

# **MEMOIRE**

En vue de l'obtention du  
Certificat de Capacité d'Orthophoniste  
présenté par

**Lou NARDELLI**

soutenu publiquement en juin 2019

## **Entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français chez des enfants déficients auditifs**

### **Validation d'un matériel rythmique**

MEMOIRE dirigé par

**Jérôme ANDRE**, orthophoniste, Laboratoires Renard, Lille, enseignant au département  
d'orthophonie de Lille

**Lucie CHARPENTIER-BOUTEFROY**, orthophoniste, IRPA, Ronchin

---

## **Remerciements**

Je remercie mes directeurs de mémoire, Monsieur André et Madame Charpentier-Boutefroy pour leurs précieux conseils, leur disponibilité et le temps qu'ils m'ont consacré. Je remercie particulièrement Madame Charpentier-Boutefroy pour m'avoir accompagnée et soutenue lors des passations et des entraînements.

Je remercie tous les professionnels du SSEFIS et de la structure pour m'avoir chaleureusement accueillie. Je remercie notamment Madame François pour avoir encadré les groupes avec Madame Charpentier-Boutefroy. Un grand merci aux enfants de la structure pour leur participation et leur dynamisme ainsi qu'à leurs parents pour leur confiance.

Je remercie mes différents maîtres de stage, dont Madame Charpentier-Boutefroy, pour m'avoir transmis leur passion du métier.

Je remercie mes précieux amis pour m'avoir soutenue durant ces cinq années d'études.

Merci à mes parents, ma sœur et Jules d'avoir été présents au quotidien durant toutes ces années.

---

## **Résumé :**

Dans le courant des années 1950-1960, Guberina élaborait le rythme musical, une discipline de la méthode verbo-tonale, dans le but d'améliorer la compréhension et l'expression orale des participants à travers un entraînement rythmique. Dans son mémoire, Lucie Charpentier inventa un matériel de rééducation permettant de travailler spécifiquement les structures rythmiques et accentuelles de la langue française. Mon mémoire a pour objectif de valider cet outil sur des enfants déficients auditifs et de confirmer l'hypothèse que cet entraînement rythmique améliorerait la perception auditive et l'intelligibilité de ces enfants. Nous avons sélectionné cinq enfants déficients auditifs et nous avons testé leurs capacités rythmiques, leurs perceptions auditives et prosodiques, leur mémoire de travail et leur intelligibilité. Après huit séances d'entraînement rythmique en groupe, nous avons étudié leur progression dans ces domaines. Nous avons constaté une progression globale statistiquement significative. Un entraînement rythmique pourrait influencer les capacités rythmiques, perceptives, mnésiques et expressives de ces enfants. De plus, nous avons observé une amélioration des scores pour chaque subtest étudié. Malgré un accroissement significatif des capacités générales du patient, les analyses statistiques des résultats obtenus aux différents subtests fournissent des valeurs non-significatives qui ne nous permettent pas de valider nos hypothèses. Un entraînement plus intensif, sur des participants plus nombreux avec des épreuves plus difficiles contenant plus d'items aurait pu conduire à des résultats significatifs pour chaque épreuve.

## **Mots-clés :**

Surdité / Parole / Rythme / Entraînement/ Verbo-tonale

---

**Abstract :**

During the 1950s and 1960s, Guberina developed « musical rhythm » aiming at improving the participants' understanding and oral expression through rhythmic training. In her memoir, Lucie Charpentier invented a re-education material allowing her to work specifically on the rhythmic and accent structures of the French language. My memoir aims to validate this tool. In order to do so, I have tested the method on hearing impaired children, to confirm the hypothesis that this rhythmic training would improve the auditory perception and intelligibility of the tested children. I selected five hearing impaired children and tested their rhythmic abilities, auditory and prosodic perceptions, working memory and intelligibility. After eight rhythmic training sessions in which the children were grouped, I studied their progress in these areas. I have noted a statistically significant overall increase. Rhythmic training could influence these children's rhythmic, perceptual, memory and expressive abilities. In addition, I observed a score improvement for each studied sub-test. Although there is a significant increase in the general aptitudes of the patients, the statistical analysis of the results we obtained in the sub tests show non-significant values. These values does not allow us to consider our hypothesis true. More intensive training on more subjects with harder tests containing more items could have led to significant results for each single test.

