5%, d'une part, l'effet très significatif de la variable nominale LOGOPEDIE $[F (1,36) = 10,63, p = .0024^{**}]$ (Figure 4) et d'autre part l'effet significatif de la variable métrique QI $[F (1,36) = 6,37, p = .0162^*]$ (Figure 5). Ces résultats démontrent non seulement que, parmi les enfants prématurés, la population suivie en logopédie (*classe 1* : Moyenne $+/- E.T = 18.30 +/ - 4,25$) affiche une aptitude dichotique inférieure à la population non suivie en logopédie (*classe 2* : Moyenne $+/- E.T = 38.82 +/ - 4,13$) mais aussi que l'aptitude dichotique augmente en moyenne de $0,659 +/ - 0,261$ lorsque le QI augmente de 1.

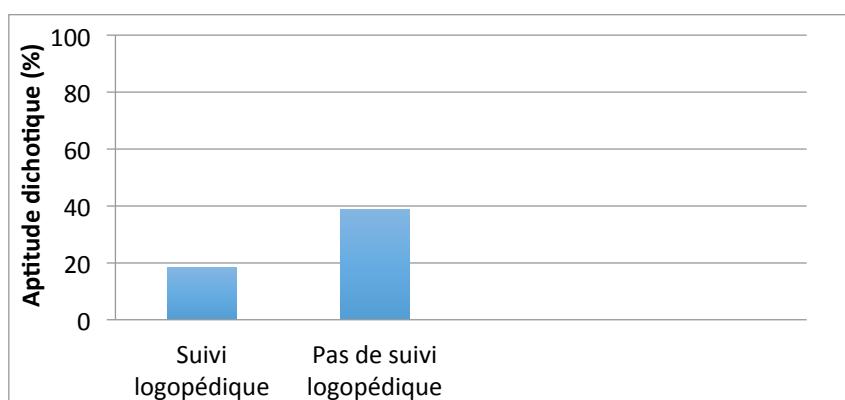


Figure 4. Pourcentage moyen de l'aptitude dichotique en fonction de la variable LOGOPEDIE

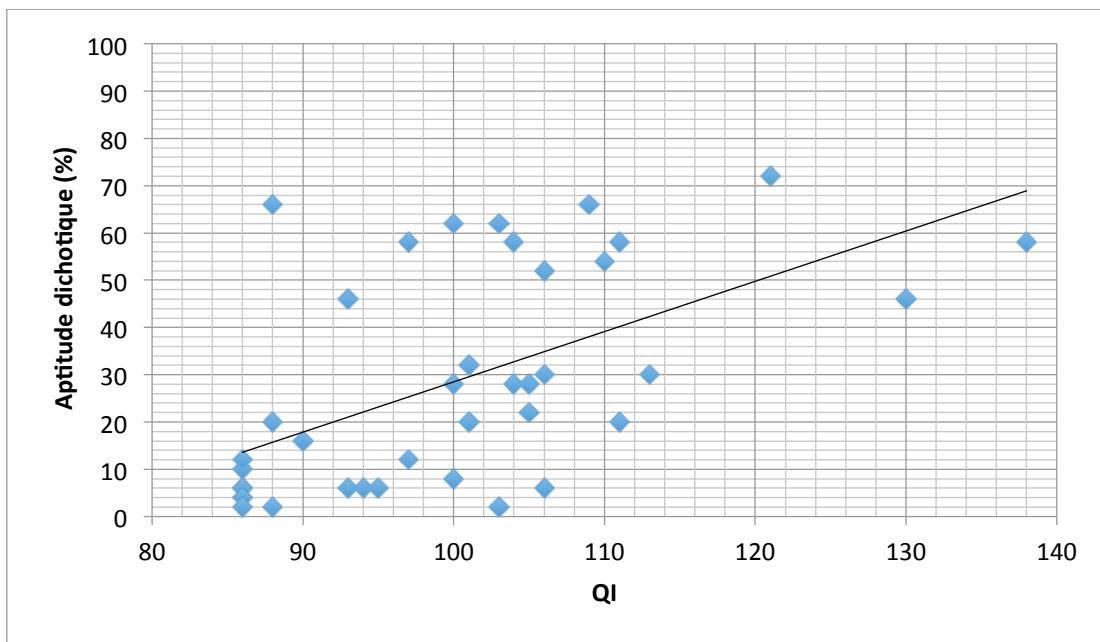


Figure 5. Evolution de l'aptitude dichotique en fonction du QI

Au vu de la répartition des QI dans notre échantillon (trois valeurs de QI > 120), nous avons effectué des analyses de corrélation dans le but de nous assurer que ces trois valeurs écartées ne soient pas les seules valeurs responsables de l'effet observé du QI sur l'aptitude dichotique. Lorsque nous prenons en compte l'ensemble des sujets de notre échantillon, nous obtenons une corrélation de Bravais-Pearson de $r = 0,56162$, $p <.001***$. La corrélation de Spearman nous mène au même degré de significativité. Lorsque nous effectuons ces mêmes analyses en ôtant les trois sujets dont les valeurs du QI > 120, les corrélations Bravais-Pearson et de Spearman restent extrêmement significatives ($r = 0,54053$, $p <.001***$). L'effet du QI sur l'aptitude dichotique peut donc être attesté même en l'absence de ces trois valeurs écartées.

Afin d'approfondir notre analyse et de déterminer l'impact du degré de prématûrité sur l'aptitude dichotique, nous avons effectué une analyse de covariance supplémentaire. Recodant le DEGRE DE PREMATURITE en trois catégories (ag_gest ≤ 27 : degré = 1 ; ag_gest > 27 et ag_gest ≤ 31 : degré = 2 ; ag_gest > 31 : degré = 3), nous avons effectué une analyse de covariance avec pour covariables le POIDS DE NAISSANCE et le QI et pour variables de classification le DEGRE DE PRAMATURITE et la LOGOPEDIE. Cette analyse confirme la différence très significative entre les enfants suivis en logopédie et les enfants non suivis en logopédie

($p<.001^{***}$), l'effet du QI ($p = .0101^*$) et l'absence d'effet du poids de naissance (ns). L'effet du degré de prématurité s'est révélé non significatif (ns).

L'application du test t de Welch met en évidence une différence extrêmement significative [$t (39) = - 6.54$, $p<.001^{***}$] entre les enfants de 6 ans nés à terme et les enfants de 6 ans nés prématurément. Les moyennes des deux groupes ont été comparées par un test de Welch pour tenir compte de l'hétéroscédasticité¹⁸. Le tableau ci-dessous (Tableau 2) nous démontre plus explicitement que, dans notre échantillon, la moyenne estimée des enfants de 6 ans nés prématurément est 1,84 fois plus faible que la moyenne des enfants de 6 ans nés à terme. Pour plus de sûreté, nous avons, en outre, effectué un test de Wilcoxon pour un échantillon et avons obtenu une valeur p similaire ($p<.001^{***}$) à celle obtenue avec le test paramétrique.

Tableau 2.
Statistiques descriptives pour le pourcentage d'aptitude dichotique dans chaque groupe

	Prématurés (n = 40)		A terme (n = 50)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Aptitude dichotique	29.30***	23.03	54.0	7.0

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

De plus, la disponibilité de certaines données d'un mémoire effectué au cours des années 2001-2002, déjà sous la tutelle de monsieur L. Demanez, nous a permis d'approfondir notre analyse. Les résultats de ce mémoire démontrent déjà une infériorité significative des enfants prématurés âgés également de 6 ans concernant l'aptitude dichotique. Disposant de la moyenne concernant l'aptitude dichotique de ces enfants, nous avons pu effectuer une analyse comparative supplémentaire. Bien que la moyenne de l'aptitude dichotique des enfants nés prématurément au cours de l'année 2011 se démontre inférieure à la moyenne calculée lors du mémoire précédent, la différence entre les deux moyennes s'est révélée non significative [$t(39) = - 1,32$, ns] (Tableau 3).

¹⁸ Différence significative de variance entre deux groupes.

Tableau 3.**Statistiques descriptives pour le pourcentage d'aptitude dichotique selon l'étude**

	Prématurés 2017-2018 (n = 40)	Prématurés 2001-2002 (n = 13)		
	Moy.	ET	Moy.	ET
Aptitude dichotique	29.30	23.03	34.1	17.0

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

2. La prévalence d'oreille

Nous avons estimé un Intervalle de Confiance 95% de la moyenne mesurée de notre échantillon. La valeur de référence des enfants de 6 ans nés à terme étant entre les limites de l'intervalle de confiance 95% [8,88 ; 36,61], nous n'avons pas suffisamment de preuves pour conclure à une différence significative entre les deux populations (Tableau 4). Ainsi, l'indice de prévalence d'oreille des enfants nés prématurément ne diffère pas significativement de celui des enfants nés à terme.

Tableau 4.**Statistiques descriptives pour le pourcentage de prévalence d'oreille dans chaque groupe**

	Prématurés (n = 40)		A terme (n = 50)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Prévalence d'oreille	22.75	6.86	19.4	25.1

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

II. Le décodage phonétique – Test d'intégration de Lafon

Pour le test de Lafon sans bruit (Lafon SB), nous avons tout d'abord effectué un test t de Student afin d'éprouver l'hypothèse d'égalité des moyennes entre les enfants de notre échantillon et les enfants nés à terme. Nous avons également utilisé le correspondant non paramétrique du test t de Student pour échantillons appariés, à savoir, le test de Wilcoxon. Une

analyse de variance (ANOVA simple à un facteur) a également été appliquée afin de déterminer l'effet de la variable nominale LOGOPEDIE sur la variable métrique LAFON SB. Nous avons également pu comparer les performances des enfants nés prématurément suivis ou non en logopédie aux performances des enfants nés à terme grâce à l'estimation d'un Intervalle de Confiance 95%.

Concernant le test de Lafon avec bruit (Lafon AB), des tests t de Student ont été employés afin d'une part, de comparer la moyenne obtenue par notre échantillon avec celle des enfants nés à terme, et d'autre part, de comparer la moyenne obtenue par notre échantillon avec celle obtenue par l'échantillon du mémoire de 2001-2002. De plus, pour déterminer l'effet de la variable nominale LOGOPEDIE sur la variable métrique LAFON AB, nous avons réalisé une analyse de variance (ANOVA simple à un facteur). Nous avons, à nouveau, pu comparer les performances des enfants nés prématurément suivis ou non en logopédie aux performances des enfants nés à terme grâce à l'estimation d'un Intervalle de Confiance 95%.

Enfin, nous avons réalisé une corrélation de Bravais-Pearson afin d'inférer l'éventuelle présence d'une association entre les deux conditions, à savoir, « Sans Bruit » et « Avec Bruit ».

1. Condition « Sans Bruit »

Le test t de Student permet de mettre en évidence une différence extrêmement significative [$t (39) = -3,69, p<.001***$] entre les deux populations, les enfants nés à terme obtenant de meilleurs résultats que les enfants nés prématurément, comme le reflète le tableau ci-dessous (Tableau 5). Les résultats au test non paramétrique de Wilcoxon pour un échantillon conduisent aux mêmes résultats ($p<.001***$).

Tableau 5.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon SANS BRUIT (Lafon SB) dans chaque groupe

	Prématurés (n = 40)		A terme (n = 100)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon SANS BRUIT	27.70***	1.71	28.7	1.7

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Nous avons effectué une analyse supplémentaire afin de déterminer si la variable nominale LOGOPEDIE avait un effet significatif sur la variable métrique LAFON SANS BRUIT. L'ANOVA simple à un facteur appliquée nous a permis de rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes au niveau d'incertitude 0,05 [$F(1,39) = 6,97, p = .0120^*$] et donc de conclure qu'il y a une différence statistiquement significative entre les moyennes de la variable LAFON SANS BRUIT selon la présence ou l'absence d'un suivi LOGOPEDIQUE (Tableau 6).

Tableau 6.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon SANS BRUIT selon la présence ou l'absence d'un suivi logopédique

	Logopédie (n = 19)		Logopédie (n = 21)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon SANS BRUIT	27.00*	0.37	28.33	0.35

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Grâce à l'estimation de l'Intervalle de Confiance, nous avons également pu comparer la moyenne des enfants nés à terme aux moyennes de ces deux groupes. Ces analyses statistiques montrent que la moyenne des enfants nés à terme est significativement supérieure à la moyenne des enfants nés prématurément suivis en logopédie (IC 95% [26,259 ; 27,741]) (Tableau 7). En revanche, ces analyses ne montrent pas de différence de performance

statistiquement significative entre les enfants nés prématurément non suivis en logopédie et les enfants nés à terme (IC 95% [27,629 ; 29,038]) (Tableau 8).

Tableau 7.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon SANS BRUIT selon le groupe chez les enfants suivis en logopédie

	Préma. logopédie (n = 19)	A terme (n = 100)		
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon SANS BRUIT	27.00*	0.37	28.7	1.7

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Tableau 8.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon SANS BRUIT selon le groupe chez les enfants non suivis en logopédie

	Préma. logopédie (n = 21)	A terme (n = 100)		
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon SANS BRUIT	28.33	0.35	28.7	1.7

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

2. Condition « Avec Bruit »

Grâce au test t de Student nous retrouvons, dans un premier temps, une différence significative entre les enfants nés prématurément et les enfants nés à terme. Comme le démontre le tableau ci-dessous (Tableau 9), la moyenne des enfants nés prématurément est supérieure à la moyenne des enfants nés à terme, et ce de manière extrêmement significative [t (39) = 4,44, p<.001***].

Tableau 9.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon AVEC BRUIT (Lafon AB) dans chaque groupe

	Prématurés (n = 40)		A terme (n = 100)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon AVEC BRUIT	25.40***	1.85	24.1	3.6

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Ces résultats, quelque peu surprenants, allaient déjà dans ce sens lors du mémoire réalisé en 2001-2002. Afin d'approfondir nos recherches, nous avons donc, dans un second temps, comparé nos résultats avec ceux obtenus auparavant afin de tester l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Nos analyses ont permis d'établir une différence statistiquement significative entre ces deux moyennes [$t (39) = -4,41$, $p<.001***$], la moyenne des enfants de l'étude de 2001-2002 étant plus élevée (Tableau 10).

Tableau 10.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon AVEC BRUIT dans chacune des études

	Prématurés 2017-2018 (n = 40)		Prématurés 2001-2002 (n = 13)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon AVEC BRUIT	25.40***	1.85	26.7	n.d.

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

L'ANOVA simple à un facteur, réalisée dans le but de déterminer l'effet de la LOGOPEDIE sur les performances au test du LAFON AB parmi les enfants prématurés de notre échantillon, ne nous a pas permis de conclure à un effet significatif de la variable LOGOPEDIE sur le nombre de réponses correctes à l'épreuve du LAFON AB [$F(1, 38) = 3,50$, ns], bien que la différence entre ces deux moyennes soit proche de la significativité ($p = 0,0691$). Ces analyses statistiques ne

nous permettent donc pas de conclure à une différence de performance entre les enfants prématurés suivis en logopédie et les enfants prématurés non suivis en logopédie (Tableau 11).

Tableau 11.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon AVEC BRUIT selon la présence ou l'absence d'un suivi logopédique

	Logopédie (n = 19)		Logopédie (n = 21)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon AVEC BRUIT	24.84	0.41	25.90	0.39

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Grâce à l'estimation de l'Intervalle de Confiance, nous avons également pu comparer la moyenne des enfants nés à terme aux moyennes de ces deux groupes. Ces analyses statistiques démontrent que la moyenne des enfants nés à terme est significativement inférieure à la moyenne des enfants nés prématurément non suivis en logopédie (IC 95% [25,11 ; 26,70]) (Tableau 12). Par contre, nous ne retrouvons pas de différence de performances entre les enfants nés prématurément suivis en logopédie et les enfants nés à terme (IC 95% [24,009 ; 25,675]) (Tableau 13).

Tableau 12.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon AVEC BRUIT selon le groupe chez les enfants non suivis en logopédie

	Préma. logopédie (n = 21)		A terme (n = 100)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon AVEC BRUIT	25.90*	0.39	24.1	3.6

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Tableau 13.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes à l'épreuve du Lafon AVEC BRUIT selon le groupe chez les enfants suivis en logopédie

	Préma. logopédie (n = 19)		A terme (n = 100)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Lafon AVEC BRUIT	24.84	0.41	24.1	3.6

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Nous avons également mesuré l'association entre la condition « sans bruit » et « avec bruit » grâce à une corrélation de Bravais-Pearson puisque les deux variables sont métriques et avons obtenu $r = 0,40283$, $p = .01^*$. L'association entre ces deux conditions se révèle donc significative et positive.

III. Les configurations temporelles

Les configurations acoustiques variables en durée se sont révélées être plus difficiles que celles en fréquence pour les enfants de notre échantillon. En effet, la comparaison de moyennes (Moyenne PP +/- E.T = 15.44 +/- 0,67 ; Moyenne DP +/- E.T = 11.44 +/- 0,67) nous a permis de rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes ($p<.001^{***}$).

Nous avons également comparé les performances des enfants prématurés par rapport à celles des enfants nés à terme pour chacune des variables. Les enfants prématurés obtiennent des résultats significativement inférieurs aux enfants nés à terme pour la variable PP ($p = .0221^*$) alors qu'ils ne diffèrent pas significativement pour la variable DP (ns) (Tableau 14). Les enfants en dessous de l'âge de 10 – 12 ans éprouvant plus de difficultés pour le repérage des variations en longueur par rapport aux adultes (Musiek, 1994), il n'est pas étonnant que l'épreuve du Duration Pattern se soit révélée moins discriminante que l'épreuve du Pitch Pattern, au vu de l'effet plancher observé pour cette première condition.

Tableau 14.

Statistiques descriptives pour le nombre de réponses correctes aux épreuves de configurations temporelles dans chaque groupe

	Prématurés (n = 40)		A terme (n = 42)	
	Moy.	ET	Moy.	ET
Pitch Pattern (PP)	15.44*	0.67	17.0	4.4
Duration Pattern (DP)	11.44	0.67	10.8	5.7

Note. Moy. = moyenne ; ET = écart-type ; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Pour approfondir nos recherches, nous étions désireux de comparer la différence de performance entre l'épreuve « Pitch Pattern » (PP) et l'épreuve « Duration Pattern » (DP) au sein des deux groupes, à savoir chez les enfants prématurés et les enfants nés à terme. Nous avons donc réalisé un test t afin de comparer l'écart entre les valeurs de PP et de DP obtenues par les enfants de 6 ans prématurés de notre échantillon (écart entre les deux épreuves = 4) et l'écart entre les valeurs moyennes obtenues par les enfants de 6 ans nés à terme (écart entre les deux épreuves = 6,2). La différence entre ces différences (= 2,2) s'est révélée significative [$F (1,77) = 5,40, p = .0228^*$]. L'écart entre les deux épreuves est donc statistiquement plus important chez les enfants nés à terme, la différence étant plus marquée chez les enfants nés à terme que chez les enfants nés prématurément.

IV. Le seuil différentiel auditif

Pour les trois variables dépendantes, à savoir delta dB (Δ dB), delta Hz (Δ Hz) et delta t (Δ t - Gap), nous avons estimé un intervalle de confiance 95%, afin d'attester ou de réfuter l'existence d'une différence significative entre la moyenne des valeurs observées dans notre échantillon pour chacune des variables et le standard de chacun de ces indices. Rappelons que les standards dans la population pour le delta dB, delta Hz et delta t (Gap) sont respectivement 1 dB, 3 Hz et 6 msec, des valeurs moyennes supérieures seront donc considérées comme pathologiques.

Notons également que, au vu de la complexité du test et du jeune âge de nos participants, certaines données ont dû être exclues de notre étude, soit parce qu'elles étaient manquantes (ex : impossibilité de réalisation de l'épreuve par manque de compréhension de la consigne) soit parce qu'elles étaient peu fiables (ex : lève la main de manière hasardeuse). Notre échantillon s'est donc vu réduit à $n = 38$ pour les conditions delta dB et delta Hz. Pour la condition delta t, notre échantillon était, dans un premier temps, réduit à $n = 37$ et dans un second temps à $n = 30$ après extraction des données « hasardeuses ».

Après analyses statistiques, les valeurs des enfants prématurés se sont révélées significativement supérieures aux valeurs de la population pour les trois variables (Moyenne Δ dB $+$ - E.T = $1,42$ $+$ - $0,09$, IC 95% [1,24 ; 1,60] ; Moyenne Δ Hz $+$ - E.T = $5,36$ $+$ - $0,4$, IC 95% [4,54 ; 6,17] ; Moyenne Δ t $+$ - E.T = $8,74$ $+$ - $0,62$, IC 95% [7,48 ; 9,99]) (Tableau 15), et sont donc considérées comme pathologiques.

Comme mentionné ci-dessus, lors de la passation du gap test, certaines réponses nous semblaient être « hasardeuses ». Nous avons donc effectué, à nouveau le test statistique, mais cette fois, en ôtant ces réponses, réduisant notre effectif à 30 sujets. Nos résultats nous amènent également à rejeter l'hypothèse d'égalité de cette moyenne avec le standard de 6 (msec) (Moyenne Δ t = $9,17$ $+$ - $0,59$, IC 95% [7,96 ; 10,40]) (Tableau 15).

Tableau 15.
Statistiques descriptives pour les évaluations des seuils différentiels auditifs

	Prématurés		Population générale
	Moy.	ET	Référence
Delta dB (ΔdB)	1.42*	0.09	1 dB
Delta Hz (ΔHz)	5.36*	0.40	3 Hz
Delta t (Δt)	8.74*	0.62	6 msec
	9.17*	0.59	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

Dans le but d'analyser d'éventuelles associations entre ces trois variables, nous avons réalisé des analyses de corrélations entre ces mesures. Des corrélations de Bravais-Pearson ont ainsi été appliquées. Nous observons une corrélation positive et significative entre delta dB et delta Hz [$r = .55476, p = .0012^*$] (Tableau 16). Les corrélations de rang de Spearman sont quant à elles non significatives.

Tableau 16.
Corrélations brutes entre les différentes variables

	Delta dB (Δ dB)	Delta Hz (Δ Hz)	Delta t (Δ t)
Delta dB (ΔdB)	--	.55*	.14
Delta Hz (ΔHz)		--	.00
Delta t (Δt)			--

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Au vu de ces résultats, nous avons analysé davantage chacune des valeurs de Δ dB obtenues par nos participants. Certaines de celles-ci étaient anormalement élevées. C'est pourquoi, nous avons exclu, pour cette analyse de corrélation, les participants pour lesquels « delta dB > 2 ». Les corrélations de Pearson deviennent non significatives (*ns*) entre toutes les variables. Celles de Spearman restent quant à elles, non significatives. Cela tend à prouver que les valeurs anormalement élevées tire la corrélation de Pearson « vers le haut ».

Discussion

Pour rappel, l'objectif de notre étude était de déterminer l'impact de la prématurité sur les différents processus auditifs centraux. Plus précisément, nous étions désireux de tester, à l'aide du « Bilan Auditif Central » et du « Wave Discriminator Test », les capacités de décodage phonétique, d'écoute dichotique, de reconnaissance des configurations temporelles ainsi que les différents seuils différentiels auditifs chez des enfants prématurés âgés de 6 à 7 ans. Notons que l'impact d'une variable biologique, à savoir le degré de prématurité (âge gestationnel et poids de naissance) a également été analysé.

A cet effet, les quarante enfants de notre échantillon ont tous été soumis à la même méthodologie. Chaque enfant a finalement été testé à son domicile, dans une pièce calme. Nous nous sommes d'abord assurés de l'intégrité de leur système auditif périphérique grâce à la passation d'un test audiométrique tonal en conduction aérienne (Sterkers-Artières et al., 2014). Nous leur avons ensuite administré les trois sous-épreuves du « Wave Discriminator Test », à savoir les tests des seuils différentiels en intensité, en fréquence et en temps. Par la suite, l'ensemble du « BAC 5 » a été proposé à chaque enfant.

Les résultats obtenus par les différentes analyses statistiques vont être analysés dans la présente discussion, conformément aux différentes hypothèses élaborées. Au sein de chaque section, nous repréciserons l'hypothèse relative à chaque processus dans le but d'y confronter les résultats obtenus. Nous effectuerons également une mise en relation entre ces résultats et la littérature récente à ce sujet. Nous avancerons en outre des limites relatives à notre méthodologie. Enfin, étant désireux de mettre en évidence la nécessité, ou non, d'une mesure de prévention dans ce domaine du traitement auditif auprès d'enfants prématurés, nous évoquerons cette visée clinique et aborderons également des nouvelles voies pour la recherche future.

I. Analyse des résultats obtenus en fonction des hypothèses

1. Les épreuves dichotiques

1.1. L'aptitude dichotique

La séparation/l'intégration binaurales, à savoir l'aptitude dichotique, étant non seulement le processus de maturation le plus lent à s'établir (18 – 20 ans) mais également, le plus vulnérable et le premier à être affecté par une situation anormale (Demanez et al., 2011), nous avions émis comme hypothèse initiale que les enfants de notre échantillon, à savoir les enfants nés prématurément, obtiendraient des résultats inférieurs à la norme des enfants tout-venant du même âge.

Cette hypothèse est concordante avec nos résultats statistiques. En effet, les enfants prématurés démontrent en moyenne un pourcentage d'aptitude dichotique significativement extrêmement inférieur à celui des enfants nés à terme du même âge. Ces résultats vont dès lors dans le sens des résultats obtenus dans la littérature (e.g. Demanez et al., 2011 ; Gallo et al., 2011). Ils concordent également avec une précédente étude pour laquelle nous disposons de certains résultats chiffrés (De Pradel De Lamaze, 2002). Pour aller plus loin dans notre recherche, nous avions ainsi également émis l'hypothèse que les résultats obtenus actuellement seraient inférieurs à ceux rapportés antérieurement par cette étude. Une telle observation aurait pu, par exemple, être expliquée par la société « visuelle » à laquelle nous sommes de plus en plus soumis ; en effet, la plupart des informations étant actuellement captées visuellement, une diminution de la capacité de traitement auditif, tant au niveau de l'intégration que de la séparation binaurale, n'aurait pas été étonnante. Nos résultats ne nous ont cependant pas permis de confirmer cette hypothèse de baisse de capacité de focalisation auditive.