**Keywords :**

Deafness / Speech / Rhythm / Training/ Verbo-tonale

---

# Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Contexte théorique, buts et hypothèses.....</b>	<b>2</b>
1. Le rythme .....	2
1.1. Définition .....	2
1.1.1. Une activité temporelle et sensorielle .....	2
1.1.2. Un élément suprasegmental de la parole .....	2
1.1.3. Les pauses et le débit .....	2
1.2. Le rythme de la langue française .....	3
1.2.1. Le mot phonétique : un équilibre syllabique et temporel .....	3
1.2.2. L'accent rythmique .....	3
1.2.3. Les degrés d'allongement.....	3
1.3. Le décodage du rythme .....	4
1.3.1. De l'oreille au cortex.....	4
1.3.2. Structure fine et enveloppe temporelle .....	4
1.3.3. Fenêtre temporelle et segmentation .....	4
1.4. La perception et production du rythme chez les personnes déficientes auditives et son intérêt dans la langue.....	5
1.4.1. Perception du rythme et intérêt dans la compréhension d'une langue.....	5
1.4.2. Production du rythme et intérêt dans l'expression langagière.....	6
2. Liens entre musique, langage et rythme .....	6
2.1. Lien musique et langage.....	6
2.1.1. Similitudes .....	6
2.1.2. Transfert .....	7
2.2. Les effets d'un entraînement musical sur le langage .....	7
2.2.1. Musique et intelligence verbale .....	7
2.2.2. Perception de la hauteur et des émotions .....	7
2.2.3. Perception de la parole dans le bruit .....	8
2.2.4. Perception phonologique.....	8
3. Rythme et rééducation : buts et hypothèses du mémoire .....	9
3.1. La méthode verbo-tonale .....	9
3.1.1. Principes .....	9
3.1.2. Le rythme musical .....	9
3.1.3. Les apports .....	10
3.2. La création d'un matériel rythmique par L. Charpentier.....	10
3.2.1. Le but du matériel.....	10
3.2.2. Le matériel.....	10
3.2.3. Apports, buts et hypothèses de ce mémoire .....	11
<b>Méthode.....</b>	<b>11</b>
1. Population .....	11
1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion .....	11
1.1.1. Critères d'inclusion .....	11
1.1.2. Critères d'exclusion .....	12
1.2. Caractéristiques de la population .....	12
1.2.1. Enfant 1 : Inès .....	12
1.2.2. Enfant 2 : Elisa .....	12
1.2.3. Enfant 3 : Théo .....	12
1.2.4. Enfant 4 : Jade .....	13
1.2.5. Enfant 5 : Lucas .....	13
2. Matériel.....	13
2.1. Matériel .....	13

2.2.Création d'un test .....	13
3.Procédure .....	15
3.1.Lieu et inclusion de la population .....	15
3.2.Pré et post tests.....	15
3.2.1.Les pré-tests .....	15
3.2.2.Les post-tests.....	16
3.3.Entraînement.....	16
3.4.Recueil et traitement des données .....	16
3.4.1.Recueil des données .....	16
3.4.2.Traitement des données .....	16
<b>Résultats.....</b>	<b>18</b>
1.Epreuve 1 : Phrases ambiguës .....	18
2.Epreuve 2 : Rythme syllabé.....	19
2.1. Nombre de syllabes : 2A.....	19
2.2. Durée des notes : 2B .....	19
2.3.Groupes rythmiques : 2C .....	20
3.Epreuve 3 : Conservation de rythme .....	21
3.1.Durée : 3A .....	21
3.2.Conservation de la structure rythmique : 3B .....	21
4.Epreuve 4 : Répétition de phrases .....	22
4.1.Nombre de mots restitués : 4A .....	22
4.2.Respect du rythme : 4B .....	22
5.Progression générale de chaque enfant .....	23
<b>Discussion.....</b>	<b>24</b>
1.Interprétation des résultats .....	24
1.1. Synthèse des résultats .....	24
1.2. Interprétation des résultats selon les hypothèses .....	24
1.2.1.Amélioration des compétences rythmiques.....	24
1.2.2.Amélioration de la perception auditive .....	25
1.2.3.Amélioration de l'intelligibilité .....	26
2.Limites de l'étude .....	26
2.1.Biais liés à la population .....	26
2.2. Biais liés à l'entraînement .....	27
2.3. Biais liés au matériel .....	27
2.4.Biais liés aux passations .....	28
2.5.Biais liés aux analyses acoustiques .....	28
3.Implications théoriques et cliniques .....	28
3.1.Mise en perspective avec le contexte théorique .....	28
3.2. Implications pour les professionnels.....	29
3.3.Pistes pour de futures recherches .....	29
<b>Conclusion.....</b>	<b>30</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>31</b>
<b>Liste des annexes.....</b>	<b>35</b>
Annexe n°1 : Les quatre premières cartes musicales (L. Charpentier, op cit).....	35
Annexe n°2 : Exercices préparatoires : la lecture de notes et la reconnaissance auditive (L. Charpentier, op cit).....	35
Annexe n°3 : Carte musicale n°1 (L. Charpentier, op cit).....	35
Annexe n°4 : Les vingt et une structures rythmiques de M. Stambak (op cit).....	35
Annexe n°5 : Les quatorze structures rythmiques de l'épreuve de répétition de rythme syllabé.....	35
Annexe n°6 : Rythme de l'épreuve conservation de rythme.....	35