Notons que le degré de prématurité, que ce soit en terme d'âge gestationnel ou en poids de naissance, n'a pas d'impact sur l'aptitude dichotique chez les enfants prématurés. Par contre, nous avons retrouvé, parmi les enfants prématurés, une plus grande capacité d'aptitude dichotique chez les enfants non suivis en logopédie par rapport à ceux bénéficiant d'une prise en charge logopédique. Cette observation n'est pas étonnante au vu d'une part, de l'interaction

permanente des processus auditifs centraux avec, entre autres, le langage écrit et le langage oral (Medwetsky, 2011), les enfants suivis en logopédie l'étant généralement pour ces versants et d'autre part, la comorbidité observée entre des troubles d'apprentissage et une aptitude dichotique déficiente (Foster et al., 2002 ; Thai-Van et al., 2013). Ces enfants seraient par conséquent suivis à juste titre en logopédie. Nous avons également retrouvé des valeurs de QI plus élevées chez les enfants avec des indices d'aptitude dichotique plus élevés.

L'évaluation de l'aptitude dichotique chez les enfants prématurés au moment de l'entrée à l'école primaire nous semble dès lors indispensable au vu des présents résultats confirmant les données présentes dans la littérature.

1.2. La prévalence d'oreille

Cet indice nécessitant un transfert interhémisphérique (Cowell et al., 2000 ; Westerhausen, & Hugdahl, 2008), nous avions émis l'hypothèse d'une éventuelle prévalence d'oreille droite plus importante chez nos sujets prématurés, ce qui mettrait ainsi un doute sur l'effectivité de ce transfert, qui aurait à son tour pu être expliqué par une réduction du volume du corps calleux. Différentes études (Cooke, Abernethy, & Rutherford, 1999 ; Nosarti, Rushe, Woodruff, Stewart, Rifkin, & Murray, 2004) démontrent effectivement une réduction en taille ainsi que des anomalies morphologiques au niveau de cette structure chez les adolescents nés prématurément, pouvant représenter un retard au niveau du processus de maturation. Nous pouvons donc faire l'hypothèse d'une modification de cette structure également chez les enfants plus jeunes. En outre, une réduction de la taille du corps calleux est également observée chez les enfants prématurés à la naissance (Gallo et al., 2011). Cependant, à l'âge adulte, un doute est évoqué quant à la persistance de ces anomalies (Allin, Nosarti, Narberhaus, Walshe, Frearson, Kalpakidou, . . . Murray, 2007).

Nous n'avons cependant pas observé de différence significative au niveau de cet indice entre les enfants prématurés de notre échantillon et les enfants nés à terme, ces résultats étant néanmoins en accord avec ceux d'études antérieures (Demanez et al., 2003a). Les

caractéristiques au niveau de la prévalence d'oreille des enfants prématurés sont donc similaires à celles observées chez les enfants nés à terme.

2. Le décodage phonétique

Le test phonologique de Lafon (test de la parole sans bruit et avec bruit) fait varier la netteté du message en fonction de la condition. Ce test permet ainsi de mettre en évidence une éventuelle difficulté d'identification du message, étant donné que le décodage phonétique est indispensable pour la reconnaissance d'une parole fluide et continue (Haton et al., 1990).

Les résultats du Test Phonétique de Lafon 60, testant les capacités de décodage phonétique « Sans bruit » et « Avec bruit », démontrent tout d'abord un effet plafond dans la population de référence pour la modalité « Sans bruit ». Nous nous attendions donc à des résultats relativement comparables entre les enfants nés prématurément et les enfants nés à terme, au vu du caractère peu discriminant de cette modalité.

Nos résultats vont cependant à l'encontre de nos attentes. En effet, les enfants de notre échantillon ont montré des performances significativement inférieures par rapport aux enfants nés à terme. Etant surpris par ces résultats, nous avons tenté de déterminer des variables pouvant expliquer cette différence et avons détecté une supériorité significative de la part des enfants prématurés non suivis en logopédie par rapport à ceux bénéficiant d'un suivi. En outre, si nous tenions compte uniquement des enfants prématurés non suivis en logopédie, les résultats concorderaient avec nos attentes, à savoir, des performances identiques entre les enfants nés à terme et les enfants prématurés pour cette modalité. Nous n'avons à ce jour, aucune autre explication à avancer pour cette différence de performance.

Une distribution normale des scores (Gaussienne) est quant à elle observée pour la modalité « Avec bruit », un caractère beaucoup plus discriminant pour cette modalité est donc assuré (Demanez et al., 2004). Cependant, selon les résultats de précédentes études (Demanez et al., 2003a), la situation de prématurité ne semble pas affecter les capacités de closure auditive, les enfants prématurés obtenant des résultats semblables aux enfants des populations

de référence. Nous nous attendions donc à des résultats comparables entre les enfants prématurés de notre échantillon et les enfants nés à terme.

Notre surprise a été d'autant plus importante pour cette modalité étant donné que, non seulement une différence a été constatée entre les enfants prématurés de notre échantillon et les enfants de la population de référence, mais en sus, les enfants prématurés ont démontré des performances supérieures par rapport aux enfants nés à terme. Excepté les résultats obtenus lors du mémoire de 2002 cité ci-dessus (De Pradel De Lamaze, 2002), nous n'avons trouvé aucune autre recherche démontrant de tels résultats pour un groupe prématuré. Nous avons donc à nouveau tenté de détecter l'une ou l'autre variable pouvant être l'une des explications de cette différence. De la sorte, nous avons à nouveau pris en compte la variable logopédie. Cependant, aucune différence n'a été détectée entre le groupe d'enfants prématurés, qu'ils bénéficient ou non d'un suivi logopédique. Les résultats nous démontrent par contre que ce sont en moyenne les enfants prématurés sans suivi logopédique qui hissent les résultats du groupe prématuré vers le haut.

Nous n'avons malheureusement à ce jour aucune explication neurophysiologique pour expliquer les différences observées au niveau de ce décodage phonétique. D'autres facteurs non identifiés dans notre étude pourraient éventuellement expliquer ces discordances. Nous n'avons effectivement par exemple que très peu d'informations concernant leurs activités occupationnelles, plusieurs enfants de notre échantillon pouvant hypothétiquement pratiquer de la musique. Nous n'avons également que très peu d'indications au sujet de leur degré de stimulation, certains parents d'enfants de notre échantillon pouvant possiblement être très stimulant envers leur enfant. Ces différentes variables pourraient ainsi éventuellement entrer en compte dans l'explication de la supériorité des enfants prématurés observée par rapport aux enfants nés à terme pour la modalité « Avec bruit ».

Ces résultats pourraient cependant se révéler très intéressants et demanderaient de plus amples investigations. En effet, bien qu'un élément explicatif, pourtant primordial, semble nous échapper, des discordances ont également été recensées dans la littérature pour d'autres

populations (Calcus, Lorenzi, Collet, Colin, & Kolinsky, 2016 ; Lewis, Hoover, Choi, & Stelmachowicz, 2010), comme par exemple la remise en question d'éventuelles difficultés concernant la perception de la parole dans le bruit pour les personnes dyslexiques (Calculus et al., 2016). Des recherches supplémentaires dans ce domaine seraient donc nécessaires afin d'examiner les relations entre différents facteurs qui pourraient expliquer ces discordances.

3. Les configurations temporelles

Rappelons qu'il a été demandé aux enfants prématurés de notre étude de muser les réponses au Pitch Pattern Test (PP) et au Duration Pattern Test (DP) au vu de leur âge. En effet, le corps calleux n'est pas suffisamment myélinisé pour permettre le transfert adéquat entre les deux hémisphères.

Mentionnons également que, pour une raison encore inexpliquée, les enfants en dessous de l'âge de 10 – 12 ans repèrent davantage les variations en fréquence par rapport aux variations en longueur (Deggouj et al., 2010). Nous nous attendions donc à des résultats suivant cette tendance chez les enfants prématurés de notre échantillon.

Comme nous l'attendions, les configurations variables en durée se sont effectivement révélées être beaucoup plus difficiles que celles en fréquence, les enfants de notre échantillon éprouvant plus de difficultés pour le repérage de variations temporelles. Cela peut effectivement être expliqué par le fait que la capacité de détection correcte des configurations variables en durée mature plus lentement que la capacité à détecter des variations fréquentielles (Deggouj et al., 2010).

Nous avons également observé des performances inférieures de la part des enfants prématurés par rapport aux enfants nés à terme pour la variable PP alors que pour la variable DP, les résultats ne diffèrent pas entre les deux groupes. Ces résultats peuvent être expliqués par le fait qu'un effet plancher est observé chez les enfants de 6 ans pour la condition DP, cette dernière se révèle donc moins discriminante par rapport à l'épreuve PP.

Nous avions en outre émis l'hypothèse que la diminution des capacités au niveau de l'utilisation des indices temporels par rapport aux indices fréquentiels soit encore plus marquée chez nos sujets prématurés, élément supplémentaire pouvant démontrer un certain retard de maturation chez ces enfants. Nous avons cependant observé un écart entre les deux épreuves significativement plus marqué chez les enfants nés à terme, observation allant à l'encontre de notre postulat. Nous n'avons aucune explication neurophysiologique à apporter. La seule interprétation envisageable à l'heure actuelle fait référence aux conditions de passation. En effet, comme dit plus haut, il était demandé aux enfants de muser les patterns entendus. Bien qu'habituellement les variations dans leur « intonation » étaient perceptibles, celles-ci étaient parfois minimes, ce qui aurait éventuellement pu mener à d'éventuels écueils au niveau de la cotation.

4. Le seuil différentiel auditif

Les seuils différentiels auditifs, mis en relation avec les (éventuels) déficits des processus auditifs centraux font malheureusement l'objet de peu de recherches dans la littérature. Cette fonction, faisant référence à la première phase d'identification d'un message, est pourtant primordiale et représente une partie intégrante des processus intervenant dans les fonctions auditives centrales. Pour rappel, les standards dans la population relevés dans la littérature pour le « delta dB » (Δ dB), « delta Hz » (Δ Hz) et « delta t » (Δ t) (Gap) sont respectivement 1 dB, 3 Hz (dans notre cas car la fréquence est de 1000 Hz ; cf. Objectifs et Hypothèses) et 6 msec (Sinnott et al., 1985 ; Snell et al., 1994).

Nous avions émis l'hypothèse d'une infériorité quant aux sensibilités différentielles des enfants prématurés, se traduisant par des valeurs de seuils différentiels auditifs supérieures à celles observées dans la population générale. De telles observations pourraient être expliquées par un retard de maturation chez les enfants prématurés.

Cette hypothèse a pu être vérifiée par nos résultats, et ce, pour les trois modalités. En effet, les valeurs des enfants prématurés se sont révélées être significativement supérieures aux valeurs de la population.

Cependant, les résultats obtenus étant comparés à un standard de la population générale (et non en fonction de l'âge), ils peuvent être nuancés en fonction de la modalité, étant donné que ces capacités maturesnt différemment. En effet, selon Litovsky (2015), les performances pour le seuil différentiel auditif fréquentiel arrivent normalement précocement à maturité, soit entre 6 et 12 mois. Les valeurs de Δ Hz supérieures obtenues par les enfants de notre échantillon peuvent donc être considérées comme « pathologiques » contrairement aux valeurs de Δ dB obtenues. En effet, la capacité de discrimination d'intensité est plus immature et continue à se développer tout au long de l'enfance (Buss et al., 2009). De plus, les valeurs élevées obtenues pour le Δ t pourraient en partie être expliquées par la difficulté de la tâche. Certains enfants avaient effectivement beaucoup de mal à comprendre la consigne, malgré plusieurs explications. Cependant, même après extraction des sujets pour qui les réponses nous semblaient douteuses, les valeurs des enfants prématurés restent significativement supérieures aux standards observées dans la population. Il serait intéressant de reconduire une telle étude avec, à nouveau, un échantillon de personnes prématurées afin de confirmer ou non les résultats obtenus.

Notons cependant que le retard de maturation pour cette composante reste tout de même à discuter. En effet, cette fonction fait en partie appel au système périphérique. Or, la cochlée arrive précocement à maturité, même chez le prématuré (Granier-Deferre, & Busnel, 2011). Cela soulève donc une question supplémentaire ; y aurait-il en effet, une altération au niveau périphérique, qui empêcherait une pleine maturation du cerveau auditif chez ces enfants prématurés, se répercutant sur leurs capacités de discrimination auditive ?

L'étude des seuils différentiels auditifs chez les enfants prématurés trouve dès lors tout son sens. A notre connaissance, aucune autre étude n'a évalué cette composante sur une population d'enfants prématurés, ces données demandent donc à être investiguées.

II. Biais et limites

Avant d'apporter les conclusions de notre étude, gardons à l'esprit que notre recherche n'est évidemment pas affranchie de différentes limites.

1. Suivi logopédique

Dans notre listing de base, nous disposions d'une information concernant un éventuel suivi logopédique. En effet, pour chaque enfant, nous savions s'il était suivi ou non en logopédie. Cependant, nous ne disposions d'aucune autre information à ce sujet, que ce soit à propos du motif du suivi ou encore du temps écoulé depuis le début de la prise en charge. C'est la raison pour laquelle, dans notre questionnaire anamnestique, nous avions ajouté une question concernant le suivi logopédique, afin d'obtenir de plus amples informations relatives à cette donnée. Cependant, la plupart du temps, les parents répondaient par un « oui » ou par un « non » pour répondre à la question de la présence d'un suivi logopédique mais n'apportaient aucune justification. Nous ne disposions donc que de très peu d'informations concernant le suivi logopédique des enfants de notre échantillon.

Or, dans la littérature, plusieurs auteurs attestent que les enfants prématurés représentent un public à risque quant au développement des habiletés linguistiques, tant au niveau réceptif (Cattani, Bonifacio, Fertz, Iverson, Zocconi, & Caselli, 2010 ; Wolke et al., 2008) qu'au niveau productif (Foster-Cohen et al., 2007 ; Wolke et al., 2008). Les auteurs de ces études ont en effet révélé des résultats significativement inférieurs de la part des enfants nés prématurément par rapport aux enfants nés à terme.

De ce fait, afin d'apprécier l'impact de la prématurité sur le langage oral, il aurait été intéressant d'évaluer également d'une part cette composante et d'autre part d'analyser d'éventuelles associations entre cette dimension et les résultats obtenus aux différents tests des processus auditifs centraux. Nous aurions ainsi pu mettre en exergue d'éventuelles corrélations entre ces différentes composantes et essayer d'établir un sens à ces liaisons, à savoir, est-ce que la maturation des processus auditifs centraux est mise à mal par d'éventuelles

difficultés en langage oral ou au contraire, est-ce que la responsabilité au niveau des difficultés du langage oral peut être rendue au retard concernant les processus auditifs centraux ?

2. Caractéristiques de l'échantillon

2.1. Taille de l'échantillon

Pour notre étude, nous avons évalué quarante enfants nés prématurément. Bien qu'il aurait été difficile d'en évaluer davantage au vu de la contrainte temps à respecter dans le cadre d'un mémoire, il serait intéressant, afin de permettre une meilleure généralisation de nos résultats, de les répliquer avec un échantillon plus important. `

2.2. Genre des participants

Notre échantillon se répartit équitablement lorsque nous prenons en compte la variable « sexe ». En effet, nous avons testé vingt filles et vingt garçons. Dans la littérature, nous ne retrouvons pas de distinction en fonction du sexe (Gallo et al., 2011). Il aurait pourtant éventuellement pu être intéressant d'émettre des hypothèses et d'effectuer les analyses qui en découlent en tenant compte de la variable « sexe » afin d'attester d'éventuelles différences entre les groupes.

2.3. Statut socio-économique

Pour administrer les différents tests, je me suis rendue au domicile de chaque participant. Ces différentes visites sur le terrain ont été bénéfiques pour moi car j'ai ainsi pu me rendre compte du niveau socio-économique des familles dans lesquelles évoluaient les différents participants, et admettre que d'importants écarts de niveaux existaient bel et bien au sein de mon échantillon. Je n'ai cependant pas effectué d'analyse concernant cette variable. Or une analyse du niveau socio-économique des participants aurait été intéressante afin d'attester ou de réfuter l'existence d'un lien entre ce niveau et les capacités auditives centrales. Il aurait également été intéressant d'avoir davantage d'informations concernant le « degré de stimulation » des enfants de notre échantillon (voir point 2. de la présente section).

2.4. Sujets d'une étude précédente

Comme mentionné plus haut, une étude de 2002 avait déjà évalué les processus auditifs centraux d'enfants prématurés âgés de 6 ans. Bien que cette recherche nous paraisse illusoire (identités des participants non disponibles), il aurait été intéressant de tester également ces mêmes sujets, âgés actuellement en moyenne de 22 ans, afin de voir si le retard se comble avec le temps, ou si au contraire, l'écart persiste entre les personnes nées à terme et les personnes nées prématurément. Nous aurions pu, plus raisonnablement, tester des sujets adultes tout-venant nés prématurément afin d'éprouver l'hypothèse de retard de maturation.

3. Biais attentionnel

La durée totale de notre évaluation étant d'environ une heure, il a été difficile pour certains enfants de maintenir leur attention tout au long des épreuves, bien qu'une pause avait systématiquement lieu à la moitié des épreuves. En effet, certains enfants avaient plus de mal à rester concentrés, un léger biais attentionnel a pu impacter les résultats de quelques enfants.

4. Conditions de passation

Au vu de la disponibilité de l'audiomètre portable pour toute la durée de nos évaluations, l'ensemble de nos tests ont été effectués au domicile de chaque enfant. Cependant, bien que testant à chaque fois l'enfant dans une pièce indépendante, certains environnements étaient légèrement plus bruyants que d'autres.

Afin de nous assurer que tous les enfants bénéficient d'un environnement incontestablement identique, il aurait fallu tester les enfants en cabine insonorisée au CHR de la Citadelle. Cependant, certains enfants n'habitaient pas en région liégeoise, un long déplacement leur aurait donc été demandé. En discutant avec certains parents, ils m'ont d'ailleurs confié qu'ils n'auraient certainement pas fait le déplacement si on ne testait pas leur enfant à leur domicile ; nous aurions donc perdu des participants pour notre étude.

5. Wave Discriminator Test

Afin de m'entraîner à la passation de ce test plus spécifique, je l'ai administré à un certain nombre de personnes tout-venant de tout âge. J'aurais cependant dû plus axer ces « pré-évaluations », par exemple en ciblant les élèves d'une classe de première primaire. Ce test, et plus particulièrement la sous-épreuve « Gap Test », est effectivement particulier et nécessite de plus amples explications. Bien qu'ayant l'impression que la plupart des enfants prématurés de mon échantillon aient bien compris la consigne de l'épreuve, il aurait été intéressant d'avoir les résultats d'une classe de première année primaire afin de les comparer et de voir s'ils avaient besoin d'autant d'explications.

III. Visée clinique

Nous pouvons, dans une certaine mesure, attester que notre étude présentait une visée clinique étant donné que nous étions désireux de démontrer ou de réfuter la nécessité d'actions préventives auprès des enfants nés prématurément dans le domaine de l'audition centrale.

Nous avons démontré que certains processus auditifs centraux étaient impactés chez les enfants prématurés, certains l'étant fortement. Ces résultats vont en outre, pour la plupart, dans le sens des données disponibles dans la littérature scientifique. Les processus de l'audition centrale sont donc sensibles à la situation de prématurité.

Ces données suggèrent qu'il serait d'une part intéressant, voire extrêmement bénéfique, d'instaurer la passation d'épreuves évaluant l'effectivité des processus auditifs centraux auprès des enfants nés prématurément avant l'entrée en première année primaire. D'autre part, nous avions émis l'hypothèse d'un retard de maturation de ces processus plutôt que d'un réel déficit, cette hypothèse allant dans le sens des données de Davis et al. (2001) qui démontraient une infériorité des enfants prématurés avec une amélioration des performances entre 8 et 14 ans. Il nous apparaît donc réellement judicieux d'envisager la mise en place d'actions préventives auprès des enfants prématurés, à savoir, effectuer une évaluation des processus auditifs centraux *systématiquement* chez *tous* les enfants prématurés âgés de 5 – 6 ans. Cela

permettrait effectivement de mettre en place une intervention précoce, principalement langagière, afin de minimiser les difficultés auditives ainsi que les difficultés langagières qui pourraient y être liées. Nous pourrions ainsi veiller à ce que ces enfants rattrapent progressivement leur retard.

IV. Perspectives d'avenir

A l'avenir, il serait tout d'abord intéressant soit d'évaluer la fonctionnalité des processus auditifs centraux dans d'autres échantillons de population prématurée (p.ex. personnes nées prématurément mais plus âgées), soit de répliquer notre étude dans quelques années en tentant d'évaluer les mêmes sujets que la présente étude afin de se rendre compte si oui ou non, le retard se comble bel et bien au cours du développement et si tel est le cas, tenter de déterminer le moment du rattrapage.

De plus, au vu du peu de données disponibles dans la littérature concernant les seuils différentiels auditifs dans une population pédiatrique prématurée, il serait intéressant de multiplier les études à ce sujet au vu de l'importance, explicitée plus haut, de cette fonction.

Enfin, afin d'évaluer les liens éventuels entre des déficits au niveau des processus auditifs centraux et d'éventuels troubles linguistiques, il serait judicieux d'envisager une étude portant sur ces deux composantes.

Conclusions et perspectives

Les enfants nés prématurément constituent une population à risque biologique concernant le développement moteur, cognitif et linguistique (Foster et al., 2007 ; Gallo et al., 2011). Selon Gallo et al. (2011) et Luck (cité par Koravand et al., 2017), les enfants prématurés courent également un risque d'altération auditive, pouvant être lié soit au système périphérique, soit au traitement auditif. Au vu des répercussions négatives, quelles soient développementales, académiques ou encore sociales, que pourraient engendrer la « non-détection » et la « non-intervention » des déficits auditifs centraux, il est impératif d'obvier aux désagréments rencontrés par cette population.

Ainsi, l'objectif principal de notre étude était de déterminer l'impact d'une naissance prématurée sur différents processus auditifs centraux, à savoir le décodage phonétique, l'écoute dichotique, la reconnaissance des configurations temporelles ainsi que les différents seuils différentiels auditifs. Par cette étude, nous tentions en outre d'une part, de pallier le manque de données disponibles dans la littérature et d'autre part d'apporter des arguments concernant la nécessité, ou non, de la mise en place d'un dépistage auditif central chez tous les enfants prématurés au moment de l'entrée à l'école primaire.

Les résultats obtenus et les conclusions apportées concernent des enfants prématurés âgés de 6 ans ne présentant ni déficit cognitif ni trouble sensoriel. De plus, les participants devaient présenter le français dans leur(s) langue(s) maternelle(s). Tous les enfants, sans exception, ont été soumis aux mêmes tests et évalués à leur domicile, au sein d'une pièce la plus calme possible.

Différentes observations peuvent être extrapolées de notre étude. Tout d'abord, les enfants prématurés démontrent des capacités extrêmement inférieures au niveau de l'**aptitude dichotique**, et ce, quel que soit le degré de prématurité (âge gestationnel ou poids de naissance). Les signaux acoustiques présentés en compétition binaurale sont de la sorte, moins bien traités, pouvant démontrer d'une part un défaut de focalisation en condition oreille désignée (séparation binaurale) et d'autre part, un défaut d'attention divisée en situation oreille non désignée (intégration binaurale). Par conséquent, cette étude nous permet de confirmer la

vulnérabilité de ce processus. Il apparaît être en effet le premier à être affecté par une situation anormale (Demanez et al., 2011), à savoir, la situation de prémature dans notre cas. D'autres études (e.g. Gallo et al., 2011) vont dans ce sens d'une aptitude dichotique inférieure de la part des enfants prématurés par rapport aux enfants nés à terme.

Les caractéristiques au niveau de la *prévalence d'oreille* sont quant à elles similaires à celles observées chez les enfants nés à terme, à savoir un léger avantage de l'oreille droite, reflétant ainsi la prédominance hémisphérique gauche pour le traitement du langage.

Les résultats concernant le **décodage phonétique** nous ont quant à eux, amené quelques étonnements. Nous avons effectivement obtenu des résultats contraires à nos attentes, que ce soit pour la condition « Sans bruit » ou pour la condition « Avec bruit ». En effet, pour la première condition, les enfants prématurés ont démontré des performances significativement inférieures par rapport aux enfants nés à terme, malgré l'effet plafond observé au niveau des scores dans la population de référence pour cette modalité. Pour la seconde condition, à notre plus grand étonnement, les enfants prématurés ont démontré des capacités de décodage phonétique supérieures aux enfants nés à terme, alors que nous nous attendions à des résultats semblables entre les deux populations. N'ayant malheureusement à ce jour aucune explication neurophysiologique pour expliquer de telles différences, nous avons tenté de les expliquer par la variable logopédie dans notre étude, comme explicité ci-dessus. Des études futures demandent tout de même à être reconduites, afin de tenter d'une part, de voir si les résultats se confirment et d'autre part, trouver d'éventuels facteurs explicatifs de ces discordances.

Concernant les **configurations temporelles**, les enfants prématurés ont, comme attendu, éprouvé plus de difficultés pour le repérage de variations en durée (DP) par rapport aux configurations variables en fréquence (PP). Les enfants en dessous de l'âge de 10 – 12 ans repèrent effectivement davantage les variations en fréquence par rapport aux variations en longueur (Demanez et al., 2010). De plus, les enfants prématurés ont démontré plus de difficultés pour la variable PP par rapport aux enfants nés à terme, alors qu'aucune différence entre les deux groupes n'a été observée pour la variable DP. Cette différence peut être

expliquée par le caractère plus discriminant de la variable PP, un effet plancher étant effectivement observé pour la variable DP.

Enfin, l'hypothèse d'une infériorité quant aux **sensibilités différentielles auditives** (Δ dB, Δ Hz, Δ t) des enfants prématurés a été confirmée par notre étude, les enfants de notre échantillon démontrant des valeurs de seuils différentiels auditifs supérieures à celles observées dans la population générale.