---

<u>Annexe n°7 : Les phrases ambiguës.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°8 : L'épreuve de vérification du vocabulaire.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°9 : Les dix phrases basées de l'épreuve répétition de phrases basées sur les dix premières cartes .....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°10 : Présentations des épreuves.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°11 : Exemple de feuille de désignation de l'épreuve de phrases ambiguës .....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°12 : Formulaire d'information et de consentement.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°13 :Exemples d'exercices : reconnaissance d'un rythme à partir d'un énoncé produit et production d'une phrase à partir d'un rythme imposé.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°14 :Exemple d'analyse du rythme syllabé n°8.....</u>	<u>35</u>
<u>Annexe n°15 : Exemple des groupes rythmiques arbitraires attribués à la phrase n°1 .....</u>	<u>35</u>

# Introduction

Chaque langue possède un rythme caractéristique (Pagel, Madeleni, Wioland, 2012). Rapidement après leur naissance, les nouveau-nés sont capables de distinguer les différentes langues grâce à leurs propriétés rythmiques (Nazzi et al, 1998, 2000). Selon Guberina (Drezancic, 1979), les éléments suprasegmentaux, tels que le rythme et l'intonation, sont des composants essentiels de l'acte de communication. En effet, il remarqua que les apprenants d'une nouvelle langue structuraient celle-ci selon les propriétés rythmiques de leur langue maternelle. Une bonne perception du rythme permettrait de mieux comprendre le langage et de ce fait, d'harmoniser l'expression orale (Drezancic, op.cit). De plus, des études ont montré un lien entre un entraînement aux éléments suprasegmentaux à travers la musique et une amélioration du langage (Kraus, Chandrasekaran, 2010 ; Moreno, Bialystok, Bara, Schellenberg, Cepeda, Chau, 2011).

En s'appuyant sur l'hypothèse qu'un entraînement rythmique améliorerait les compétences langagières des apprenants d'une langue étrangère et des enfants déficients auditifs, Guberina créa le rythme musical. Le but de cette méthode est de fournir le maximum d'éléments prosodiques au travers du minimum d'éléments articulatoires à l'aide de comptines afin de rééduquer le langage et l'audition. Cependant, ces comptines exercent la parole dans des structures rythmiques optimales qui sont éloignées des structures irrégulières de la parole spontanée. Dans le cadre de son mémoire, Lucie Charpentier (2013), décida d'élaborer un matériel rythmique apportant une étape supplémentaire entre ces structures rythmiques optimales et la structure parlée. Elle créa un outil permettant de travailler les structures rythmiques et accentuelles présentes dans la langue française.

Ce présent mémoire, a pour dessein de valider cet outil sur des enfants déficients auditifs. L'objectif est de confirmer l'hypothèse qu'un entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français améliorerait la perception auditive et l'intelligibilité de ces enfants. Pour cela, nous avons entraîné cinq enfants déficients auditifs à l'aide du matériel de Charpentier (op, cit.). Nous avons comparé leurs performances avant et après cet entraînement. Nous avons analysé leurs compétences rythmiques sur le versant expressif et réceptif à travers le langage. La validation de cet outil pourrait donner aux orthophonistes une indication sur les apports d'un travail rythmique dans le cadre de la rééducation de la parole des enfants déficients auditifs et de ce fait enrichir leur prise en charge.