De nombreuses questions persistent cependant quant aux causes des difficultés au niveau de ces processus auditifs centraux. Des études futures pourraient confronter les processus auditifs centraux et les capacités langagières afin de tenter de déterminer la cause première des difficultés. De plus, notre recherche pourrait être reconduite en reconSIDérant certains critères méthodologiques comme par exemple une taille d'échantillon plus importante, la prise en compte du statut socio-économique ou encore le « degré de stimulation » des enfants.

Bien que le débat concernant la nature des difficultés rencontrées par les enfants prématurés demeure actuellement toujours ouvert, différentes études (e.g. GDCI, 2012 ; Saigal et al., 2008) attestent d'un décalage de développement concernant les difficultés de cette population plutôt que d'un réel déficit. Le moment où se comble cet éventuel retard n'étant pas connu, des études longitudinales trouveraient tout leur sens afin d'éprouver cette hypothèse.

Cette étude ayant démontré que les processus auditifs centraux pouvaient être sensibles aux effets d'une naissance prématurée, la pratique logopédique s'en voit impliquée. L'intérêt de l'instauration d'un *dépistage* auditif central chez ces enfants au moment de l'entrée à l'école primaire trouve effectivement tout son sens. Supposant ainsi que ce retard se comble avec le temps, une intervention adaptée et individualisée auprès de ces enfants se voit tout de même être primordiale afin qu'ils puissent développer au mieux les outils nécessaires au développement adéquat de leurs aptitudes langagières et scolaires. Une réévaluation des processus auditifs centraux devra malgré tout être menée quelques temps après l'identification du retard/trouble afin d'objectiver ou non la présence de déficits au niveau de ces processus.

Pour conclure, notons cependant que nos analyses portent sur les moyennes des performances obtenues par les enfants prématurés. De grandes différences interindividuelles peuvent ainsi être dissimulées derrière ces résultats, certains enfants prématurés obtenant des résultats comparables voire supérieurs aux enfants nés à terme.

Un screening langagier étant effectué auprès des enfants prématurés entre 4 ;6 ans et 5 ;6 ans, pourquoi pas au niveau des processus auditifs centraux ?

Bibliographie

Abdollahi, F. Z., Lotfi, Y., Moosavi, A., & Bakhshi, E. (2017). Binaural Interaction Component of Middle Latency Response in Children Suspected to Central Auditory Processing Disorder. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 1-4. doi:10.1007/s12070-017-1114-5

Allin, M., Nosarti, C., Narberhaus, A., Walshe, M., Frearson, S., Kalpakidou, A., . . . Murray, R. (2007). Growth of the Corpus Callosum in Adolescents Born Preterm. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 161(12), 1183-1189. doi:10.1001/archpedi.161.12.1183

American Speech-Language-Hearing Association. (1996). Central auditory processing : current status and implications for clinical practice. Retrieved from <http://www.asha.org/policy/TR1996-00241.htm>

American Speech-Language-Hearing Association. (2005). (central) auditory processing disorders [Technical Report]. Retrieved from <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>

Banque de Données Médico-Sociales de l'Office de la Naissance et de l'Enfance. (2015). *Rapport Banque de Données Médico-Sociales 2015 dossier spécial: La prématureté (Chap. 3)*. Retrieved from http://www.one.be/uploads/txtproducts/datasheet/BDMS_2015_Chapitre_3.pdf

Bellis, T.-J., & Ferre, J.-M. (1999). Multidimensional approach to the differential diagnosis of auditory processing disorders in children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10 (6), 319–328.

Bellis, T.-J., & Wilber, L. (2001). Effects of Aging and Gender on Interhemispheric Function. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(2), 246-263.

Benezit, A., Hertz-Pannier, L., Dehaene-Lambertz, G., Dubois, J. (2012). Le corps calleux : sa vie précoce, son œuvre tardive. *Les malformations congénitales : Diagnostic anténatal et devenir*, Tome 6. Couture A, Baud C, Prodhomme O., Saguintaah M., Veyrac C. (eds). Sauramps Médical 2012.

Broca, P. (1861). Perte de la parole, ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieur gauche du cerveau [Loss of the floor, chronic softening and partial destruction of the anterior lobe left-brain]. *Bulletin Société Anthropologique*, 2, 235–238.

Bureau International d'Audiophonologie. (2007). BIAP Recommandation 30/1 : Processus Auditifs Centraux (P.A.C.). Retrieved from :
<https://www.biap.org/fr/recommandations/recommandations/ct-30-processus-auditifs-centraux-p-a-c/211-rec-30-01-fr-processus-auditifs-centraux-p-a-c/file>

Buss, E., & Hall, J. (2009). Effects of masker envelope coherence on intensity discrimination. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(5), 2467-2478. doi: 10.1121/1.3212944

Calculus, A., Lorenzi, C., Collet, G., Colin, C., & Kolinsky, R. (2016). Is There a Relationship Between Speech Identification in Noise and Categorical Perception in Children With Dyslexia? *Journal of Speech, Language and Hearing Research (Online)*, 59(4), 835-852.

Cameron, S., & Dillon, H. (2008). The listening in spatialized noise-sentences test (LISN-S): comparison to the prototype LISN and results from children with either a suspected (central) auditory processing disorder or a confirmed language disorder. *J Am Acad Audiol.*, 19(5), 377-91.

Cao-Nguyen, M.-H., Guyot, S., Cao-Nguyen, L., Boucherie, J.-P., & Pichon, J.-P. (2013). Bénéfice d'un dépistage systématique de la surdité chez l'enfant en âge scolaire. *Revue Medicale Suisse*, 9(400), 1780-1784.

Cattani, A., Bonifacio, S., Fertz, M., Iverson, J., Zocconi, E., & Caselli, M. (2010). Communicative and linguistic development in preterm children: A longitudinal study from 12 to 24 months. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 2010, Vol.45(2), 162-173. doi:10.3109/13682820902818870

Cooke, R., Abernethy, L., & Rutherford, M. (1999). Cranial magnetic resonance imaging and school performance in very low birth weight infants in adolescence. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*, 81(2), 116 - 121. doi:10.1136/fn.81.2.F116

Cowell, P., & Hugdahl, K. (2000). Individual Differences in Neurobehavioral Measures of Laterality and Interhemispheric Function as Measured by Dichotic Listening. *Developmental Neuropsychology*, 18(1), 95-112. doi:10.1207/S15326942DN1801_6

Davis, N., Doyle, L., Ford, G., Keir, E., Michael, J., Rickards, A., . . . Callanan, C. (2001). Auditory function at 14 years of age of very-low-birthweight children. *Developmental Medicine Child Neurology*, 43(3), 191-196.

Dawes, P., & Bishop, D. (2009). Auditory processing disorder in relation to developmental disorders of language, communication and attention: A review and critique. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 44(4), 440-465. doi:10.1080/13682820902929073

Degouj, N., & Demanez, L. (2010). Maturation des processus auditifs centraux. *Les Cahiers de l'Audition*, 23(6), 29-36.

Delb, W., Strauss, D., Hohenberg, G., & Plinkert, P. (2003). The binaural interaction component (BIC) in children with central auditory processing disorders (CAPD): El componente de interactin binaural (BIC) en nios con desrdenes del procesamiento central auditivo (CAPD). *International Journal of Audiology*, 2003, Vol.42(7), 401-412.

Demanez, J.-P., & Demanez, L. (2003). *Bilan auditif central* [Test]. Liège.

Demanez, J.-P. *Difra Wave Discriminator Test* [Test]. Liège.

Demanez, L., & Demanez, J.-P. (2003). Central auditory processing assessment. *Acta Oto-Rhino-Laryngologica Belgica*, 57(4), 243-252.

Demanez, L., Boniver, V., Dony-Closon, B., Lhonneux-Ledoux, F., & Demanez, J.-P. (2003a). Central auditory processing disorders: Some cohorts studies. *Acta Oto-Rhino-Laryngologica Belgica*, 57(4), 291-299.

Demanez, L., Dony-Closon, B., Lhonneux-Ledoux, E., & Demanez, J.-P. (2003b). Central auditory processing assessment: A French-speaking battery. *Acta Oto-Rhino-Laryngologica Belgica*, 57(4), 275-290.

Demanez, L., & Demanez, J.-P. (2004). [Central auditory processing assessment]. *Revue De Laryngologie, Otologie, Rhinologie*, 125(5), 281-286.

Demanez, L., & Demanez, J.-P. (2011). Les troubles auditifs centraux chez les jeunes enfants. *Les Cahiers de l'Audition*, 24(1), 30-35.

Demanez, L., & Masquelier, M.-P. (2017). LOGO0025-1 – *Physiopathologie des troubles auditifs : enfant sourd et troubles auditifs centraux*. Diapositives et notes de cours, Université de Liège.

De Pradel De Lamaze, A. (2002). *Impact de la prématurité sur les processus auditifs centraux et sur le langage oral. Tests appliqués à trente et un enfants de 6 et 7 ans nés prématurément*. Mémoire de graduat en logopédie non publié, Haute Ecole André Vésale, Liège.

Eggermont, J. (2001). Between sound and perception: Reviewing the search for a neural code. *Hearing Research*, 157(1), 1-42.

Fagard, J. (2016). Chapitre VII. Développement des systèmes neuro-fonctionnels mis en jeu dans les habiletés manuelles. *Le développement des habiletés de l'enfant*. Paris: CNRS Editions.

Fey, M.E., Richard, G.J., Geffner, D., Kamhi, A.G., Medwetsky, L., Paul, D., . . . Schooling, T. (2011). Auditory Processing Disorder and Auditory/Language Interventions: An Evidence-

Based Systematic Review. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42(3), 246-264. doi:10.1044/0161-1461(2010/10-0013)

Fortes, A., Pereira, L., & Azevedo, M. (2007). Resolução temporal: Análise em pré-escolares nascidos a termo e pré-termo. *Pró-Fono Revista De Atualização Científica*, 19(1), 87-96.

Foster, L., Hynd, G., Morgan, A., & Hugdahl, K. (2002). Planum temporale asymmetry and ear advantage in dichotic listening in developmental dyslexia and Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(1), 22-36.

Foster-Cohen, S., Edgin, J., Champion, P., & Woodward, L. (2007). Early Delayed Language Development in Very Preterm Infants: Evidence from the MacArthur-Bates CDI. *Journal of Child Language*, 34(3), 655-675. doi:10.1017/S0305000907008070

Gallo, J., Dias, K., Pereira, L., Azevedo, M., & Sousa, E. (2011). [Auditory processing evaluation in children born preterm]. *Jornal Da Sociedade Brasileira De Fonoaudiologia*, 23(2), 95-101. doi:10.1590/S2179-64912011000200003

Gannon, P. J., Holloway, R. L., Broadfield, D. C., & Braun, A. R. (1998). Asymmetry of chimpanzee planum temporale: Humanlike pattern of Wernicke's brain language area homolog. *Science*, 279(5348), 220-222. doi:10.1126/science.279.5348.220

Gerard, C., & Rigaut, C. (1994). Patterns prosodiques et intentions des locuteurs: Le rôle crucial des variables temporelles dans la parole. *Le Journal De Physique*, 4(5), 505-508. doi:10.1051/jp4:19945107

Geschwind, N., & Levitsky, W. (1968). Human brain : Left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 161(3837), 186-187.

Gopal, K., & Pierel, K. (1999). Binaural interaction component in children at risk for central auditory processing disorders. *Scandinavian Audiology*, 28(2), 77-84.

Gozzo, Y., Vohr, B., Lacadie, C., Hampson, M., Katz, K., Maller-Kesselman, J., Schneider, K., Peterson, B., Rajeevan, N., Makuch, R., Constable, R. & Ment, L. (2009). Alterations in neural connectivity in preterm children at school age. *Neuroimage*, 48(2), 458-63. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.06.046

Granier-Deferre, C., & Busnel, M. (2011). L'audition pré natale, quoi de neuf ? *Spirale*, 59(3), 17-32. doi:10.3917/spi.059.0017

Guzzetta, F., Conti, G., & Mercuri, E. (2011). Auditory processing in infancy: Do early abnormalities predict disorders of language and cognitive development? *Developmental Medicine and Child Neurology*, 53(12), 1085-1090. doi:10.1111/j.1469-8749.2011.04084.x

Habib, M. (2009). Développement de la dominance cérébrale : Revue des données disponibles et proposition d'une hypothèse originale. *Développements*, 2(2), 5-26. doi:10.3917/devel.002.0005

Haton, J.-P., Bonneau, A., Fohr, D., Laprie, Y., Gong, Y., & Pierrel, J.-M. (1990). Décodage acoustico-phonétique : problèmes et éléments de solution. *Traitement du Signal*, 7(4), 293–313.

Heine, C., & O'Halloran, R. (2015). Central Auditory Processing Disorder: A systematic search and evaluation of clinical practice guidelines. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 21(6), 988-994. doi:10.1111/jep.12494

Heine, C., Slone, M., & Wilson, W. (2016). Educators as Referrers for Central Auditory Processing Assessments. *SAGE Open*, 6(3).

Hickson, F., & Newton, V. (2000). Central Auditory Processing Disorder (CAPD) in children: What is it and what are the issues surrounding it? *Deafness & Education International*, 2(2), 75-85. doi:10.1002/dei.75

Hienz, R.D., Stiles, P., & May, B.J. (1998). Effects of bilateral olivocochlear lesions on vowel formant discrimination in cats. *Hearing Research*, 116(1), 10-20.

Hirsch, I.J. (1948). The influence of interaural phase on interaural summation and inhibition. *J Acoust Soc Am* 20 (4), p.536–544.

Hugdahl, K., Bronnick, K., Kyllingsbaek, S., Law, Gade, & Paulson. (1999). Brain activation during dichotic presentations of consonant-vowel and musical instrument stimuli : A 150-PET study. *Neuropsychologia*, 37 (4), 431-40. doi:10.1016/S0028-3932(98)00101-8

Kimura, D. (1964). Left-right differences in the perception of melodies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 16(4), 355-358.

Kimura, D. (2011). From ear to brain. *Brain and Cognition*, 76(2), 214-217. doi:10.1016/j.bandc.2010.11.009

Koravand, A., Jutras, B., & Lassonde, M. (2017). Abnormalities in cortical auditory responses in children with central auditory processing disorder. *Neuroscience*, 346, 135-148. doi:10.1016/j.neuroscience.2017.01.011

Lackner, J., & Teuber, H. (1973). Alterations in auditory fusion thresholds after cerebral injury in man. *Neuropsychologia*, 11(4), 409-415.

Lacroze, V. (2015). Prématurité: Définitions, épidémiologie, étiopathogénie, organisation des soins. *Journal De Pediatrie Et De Puericulture*, 28(1), 47-55. doi:10.1016/j.neuroscience.2017.01.011

Lafon, J. (1960). La reconnaissance phonétique et sa mesure. *Annales Des Télécommunications*, 15(1), 27-37. doi:10.1007/BF03021151

Langer, B., Sénat, M.-V., & Sentilhes, L. (2016). Prévention de la prématurité spontanée et de ses conséquences (hors rupture des membranes): Recommandations pour la pratique clinique — Introduction. *Journal de Gynecologie Obstetrique et Biologie de la Reproduction*. doi: 10.1016/j.jgyn.2016.09.027

Lazard, D.-S., Collette, J.-L., Sterkers, O., & Perrot X. (2010). Conséquences et implications de l'asymétrie périphérique et hémisphérique du système auditif dans le traitement de la parole. *Les Cahiers de l'Audition*, 23(6), 18-21.

Le Driant, B., & Vandromme, L. (1999). Evolution de la discrimination auditive du prématuré ayant vécu en incubateur. *Enfance*, 52 (1), 53 – 66.

Leversen, K., Sommerfelt, K., Rønnestad, A., Kaaresen, P., Farstad, T., Skranes, J., ... Markestad, T. (2011). Prediction of neurodevelopmental and sensory outcome at 5 years in Norwegian children born extremely preterm. *Pediatrics*, 127(3), E630-8. doi:10.1542/peds.2010-1001

Lewis, D., Hoover, B., Choi, S., & Stelmachowicz, P. (2010). Relationship between speech perception in noise and phonological awareness skills for children with normal hearing. *Ear Hear*, 31(6), 761-768. doi:10.1097/AUD.0b013e3181e5d188.

Licklider, J.C.R. (1948). The influence of interaural phase relations upon the masking of speech by white noise. *J Acoust Soc Am* 20 (2), 150–159.

Lignes directrices canadiennes relatives au trouble du traitement auditif chez les enfants et les adultes : Evaluation et intervention. GDCI 2012. Retrieved from : <http://www.ooaq.qc.ca/publications/doc-documents/Lignes-directrices-canadiennes.pdf>

Lina-Granade, G., & Truy, E. (2017). Stratégie diagnostique et thérapeutique devant une surdité de l'enfant. *Journal De Pediatrie Et De Puericulture*, 30(5-6), 228-248.

Litovsky, R. (2015). Development of the auditory system. *Handbook of Clinical Neurology*, 129, 55-72. doi: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00003-2

Manning, & Thomas-Antérion. (2011). Marc Dax and the discovery of the lateralisation of language in the left cerebral hemisphere. *Revue Neurologique*, 167(12), 868-872. doi:10.1016/j.neurol.2010.10.017

Marion, P. (2014). Le paradigme d'écoute dichotique : état des recherches et données développementales. *Revue De Neuropsychologie*, 6(1), 59-68. doi:10.1684/nrp.2014.0294

Marret, S., Chollat, C., De Quelen, R., Pinto Cardoso, G., Abily-Donval, L., Chadie, A ... Ancel, P.-Y. (2015). Parcours et développement neurologique et comportemental de l'enfant prématuré. *Archives De Pédiatrie*, 22(2), 195-202. doi:10.1016/j.arcped.2014.11.016

Masquelier, M.-P. (2011). Remédiation des troubles auditifs centraux chez les enfants. *Les Cahiers de l'Audition*, 24(1), 37-45.

Medwetsky, L. (2011). Spoken Language Processing Model: Bridging Auditory and Language Processing to Guide Assessment and Intervention. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42(3), 286-296. doi: 10.1044/0161-1461(2011/10-0036)

Mikkola, K., Kushnerenko, E., Partanen, E., Serenius-Sirve, S., Leipälä, J., Huotilainen, M. & Fellman, V. (2007). Auditory event-related potentials and cognitive function of preterm children at five years of age. *Clinical Neurophysiology*, 118(7), 1494-502. doi: 10.1016/j.clinph.2007.04.012

Musiek, F., Pinheiro, M. & Wilson, D. (1978). Processing of temporal patterns by split brain patients. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 63(1), 31. doi: 10.1121/1.2016600

Musiek, F. (1983). Results of three dichotic speech tests on subjects with intracranial lesions. *Ear Hear*, (4), 318-323.

Musiek, F. (1994). Frequency (Pitch) and Duration Pattern Tests. *J Am Academy Audiology* (5), 265 – 268.

Musiek, F., Baran, J., Bellis, J., Chermak, G., Hall, J., Keith, R., ... Nagle, S. (2010). Diagnosis, Treatment, and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. Clinical Practice Guidelines. *American Academy of Audiology*.

Musiek, F., & Chermak, G. (2015). Psychophysical and behavioral peripheral and central auditory tests. *Handbook of Clinical Neurology*, 129, p.313-32. doi:10.1016/B978-0-444-62630-1.00018-4

Nair, P., & Basheer, B. (2017). Influence of temporal resolution skills in speech discrimination abilities of older subjects. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 37(1), 58-62.

Nosarti, C. M., Rushe, T. W., Woodruff, P. L., Stewart, A., Rifkin, L., & Murray, R. (2004). Corpus callosum size and very preterm birth: Relationship to neuropsychological outcome. *Brain*, 127(9), 2080-2089. doi: 10.1093/brain/awh230

Organisation Mondiale de la Santé. (2017, novembre). Naissances prématurées. Retrieved from : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs363/fr/>

Perlaki, G., Horvath, R., Orsi, G., Aradi, M., Auer, T., Varga, E., . . . Janszky, J. (2013). White-matter microstructure and language lateralization in left-handers: A whole-brain MRI analysis. *Brain and Cognition*, 82(3), 319-328. doi:10.1016/j.bandc.2013.05.005

Perrot, X. (2010). Anatomie et physiologie du système nerveux auditif central. *Les Cahiers de l'Audition*, 23(6), 5-16.

Phillips, D. (1999). Auditory gap detection, perceptual channels, and temporal resolution in speech perception. *J Am Acad Audiol*, 10(6), 343-354.

Piotr Skarzynski, H., Andrzej Włodarczyk, W., Krzysztof, K., Adam, P., Wiktor Jedrzejczak, W., Lukasz, O., ... Henryk, S. (2015). Central auditory processing disorder (CAPD) tests in a school-age hearing screening programme – analysis of 76,429 children. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 22(1), 90-95. doi:10.5604/12321966.1141375

Richard, C., Jeanvoine, A., Veuillet, E., Moulin, A., & Thai-Van, H. (2010). Exploration électrophysiologique des voies auditives sous-corticales chez l'humain : Du clic au son de parole.

Neurophysiologie Clinique / Clinical Neurophysiology, 40(5), 267-279.
doi:10.1016/j.neucli.2010.08.002

Roup, C.-M. (2011). Dichotic Word Recognition in Noise and the Right-Ear Advantage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(1), 292-297. doi:10.1044/1092-4388(2010/09-0230)

Rousseau, F., & Girard, N. (2013). Can we analyze the cerebral development of preterm newborns?. *Médecine Sciences*, 29(10), 828-31. doi:10.1051/medsci/20132910005

Saigal, S., & Doyle, L.-W. (2008). An overview of mortality and sequelae of preterm birth from infancy to adulthood. *The Lancet*, 371(9608), 261-269. doi:10.1016/S0140-6736(08)60136-1

Scott, S., & Wise, R. (2004). The functional neuroanatomy of prelexical processing in speech perception. *Cognition*, 92(1-2), 13-45.

Sinnott, J., & Aslin, R. (1985). Frequency and intensity discrimination in human infants and adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 78(6), 1986-1992.

Snell, K., Ison, J.R. & Frisina, D.R. (1994). The effects of signal frequency and absolute bandwidth on gap detection in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 96(3), 1458-1464.

Sterkers-Artières, F., Vincent, C., & Société française d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervico-faciale auteur. (2014). *Audiométrie de l'enfant et de l'adulte : Rapport 2014 de la Société française d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervico-faciale*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.

Stuart, A. (2005). Development of auditory temporal resolution in school-age children revealed by word recognition in continuous and interrupted noise. *Ear and Hearing*, 26(1), 78-88.

Tallal, P., Miller, S.L., Bedi, G., Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S., ... Merzenich, M. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271(5245), 81-4.

Thai-Van, H., & Veuillet, E. (2013). Évaluation de l'écoute dichotique chez l'enfant dyslexique. *Canadian Acoustics - Acoustique Canadienne*, 41(2), 13-20.

Therien, J., Worwa, C., Mattia, F., & DeRegnier, R. (2004). Altered pathways for auditory discrimination and recognition memory in preterm infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46(12), 816-824. doi:10.1111/j.1469-8749.2004.tb00447.x

Waterlot, P.-E. & Collette, J.-L. (2012). Exploration des troubles centraux de l'audition. *Les Cahiers de l'Audition*, 25 (1), 64-66.

Westerhausen, R., & Hugdahl, K. (2008). The corpus callosum in dichotic listening studies of hemispheric asymmetry: A review of clinical and experimental evidence. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32(5), 1044-1054.

Wolke, D., Samara, M., Bracewell, M. & Marlow, N. (2008). Specific Language Difficulties and School Achievement in Children Born at 25 Weeks of Gestation or Less. *The Journal of Pediatrics*, 152(2), 256-262. doi:10.1016/j.jpeds.2007.06.043

Yalçinkaya, F., & Keith, R. (2008). Understanding auditory processing disorders. *Turkish Journal of Pediatrics*, 50(2), 101-105.

Yalçinkaya, F., Muluk, N.B., Ataş, A. & Keith, R.W. (2009). Random Gap Detection Test and Random Gap Detection Test-Expanded results in children with auditory neuropathy. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73(11), 1558-1563.

Annexes

Annexe 1 : Correspondance anatomo-fonctionnelle pour les différentes structures auditives (Perrot, 2010)

Niveau anatomique		Structures auditives	Origine de l'information auditive	Organisation tonotopique		Rôle fonctionnel
				BF	HF	
SA périphérique	Organe sensoriel de l'audition (cochlée)	Organe de Corti	Oreille externe et moyennes ipsilatérales	A	B	Transduction auditive (encodage neuronal du stimulus acoustique)
	VA afférentes périphériques (VA rétro-cochléaires)	Nerf cochléaire	Cochlée ipsilatérale	C	P	Transmission de l'influx nerveux auditif au système auditif central
SA centrale	VA afférentes centrales (VA ascendantes) et relais auditifs centraux	Noyau cochléaire	Monaurale (nerf cochléaire ipsilatéral)	V	D	Décodage des sons simples (intensité, fréquence, durée) ; transmission d'informations spectrales et des modulations
	Complexe olivaire supérieur	Binaurale (OSL-OSM : bilatérale, CT : contro> ipsi, NPO : ipsi>contro)		DL	VM	Localisation spatiale auditive (interactions binaurales) : OSM : DIT (+ réflexe olivoco-chléaire), OSL : DII (+ réflexe acoustico-facial)
	Noyaux du lemniscus latéral	Binaurale (NDLL : bilatérale, NVLL : contro)		D	V	Localisation spatiale auditive (DIP)
	Colliculus inférieur	Binaurale (noyaux sous-colliculaires ipsi et contro)		DL	VM	CIC : traitement des sons complexes et localisation spatiale auditive ; CIE : intégration multimodale et réflexe acoustico-moteur

Annexe 2 : Questionnaire anamnestique

NOM :

Prénom :

Date de naissance :

Âge :

Scolarité :

Suivis actuels ou antérieurs : Logopédie : oui / non
(année/classe).....

SANTE

Grossesse et naissance

- **Grossesse :** normale / pathologique / alitée
(préciser :)
- **Age gestationnel :**
- **Poids de naissance :**
- **Périmètre crânien :**

Interventions

- **Hospitalisations :** oui / non (préciser :)

Maladies

- **Oties :** oui / non (préciser :)
- **Allergies :** oui / non (préciser :)
- **Autres :**
.....