Tout d'abord, nous aborderons le rythme : nous traiterons les caractéristiques du rythme dans la langue française, son décodage cérébral, sa perception et production chez les personnes déficientes auditives ainsi que son rôle dans la compréhension et l'expression d'une langue. Dans une seconde partie, nous étudierons les liens entre musique, rythme et langage. Après avoir exposé les similitudes prosodiques entre musique et langage, nous analyserons les effets d'un entraînement musical sur le langage. Enfin, nous vous présenterons la méthode verbo-tonale, le rythme musical ainsi que l'outil de Lucie Charpentier (op, cit). Par la suite, nous vous exposerons notre méthodologie contenant notre procédure, le matériel nécessaire ainsi que la présentation de la population visée. Puis, nous vous présenterons les principaux résultats de l'étude. Nous analyserons nos résultats au regard de nos hypothèses et du contexte théorique. Nous vous exposerons les nombreux biais de l'étude.

# Contexte théorique, buts et hypothèses

## 1. Le rythme

### 1.1. Définition

#### 1.1.1. Une activité temporelle et sensorielle

La notion rythmique est profondément liée à celle de la temporalité. Le rythme ne peut se définir sans aborder la question de la durée et du temps. La perception du rythme est dépendante de la perception du temps et de l'ordre des événements temporels. En effet, Le Normand et Lacheret (2010) définissent le rythme comme un ensemble de mouvements ordonnés dans la durée. Selon le dictionnaire du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL), le rythme est un « mouvement, perceptible à l'audition ou à la lecture, qui est donné à une phrase, à un texte entier, qui résulte de l'agencement et de la durée des différents groupes de mots et de la répartition des sonorités et des accents ». Cette dernière définition ajoute la notion de perception sensorielle, et plus particulièrement auditive, dans la définition du rythme. Effectivement, les activités temporelles peuvent être perçues par de nombreux sens : la vue, l'audition mais aussi la kinesthésie.

#### 1.1.2. Un élément suprasegmental de la parole

De plus, le rythme appartient au domaine de la prosodie. C'est un élément suprasegmental de la parole : le rythme est indépendant des phonèmes qui relèvent de la chaîne segmentale de la parole. La variation mélodique de la fréquence fondamentale et l'intensité forment, avec la durée, les paramètres prosodiques et suprasegmentaux de la parole. Comme l'ont montré Le Normand et Lacheret (op. cit.) une analyse de la prosodie permet d'étudier les constructions mélodiques mais aussi temporelles de la parole.

#### 1.1.3. Les pauses et le débit

Le rythme, indissociable de la durée, ne peut pas exister sans les pauses. Les pauses vont segmenter le continuum de la parole et, de ce fait, créer une rythmicité. Alazard (2013) rappelle qu'elles sont la conséquence de trois phénomènes qui peuvent être : articulatoires, liées aux hésitations et liées aux reprises inspiratoires. Ces pauses, qui participent à la rythmicité, marquent les frontières syntaxiques, les unités discursives et la respiration.

Le rythme est également associé au débit. Celui-ci se rapporte à la façon, plus ou moins lente, de parler. Il correspond au nombre de syllabes émises par unité de temps. Le débit moyen d'un locuteur serait de cinq à sept syllabes par seconde d'après le Précis d'Audioprothèse (2008). Ce débit est variable dans le temps selon le contexte et l'individu.

En conclusion, le rythme, notion temporelle et sensorielle, fait partie du domaine suprasegmental de la parole. Il se définit par ses pauses et son débit. Après avoir défini la notion de rythme, nous allons maintenant aborder les spécificités rythmiques de la langue française.