DEVELOPPEMENT DU LANGAGE

- **Premiers mots :** (date/âge)
- **Premières Phrases :** (date/âge)
- **Difficultés à signaler :**

.....

.....

.....

.....

Annexe 3 : Lettre d'informations à destination des parents



Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education

Liège, Septembre 2017

Aux parents de

Madame, Monsieur,

Une étude portant sur le suivi de l'audition centrale des enfants nés prématurément va être réalisée par le service Oto-Rhino-Laryngologue (ORL) du Centre Hospitalier Régional (CHR) de la Citadelle et du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Liège. Cette étude entrera dans le cadre de mon mémoire, en vue de l'obtention du grade de Master en Logopédie.

Votre enfant étant soumis annuellement à des examens de contrôle en raison de sa prématurité, nous vous proposons d'effectuer un bilan d'audition supplémentaire lors de ces contrôles. Celui-ci sera réalisé gratuitement, à raison d'une séance de quarante minutes environ. Les résultats vous seront transmis une fois ceux-ci traités.

L'étude consiste en l'évaluation de l'audition centrale, essentielle pour le décodage des stimuli acoustiques. L'objet de notre projet est d'explorer l'utilité du Bilan Auditif Central – BAC dans une population pédiatrique caractérisée par une prématurité et ainsi d'évaluer différents processus de l'audition centrale chez des sujets prématurés âgés actuellement de 6 à 7 ans, afin de déterminer l'impact à long terme de la prématurité sur la maturation de ces différents processus. Nous évaluerons également les seuils différentiels auditifs de votre enfant via le « Wave Discriminator Test » afin d'objectiver ou non une différence entre les sujets prématurés et les sujets nés à terme.

Si vous acceptez de faire partie de notre étude ou si vous avez la moindre question, merci de prendre contact avec nous via le numéro suivant : 0494/76.74.87 ou via l'adresse électronique suivante : Sarah.Wuidar@student.ulg.ac.be. Nous nous ferons un plaisir de vous recontacter dans les plus brefs délais afin de fixer les modalités.

Veuillez agréer Madame, Monsieur, l'expression de nos sincères salutations.

Docteur Demanez Laurent

Service d'ORL, d'audiophonologie
et de chir. cervico-faciale
C.H.U. Sart Tilman

Wuidar Sarah

Deuxième Master en Logopédie,
à finalité Communication et Handicap
(Surdité)
Université de Liège

Annexe 4 : Formulaire de consentement (parents)



FACULTE DE PSYCHOLOGIE, LOGOPEDIE
ET DES SCIENCES DE L'EDUCATION

COMITE D'ETHIQUE

Président : Fabienne Collette
Secrétaire : Stéphane Adam

CONSENTEMENT ECLAIRE POUR DES RECHERCHES IMPLIQUANT DES SUJETS HUMAINS

Titre de la recherche	Evaluation des processus auditifs centraux, chez des enfants nés prématulement âgés actuellement de 6 – 7 ans, via le Bilan Auditif Central [BAC] et le Wave Discriminator Test.
Chercheur responsable	Wuidar Sarah
Promoteur	DEMANEZ Laurent
Service et numéro de téléphone de contact	Adresse courriel : Sarah.Wuidar@student.ulg.ac.be Numéro de téléphone : 0494/76.74.87

Je, soussigné(e), , en ma qualité de père, mère, tuteur ou tutrice de , déclare :

- avoir reçu, lu et compris une présentation écrite de la recherche dont le titre et le chercheur responsable figurent ci-dessus ;*
- avoir pu poser des questions sur cette recherche et reçu toutes les informations que je souhaitais.*

Je sais que, en ce qui concerne :

- je peux à tout moment mettre un terme à sa participation à cette recherche sans devoir motiver ma décision et sans que quiconque subisse aucun préjudice ;*
- son avis sera sollicité et il pourra également mettre un terme à sa participation à cette recherche sans devoir motiver sa décision et sans que quiconque subisse aucun préjudice ;*
- je peux contacter le chercheur pour toute question ou insatisfaction relative à sa participation à la recherche ;*
- les données recueillies seront strictement confidentielles et il sera impossible à tout tiers non autorisé de l'identifier ;*
- je peux demander à recevoir les résultats de sa participation à la recherche et à bénéficier d'un retour approprié de la part du chercheur.*

J'autorise le chercheur responsable à communiquer les résultats de (à spécifier selon le cas : mon enfant....) à (spécifier selon la recherche: son enseignant, le neurologue qui le suit....)

oui - non

Au cas où les résultats de (idem) conduiraient à suspecter chez lui l'existence ou le risque d'un problème de santé psychologique ou physique :

- *je désire en être informé* *oui - non*
- *je désire qu'on prévienne (titre, nom, prénom et coordonnées de la personne à prévenir).*

Je donne mon consentement libre et éclairé pour que participe en tant que sujet à cette recherche.

Lu et approuvé,

Date et signature

Annexe 5 : Formulaire de consentement (enfants)



**FACULTE DE PSYCHOLOGIE, LOGOPEDIE
ET DES SCIENCES DE L'EDUCATION**

COMITE D'ETHIQUE

**Président : Fabienne Collette
Secrétaire : Stéphane Adam**

Formulaire d'information et de consentement pour des enfants

1) But et procédure de l'étude

Bonjour, je m'appelle Sarah Wuidar, je m'intéresse à la façon dont tu entends les sons, et plus particulièrement à la façon dont tu comprends les messages que tu entends. Je voudrais te demander de m'aider en faisant quelques exercices avec moi. Ce sont des sortes de petits jeux, pas du tout difficiles. Voilà ce que tu vas devoir faire : je te mettrai un casque sur les oreilles et tu devras répéter ce que tu entends. Parfois, ce sera un mot, parfois un chiffre, ou tu devras même à certains moments me rappeler plusieurs choses à la fois. Tu verras, c'est assez amusant ! Cela se déroule en une séance qui prendra environ une heure. Je vais faire cela avec plein d'enfants, et de cette façon, je pourrai mieux comprendre comment vous comprenez les différents messages autour de vous.

2) Information sur l'accord des parents

Avant de te voir, j'ai demandé à tes parents si ils étaient d'accord que je travaille avec toi, et ils ont dit qu'ils étaient d'accord.

3) Confidentialité et accord volontaire

Maintenant que je t'ai expliqué en quoi consiste mon projet, es-tu d'accord d'y participer ? Mais tu sais, tu n'es pas obligé de dire oui, tu peux très bien ne pas le faire si tu n'en as pas envie. En plus, si tu commences et que tu n'as plus envie de continuer, il suffit de me le dire et on arrêtera les activités sans problème. Ce ne sera pas grave du tout, tu ne devras pas m'expliquer pourquoi. Ok ? Alors, tu es d'accord ?

Il faut aussi que je te dise que ce que tu vas faire avec moi, ça va rester entre nous, je n'irai pas raconter comment tu as travaillé avec moi ni à ton institutrice, ni à tes parents, je leur dirai juste que tout s'est bien passé s'ils me le demandent. Par contre, toi tu peux leur raconter comment ça s'est passé si tu en as envie. Mais tu n'es pas obligé de leur raconter si tu n'en as pas envie, c'est comme tu veux.

Est-ce que tu as bien compris tout ce que je viens de dire, je sais que c'est un peu compliqué tout ça mais c'est vraiment important pour moi que tu sois d'accord de faire les exercices, que tu saches que tu peux arrêter quand tu veux et que tout ce qui est dit ici je ne le raconterai à personne mais toi tu peux en parler à qui tu veux.

Avant qu'on commence à faire les exercices, est-ce que tu as une question pour moi ?

Vérification d'explications données par l'investigateur

Je soussigné(e), _____ (nom de l'investigateur), avoir expliqué le but et la nature de cette étude à _____ (nom du participant) dans un langage approprié selon l'âge du participant. Il/Elle a eu l'opportunité de parler de l'étude avec moi de façon détaillée. J'ai répondu à toutes ses questions et il/elle a donné son assentiment à sa participation dans cette étude.

Signature de l'investigateur :

Date :

Annexe 6 : Lettre de résultats à destination des parents



Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education

Liège, Mai 2018

Aux parents de

Madame, Monsieur,

Dans le but d'avancer dans les recherches à propos de l'impact de la prématurité sur le développement des processus auditifs centraux, votre enfant a été soumis à différents tests auditifs. Nous vous remercions grandement pour l'intérêt porté à cette étude. L'audition périphérique (c'est-à-dire la capacité à détecter les sons) de votre enfant s'est révélée tout à fait normale.

Nous avons ensuite évalué différents processus auditifs centraux (responsables de l'analyse des informations auditives) afin de déterminer si la prématurité est une situation susceptible de retarder la maturation de ces différents processus. Nous vous transmettons, dans la présente lettre, les résultats généraux de notre étude, ceux-ci représentant les moyennes des résultats obtenus par l'ensemble des enfants testés, et non les résultats individuels de votre enfant.

Comme attendu, les enfants prématurés sont globalement moins performants lorsqu'il s'agit de se concentrer sur un ou deux stimuli de parole différents présentés simultanément aux deux oreilles. Ils ont également éprouvé plus de mal à répéter des mots et à détecter de petites variations sonores. Nous interprétons ces difficultés comme étant le résultat d'un retard *provisoire* de maturation.

Concrètement, votre enfant pourrait présenter des difficultés à comprendre des messages lorsqu'il y a beaucoup de bruit ou lors d'une conversation lorsque plusieurs personnes parlent en même temps. Le manque de performance des processus auditifs centraux pourrait également aller de pair avec un retard de langage. Cependant, il ne faut pas oublier que la maturation de ces processus peut se poursuivre jusqu'à la fin de l'adolescence. Rappelons également que nos analyses portent sur les moyennes des performances obtenues par les enfants prématurés. De grandes différences interindividuelles peuvent ainsi être dissimulées derrière ces résultats, certains enfants prématurés obtenant des résultats comparables voire supérieurs aux enfants nés à terme. En outre, notre étude portait sur un domaine extrêmement ciblé, les résultats ne peuvent donc être interprétés de manière isolée, des composantes

langagières, attentionnelles, mnésiques, etc. intervenant grandement dans ces processus. Nous pouvons d'ailleurs noter l'importance, à ce niveau, des bilans neurocognitifs et langagiers.

Nous pouvons cependant vous donner quelques recommandations faciles à mettre en place dans la vie de tous les jours afin de favoriser cette maturation : diminuer la surcharge auditive et donc veiller à ce que plusieurs personnes ne parlent pas en même temps lors des repas par exemple pour s'assurer que le message ait bien été compris par l'enfant, diminuer le niveau sonore de votre télévision, s'assurer que votre enfant localise bien la source sonore, dans le but de faciliter l'accès à l'information, vous assurer également de la bonne compréhension d'un message dans des milieux bruyants,...

Nous restons à votre entière disposition pour de plus amples informations. Veuillez agréer Madame, Monsieur, l'expression de nos sincères salutations.

Docteur Demanez Laurent
Service d'ORL, d'audiophonologie
et de chir. cervico-faciale
C.H.U. Sart Tilman

Wuidar Sarah
Deuxième Master en Logopédie,
à finalité Communication et Handicap
(Surdité)
Université de Liège

Annexe 7: Bilan Auditif central [BAC] - Protocole (Demanez, J.-P. & Demanez, L.)



Test Dichotique

NOM :
Prénom :
DN :
Date examen :
Age :
Examinateur :

Enfant

Ordre	Facile					Difficile				
	Oreille désignée					Oreille non désignée				
	8	2	6	10	5	9	1	7	3	4
S/test	1 Ch.	2 Ch.	Su.B	Su.A	1 Syl.	1 Ch.	Su.B	Su.A	1 Syl.	2 Ch.
Complet										
Excl. Dr.										
Excl. Ga.										

Adul

Ordre	Facile					Difficile				
	Oreille désignée					Oreille non désignée				
	8	6	10	2	4	1	7	3	5	9
S/test	2 Ch.	Su.B	Su.A	3 Ch.	2 Ad.	Su.B	Su.A	2 Ch.	2 Ad.	3 Ch.
Complet										
Excl. Dr.										
Excl. Ga.										