## **1.2. Le rythme de la langue française**

### **1.2.1. Le mot phonétique : un équilibre syllabique et temporel**

La langue française possède un rythme particulier qui la définit. Celui-ci est ponctué par ses syllabes qui sont l'unité métrique du français. Ainsi, on parle d'un rythme syllabique. Contrairement à d'autres langues, le français ne possède pas d'accent lexical. Comme l'écrivent Pagel, Madelini et Wioland (2012), les francophones utilisent des mots phonétiques qui ne suivent pas toujours les règles de l'écrit. Ces mots phonétiques sont formés de syllabes, et non de mots. Celles-ci ont une distribution régulière et souvent égale entre les mots phonétiques. Pagel et al donnent pour exemple « après/ tu tournes/ à gauche » (Pagel, Madelini, Wioland, op.cit, p32) comme trois mots phonétiques formés chacun de deux syllabes. Ces auteurs constatent donc un équilibre rythmique entre les syllabes des mots phonétiques. Cette quasi-égalité syllabique conduit à l'harmonie prosodique du français. Par ailleurs, les auteurs constatent aussi un équilibre temporel entre les mots phonétiques. Lorsqu'il n'y a pas d'équilibre syllabique, le débit de parole s'adapte pour former un équilibre temporel. Celui-ci augmente lorsque le mot phonétique contient de nombreuses syllabes et il diminue quand il en comporte peu.

### **1.2.2. L'accent rythmique**

L'accent, dans la langue française, porte sur la dernière syllabe prononcée. Chaque dernière syllabe du mot phonétique sera plus ou moins allongée. Pour Pagel et al (op. cit.), cet allongement final est le résultat de la tension énergétique produite au cours de l'articulation du mot phonétique. Contrairement à d'autres langues, l'accentuation ne s'accompagne pas d'une augmentation de l'intensité mais d'une augmentation temporelle. Selon Martin (2009), l'accent français possède comme paramètre l'intensité mais avant tout la durée et la variation mélodique. La durée, et donc le rythme, est un élément primordial de l'accentuation du français et c'est pour cette raison que nous évoquons ici l'accent rythmique. Dans son mémoire, Lucie Charpentier (op. cit.) distingue l'accent tonique, ayant une valeur contrastive qui touche une syllabe particulière, de l'accent d'insistance qui concerne toutes les syllabes et qui possède une valeur expressive.

### **1.2.3. Les degrés d'allongement**

Comme vu précédemment, la durée des syllabes accentuées est allongée. Le Normand et Lacheret évoquent une « contrainte de progression » (op. cit., p11). Effectivement, la durée des syllabes augmente graduellement jusqu'à la dernière. En effet, Pagel et al (op. cit.) recensent trois degrés d'allongement qui correspondent aux trois positions syllabiques au sein du mot phonétique. La position syllabique la plus forte, et de ce fait la plus longue, est la dernière syllabe du mot phonétique (ex. la syllabe ri de « à Paris »). La position intermédiaire se place sur la dernière syllabe d'un mot lexical non final du mot phonétique (ex. la syllabe ri de « à Paris plage »). Enfin la position syllabique faible, et donc la plus brève, se situe sur les syllabes non finales d'un mot lexical (ex. la syllabe pa de « à Paris ») (Pagel et al, op. cit., p45).

Le français possède donc des propriétés rythmiques particulières. Comment ces données temporelles transmises par les sons sont-elles traitées cérébralement ?

## **1.3. Le décodage du rythme**

### **1.3.1. De l'oreille au cortex**

Le signal sonore est une onde qui correspond à une vibration mécanique se propageant dans l'air. Les hommes, grâce au pavillon de l'oreille, vont capter cette vibration. L'organe de Corti, situé dans la cochlée, va transformer ce signal en trains de potentiels d'action à l'aide des cellules ciliées. Cela va engendrer un influx nerveux spectro-temporel renfermant tous les éléments perceptifs (Jacquier, 2008). La durée, la fréquence et l'amplitude seront traitées simultanément. Ces potentiels vont être transmis par les fibres du nerf auditif, constitué du nerf vestibulaire et du nerf cochléaire, jusqu'aux noyaux cochléaires situés dans le tronc cérébral. De là, démarre la voie auditive primaire, dite voie lemniscale, qui arrive au cortex auditif primaire. De même, la voie auditive secondaire part des noyaux cochléaires pour relier les aires auditives secondaires (Dumont, 2008). Dans les cahiers de l'audition, Perrot (2011) distingue trois zones cérébrales : le cortex auditif primaire, le cortex auditif secondaire et le cortex auditif associatif. Le cortex auditif primaire, situé dans le gyrus temporal et transverse de Heschl, traiterait, entre autres, les variations temporelles du stimulus sonore.