Aptitude dichotique :	%	
Prévalence d'oreille :		%
t.stat. :		

Audiométrie vocale dans le bruit – LAFON 60

Essais :

SB : bois
 coude
 AB : tronc
 chatte

Liste I :

	SB	AB		SB	AB		SB	AB
N	narre		J	jarre		J	gène	
OE	meurt		B	bar		P	pois	
N	Nîmes		S	seize		CH	chêne	
G	gare		T	tard		K	quel	
CH	chyle		F	far		M	maine	
F	fez		ON	tonte		R	reine	
IN	pinte		N	naine		K	casse	
Z	rase		F	faine		P	pelle	
E	feu		T	tel		S	saine	
IN	inte		V	mine		P	mine	

Score SB : _____ Score AB : _____

Liste II :

	SB	AB		SB	AB		SB	AB
K	quinte		K	car		L	loi	
J	rage		J	Gilles		G	gaine	
V	rave		V	Var		N	noix	
D	dard		P	ponte		S	chausse	
B	bile		V	ville		F	foi	
N	Nil		D	doit		B	bois	
A	tâte		K	quoi		F	chauffe	
CH	chaise		O	môle		V	voix	
F	fil		CH	chose		ON	ronce	
P	pile		N	nasse		T	tasse	

Score SB : _____ Score AB : _____

Liste I et II : Score SB : Score AB :

Un substantif (A) oreille non désignée

DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE
navet	rideau		
maison	radis		
râteau	lapin		
cheveu	fusil		
charbon	cordon		
santé	tapis		
gâteau	guichet		
bidon	divan		
volcan	marteau		
gazon	neveu		
souris	parent		
frisson	crochet		

Rép. complètes :

Dr. Excl. :

Ga. Excl. :

Protocole

Un substantif (A) oreille désignée

DROITE		GAUCHE		DROITE		GAUCHE	
radis		maison					
rideau		navet					
tapis		santé		tapis		santé	
parent		souris		parent		souris	
guichet		gâteau		guichet		gâteau	
fusil		cheveu		fusil		cheveu	
neveu		gazon		neveu		gazon	
lapin		râteau		lapin		râteau	
crochet		frisson		crochet		frisson	
cordon		charbon		cordon		charbon	
divan		bidon		divan		bidon	
marteau		volcan		marteau		volcan	

Rép. complètes :

Dr. Excl. :

Ga. Excl. :

Un substantif (B) oreille non désignée

DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE
château	sapin		
dessin	bouchon		
patin	képi		
fumée	chameau		
lutin	mouton		
salon	forêt		
gamin	ballon		
sapin	château		
vélo	gilet		
savon	ciseau		
ruban	nougat		
bouchon	dessin		

Protocole

Un substantif (B) oreille non désignée

DROITE		GAUCHE		DROITE		GAUCHE	
gamin		ballon					
vélo		gilet					
forêt		salon		forêt		salon	
mouton		lutin		mouton		lutin	
képi		patin		képi		patin	
ciseau		savon		ciseau		savon	
chameau		fumée		chameau		fumée	
nougat		ruban		nougat		ruban	
château		sapin		château		sapin	
ballon		gamin		ballon		gamin	
dessin		bouchon		dessin		bouchon	
gilet		vélo		gilet		vélo	

Rép. complètes :		Dr. Excl. :		Ga. Excl. :	
------------------	--	-------------	--	-------------	--

Une syllabe oreille non désignée

DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE
GA	BI		
LI	MA		
BI	DA		
NA	LI		
GI	BA		
DI	GA		
NI	LA		
DA	GI		
MI	NA		
MA	NI		
BA	DI		
LA	MI		

Rép. complètes :

Dr. Excl. :

Ga. Excl. :

Protocole

Une syllabe oreille désignée

DROITE		GAUCHE		DROITE		GAUCHE	
GA		DI					
NI		MA					
DI		BA		DI		BA	
NI		LA		MI		LA	
GI		DA		GI		DA	
BA		GI		BA		GI	
NA		MI		NA		MI	
BI		GA		BI		GA	
LA		NI		LA		NI	
DA		BI		DA		BI	
LI		NA		LI		NA	
MA		LI		MA		LI	

Rép. complètes :

Dr. Excl. :

Ga. Excl. :

Trois chiffres oreille non désignée

DROITE	GAUCHE
6 8 10	9 5 7
5 3 6	7 4 10
5 6 4	8 10 3
9 4 6	7 3 8
7 6 5	10 8 9
5 8 3	9 7 4
7 9 10	8 6 5
6 9 8	7 10 5
9 5 7	6 8 10
3 8 6	4 5 7
7 4 10	5 3 6
10 7 5	9 6 4

Rép. complètes :	Excl. :	Ga. Excl. :
------------------	---------	-------------

Protocole

DROITE		GAUCHE		DROITE		GAUCHE	
9 5 7		6 8 10					
7 4 10		5 3 6					
9 7 4		5 8 3		9 7 4		5 8 3	
4 5 7		3 8 6		4 5 7		3 8 6	
8 10 3		5 6 4		8 10 3		5 6 4	
8 6 5		7 8 10		8 6 5		7 9 10	
7 3 8		9 4 6		7 3 8		9 4 6	
5 3 6		7 4 10		5 3 6		7 4 10	
6 8 10		9 5 7		6 8 10		9 5 7	
9 6 4		10 7 5		9 6 4		10 7 5	
10 8 9		7 6 5		10 8 9		7 6 5	
7 10 5		6 9 8		7 10 5		6 9 8	

Rép. complètes :		Dr. Excl. :		Ga. Excl. :	
------------------	--	-------------	--	-------------	--

Deux chiffres oreille non désignée

DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE
9 6	10 7		
6 8	9 5		
5 6	8 10		
9 4	7 3		
7 6	10 8		
5 8	9 7		
7 9	8 6		
6 9	7 10		
9 5	6 8		
3 8	4 5		
7 4	5 3		
10 7	9 6		

Rép. complètes : Dr. Excl. : Ga. Excl. :

Protocole

Deux chiffres oreille désignée

DROITE		GAUCHE		DROITE		GAUCHE	
9 5		6 8					
10 7		9 6					
8 6		7 9		8 6		7 9	
4 5		3 8		4 5		3 8	
9 6		10 7		9 6		10 7	
6 8		9 5		6 8		9 5	
10 8		7 6		10 8		7 6	
7 10		6 9		7 10		6 9	
5 3		7 4		5 3		7 4	
9 7		5 8		9 7		5 8	
7 3		9 4		7 3		9 4	
8 10		5 6		8 10		5 6	

Rép. complètes : Dr. Excl. : Ga. Excl. :

Deux adjectifs oreille non désignée

DROITE	GAUCHE	DROITE	GAUCHE
mûr cher	riche sage		
mat nu	vif rond		
brun doux	grand beau		
drôle gras	brave bleu		
creux blanc	plat gros		
court gai	pur bon		
blond rouge	gris jeune		
mou sourd	lent fort		
rude sain	noir chaud		
vide lâche	jaune mince		
lourd rose	raide mauve		
roux sot	laid faux		

 Rép. complètes :

 Dr. Excl. :

 Ga. Excl. :

Protocole

DROITE		GAUCHE		DROITE		GAUCHE	
vif rond		mat nu					
riche sage		mûr cher					
lent fort		mou sourd		lent fort		mou sourd	
plat gros		creux blanc		plat gros		creux blanc	
raide mauve		lourd rose		raide mauve		lourd rose	
pur bon		court gai		pur bon		court gai	
brave bleu		drôle gras		brave bleu		drôle gras	
grand beau		brun doux		grand beau		brun doux	
gris jeune		blond rouge		gris jeune		blond rouge	
noir chaud		rude sain		noir chaud		rude sain	
laid faux		roux sot		laid faux		roux sot	
jaune mince		vide lâche		jaune mince		vide lâche	

 Rép. complètes :

 Dr. Excl. :

 Ga. Excl. :

Duration Patterns (1000 Hz, C = 250ms, L = 500 ms)

	Bi	Dr	Ga		Bi	Dr	Ga		Bi	Dr	Ga
1	LLC			11	LCL			21	LCL		
2	LCC			12	CLL			22	CLC		
3	CLL			13	CCL			23	LCC		
4	CCL			14	LCL			24	CLL		
5	CLC			15	CLC			25	LLC		
6	LCL			16	LCC			26	CLL		
7	LCC			17	CLL			27	LCL		
8	LLC			18	LLC			28	LCC		
9	CCL			19	CCL			29	CCL		
10	CLC			20	LLC			30	CLC		

/10 /10 /10 /10 /10 /10 /10
 en miroir en miroir en miroir en miroir en miroir en miroir
 musé musé musé musé musé musé

Protocole

Pitch Patterns (B = 800 Hz, H = 1122Hz)

	Bi	Dr	Ga		Bi	Dr	Ga		Bi	Dr	Ga
1	BHH			11	BHB			21	BHB		
2	BHH			12	HBB			22	HBH		
3	HBB			13	HBB			23	BHH		
4	HHB			14	BHB			24	HBB		
5	HBH			15	HBH			25	BBH		
6	BHB			16	BHH			26	HBB		
7	BHH			17	HBB			27	BHB		
8	BBH			18	BBH			28	BHH		
9	HHB			19	HHB			29	HHB		
10	HBH			20	BBH			30	HBH		

/10 /10 /10 /10 /10 /10
 en miroir en miroir
 musé musé

/20 /20 /20

Annexe 8 : Grilles créées pour la passation du « Wave Discriminator Test » (Demanez, J.-P.)

NOM :

Prénom :

Delta dB 0,4 – 4 dB

00 : 13	0,8 dB	
00 : 18	1,2 dB	
00 : 25	1,6 dB	
00 : 29	2,0 dB	
00 : 32	2,5 dB	
00 : 37	1,2 dB	
00 : 43	0,4 dB	
00 : 47	3,0 dB	
00 : 53	0,8 dB	
00 : 56	3,0 dB	
01 : 01	1,6 dB	
01 : 08	0,8 dB	
01 : 14	4,0 dB	
01 : 17	2,5 dB	
01 : 22	2,0 dB	
01 : 25	1,6 dB	
01 : 32	1,6 dB	
01 : 37	2,5 dB	
01 : 41	4,0 dB	
01 : 47	1,2 dB	
01 : 53	0,4 dB	
01 : 56	2,0 dB	
02 : 03	1,2 dB	
02 : 10	0,8 dB	

Total : /24

Delta Hz 1 – 14 Hz

00 : 13	2 Hz	
00 : 18	3 Hz	
00 : 25	4 Hz	
00 : 29	6 Hz	
00 : 32	8 Hz	
00 : 37	3 Hz	
00 : 43	1 Hz	
00 : 47	10 Hz	
00 : 53	2 Hz	
00 : 56	10 Hz	
01 : 01	4 Hz	
01 : 08	2 Hz	
01 : 14	14 Hz	
01 : 17	8 Hz	
01 : 22	6 Hz	
01 : 25	4 Hz	
01 : 32	4 Hz	
01 : 37	8 Hz	
01 : 41	14 Hz	
01 : 47	3 Hz	
01 : 53	1 Hz	
01 : 56	6 Hz	
02 : 03	3 Hz	
02 : 10	2 Hz	

Total : /24

Gap 1 – 30 ms

00 : 10	2 ms	
00 : 15	4 ms	
00 : 20	6 ms	
00 : 25	10 ms	
00 : 30	14 ms	
00 : 35	4 ms	
00 : 40	1 ms	
00 : 45	22 ms	
00 : 50	2 ms	
00 : 55	22 ms	
01 : 00	6 ms	
01 : 05	2 ms	
01 : 10	30 ms	
01 : 15	14 ms	
01 : 20	10 ms	
01 : 25	6 ms	
01 : 30	6 ms	
01 : 35	14 ms	
01 : 40	30 ms	
01 : 45	4 ms	
01 : 50	1 ms	
01 : 55	10 ms	
02 : 00	4 ms	
02 : 05	2 ms	

Total : /24

Résumé

Il est bien établi, à l'heure actuelle, que la situation de prématurité constitue un risque biologique pour le développement des habiletés motrices, cognitives et linguistiques (Foster et al., 2007 ; Gallo et al., 2011). Les enfants prématurés sont également à risque d'altération auditive, pouvant être liée soit au système auditif périphérique, soit au système auditif central, faisant référence au traitement auditif (Gallo et al., 2011 ; Luck cité par Koravand et al., 2017). Les différents processus auditifs centraux (PAC) semblent donc subir les effets de la prématurité. Cependant, certainement dû à la complexité du système auditif, les données sur les déficiences auditives centrales sont très limitées (Guzzetta, Conti, & Mercuri, 2011). De plus, en raison de l'émergence (GDCI, 2012) mais du peu de données dans la littérature francophone concernant le retard de maturation des PAC chez les enfants prématurés, ainsi que du nombre croissant de naissances prématurées (BDMS ONE, 2015 ; OMS, 2017), l'objectif principal de ce mémoire est d'évaluer différents processus de l'audition centrale chez des enfants d'âge scolaire nés prématurément, afin de déterminer l'impact à long terme de la prématurité sur la maturation de ces différents processus. Cette étude tente finalement de démontrer l'intérêt clinique de la mise en place d'un dépistage auditif central chez tous les enfants prématurés au moment de l'entrée à l'école primaire.

Afin d'évaluer l'impact de la prématurité sur différents PAC, à savoir, le décodage phonétique, l'écoute dichotique, la reconnaissance des configurations temporelles ainsi que les différents seuils différentiels auditifs, 40 enfants prématurés âgés de 6-7 ans ont été soumis au « Bilan Auditif Central » et au « Wave Discriminator Test ».

Il ressort que les enfants prématurés sont moins performants au niveau de l'aptitude dichotique, du décodage phonétique (modalité sans bruit) et des configurations temporelles variables en fréquence. Leurs seuils différentiels auditifs (Δ dB, Δ Hz, Δ t) sont également supérieurs, démontrant une moindre sensibilité différentielle auditive. En revanche, les habiletés de décodage phonétique pour la modalité avec bruit sont étonnamment supérieures à celles des enfants nés à terme, et aucune différence entre les deux groupes n'a été observée pour les configurations temporelles variables en durée.

Enfin, cette étude démontre la nécessité d'instaurer des actions préventives auprès de cette population, à savoir un dépistage auditif central.

Mots clés : Prématûrité, Processus auditifs centraux, Dépistage, Développement