D'après Loubélo (2014), il existe des voies auditives homolatérales et contralatérales renseignant chaque hémisphère des sons de chacune des oreilles. De surcroît, il existerait des voies transversales connectant les deux hémisphères. Par ailleurs, Perrot (op. Cit.) ainsi que Zatorre et al. (2002) constatent une asymétrie hémisphérique. L'hémisphère gauche serait dédié au traitement du langage et des informations temporelles. L'hémisphère droit, quant à lui, traiterait les informations musicales et spectrales. Gelinas (1984) démontre lui aussi que l'hémisphère gauche aurait une prépondérance pour le traitement des informations temporelles et mélodiques ayant des similitudes avec la parole. Cependant, d'autres auteurs comme Hickok et Poeppel (2000) déclarent que la mélodie et surtout le rythme seraient analysés par l'hémisphère droit. Néanmoins, les informations temporelles ne sont pas seulement traitées par les aires auditives. D'après Bobin-Bègue (2002), le cervelet, les noyaux gris centraux ainsi que le cortex pré-frontal sont aussi impliqués dans l'analyse de ces données.

### **1.3.2. Structure fine et enveloppe temporelle**

La parole est constituée d'une structure fine et d'une enveloppe temporelle. La structure fine correspond aux fluctuations temporelles entre 600 et 10 kHz. L'enveloppe temporelle, quant à elle, constitue les fluctuations de plus faibles amplitudes. Celles inférieures à 50 Hz sont primordiales pour former cette enveloppe temporelle. Dans sa thèse, Jochaut-Roussillon (2015) précise que l'enveloppe temporelle porterait le rythme syllabique et que la structure fine contiendrait le rythme phonémique. De plus, le cortex droit serait plus sensible aux informations syllabiques tandis que l'hémisphère gauche traiterait les informations phonémiques. Jacquier (op cit.) ajoute que ce sont les modulations de 3-4 Hz qui correspondent au rythme syllabique. Ces informations contenues dans l'enveloppe temporelle sont essentielles à la perception de la parole.

### **1.3.3. Fenêtre temporelle et segmentation**

La perception temporelle ne peut être traitée que dans un intervalle de temps limité à cinq secondes par le cerveau. Fraisse (1974) parle alors d'une fenêtre temporelle qui maintiendrait les informations dans un temps court afin de les analyser conjointement. Bobin-Bègue (op. cit.) rappelle qu'à partir de six ans l'étendue de cette fenêtre temporelle n'est pas

fluctuante. Cependant, les capacités de traitement temporel dépendent de l'âge et de la maturation cognitive.

Qu'en est-il de la perception et la production rythmique chez les personnes déficientes auditives et de l'intérêt de ce rythme dans la production et compréhension d'une langue ?

## **1.4. La perception et production du rythme chez les personnes déficientes auditives et son intérêt dans la langue**

### **1.4.1. Perception du rythme et intérêt dans la compréhension d'une langue**

Les personnes atteintes de surdité de perception auraient des difficultés à percevoir les sons de durées inférieures à 300 msec (pour une revue voir Moore, 1995). Ainsi, les capacités de résolution temporelle seraient impactées. Cependant, cette revue de littérature est ancienne et les avancées technologiques des aides auditives sont rapides. Les appareils et implants cochléaires sont maintenant beaucoup plus performants. L'amplification des sons par les appareils auditifs permet de reconstituer leur encodage cérébral et de ce fait d'améliorer la perception des aspects prosodiques de la parole (Lina-Granade, Gallego, Hung Thai-Van, Truy, 2010). De plus, dans son ouvrage Dumont (op. cit, 2008) précise que les informations rythmiques, véhiculées par les fréquences graves, seraient les mieux perçues par les personnes d ficiennes auditives. En outre, l'écoute d'une mélodie ou de la prosodie de la parole activerait la même réponse cérébrale chez les personnes implantées que chez les personnes normo-entendantes (Petersen et al. 2014). Une étude de Le Normand et Lacheret (op. cit.), réalisée sur des enfants implantés cochléaires, montre que l'implant aide à mieux percevoir les informations suprasegmentales que les aspects segmentaux de la langue. Cependant, cette information fréquentielle et temporelle transmise par les implants reste de moins bonne qualité que celle transmise par l'audition naturelle.

Le rythme est une notion indispensable à la compréhension d'une langue. En effet, Nazzi et al (1998, 2000) ont montré que les nouveau-nés étaient capables de classer les différentes langues en fonction des propriétés rythmiques de celles-ci. Dès le plus jeune âge, les notions rythmiques sont utilisées pour identifier les langues. Comme vu précédemment, l'enveloppe temporelle permet l'identification du rythme syllabique indispensable à la compréhension de la langue. Le Normand et al. (cités par Leybaert et al. 2007, p40) déclarent que les difficultés morphosyntaxiques et lexicales des enfants implantés seraient en lien avec un déficit de traitement de la prosodie. Les enfants implantés auraient des difficultés à segmenter la parole. Les marques morphosyntaxiques, rapides et peu soulignées, seraient difficilement perçues. De plus, les phonèmes sont définis par la durée de leurs phases d'établissement et d'amortissement. Le rythme et donc la temporalité sont essentiels à leur perception (Précis d'audioprothèse, op. cit.). La compréhension et la production des différents rythmes permettent aussi de lever les ambiguïtés entre les frontières des groupes syntaxiques (Martin, op. cit.). En effet, l'accent rythmique permet de démarquer les groupes syntaxico-sémantiques d'un énoncé.

Ainsi, les personnes d ficiennes auditives percevraient en priorité les informations temporelles. L'implant cochléaire ainsi que les appareils auditifs poss deraient une bonne résolution temporelle. Cependant, ils ne remplacent pas une audition naturelle. De plus, nous avons constaté que les notions rythmiques sont essentielles à la perception et à la compréhension d'une langue.

### **1.4.2. Production du rythme et intérêt dans l'expression langagière**

La parole des personnes déficientes auditives peut être perturbée au niveau du rythme. Les pauses sont parfois inappropriées et le débit semble haché (Dumont, 1998). Une étude portant sur deux patients adultes, atteints d'une surdité congénitale et d'une surdité acquise, montre un accroissement du nombre et du temps des pauses par rapport aux normo-entendants (pour une revue voir Dumont, 1996). Sans le port d'implant, les temps de pause sont amplifiés de 34%. De plus, le nombre de pause augmente de 22% par rapport aux personnes normo-entendantes. Dans le précis d'audioprothèse (op. cit.) les auteurs ajoutent que le débit subit de nombreuses variations allant de ralentissements à accélérations. Le contrôle des paramètres suprasegmentaux dépend du retour acoustique du locuteur. Même si les informations temporelles et rythmiques sont perçues avec l'implant ou la prothèse auditive, cette perception reste lacunaire. Le retour auditif est restreint et, de ce fait, la production semble perturbée. Le Normand et Lacheret (op. cit.) constatent de nombreuses perturbations prosodiques chez les enfants implantés. Ceux-ci vont accentuer deux syllabes conjointes, brisant ainsi la règle de clash accentuel. De plus, ils ne respectent pas la progression temporelle au sein des mots phonétiques ce qui perturbe l'accentuation naturelle. Cependant, ces données sont à relativiser tant les différences inter-individuelles sont nombreuses.

Le rythme, indispensable à la compréhension d'une langue, joue un rôle dans l'expression de celle-ci. En effet, Martin (op. cit.) déclare que les pauses suppriment l'ambiguïté de certaines phrases. Elles déterminent l'intelligibilité du discours. La fluence serait associée à l'apparition et à la durée de ces pauses dans le discours. En outre, une étude de Bhatara et al (2015) met en évidence une corrélation entre l'apprentissage d'une langue étrangère et la perception du rythme. L'apprentissage d'une nouvelle langue améliorerait les perceptions rythmiques. Nous pouvons donc nous demander si un travail sur le rythme augmenterait les compétences langagières d'un individu. Une autre étude de Cason et al (2015) montre qu'un amorçage rythmique, en lien avec la phrase, permettrait d'augmenter la perception et la production de cette phrase chez des enfants implantés cochléaires. Selon une recherche de Vinter (1992), l'allongement final produit par les nouveau-nés serait favorable à un développement langagier adapté. De ce fait, une bonne perception et production des notions rythmiques serait associée, par la suite, à une bonne progression langagière.

En conclusion, malgré une bonne perception rythmique, celle-ci reste lacunaire. De ce fait, la production du rythme langagier peut être impactée chez les personnes déficientes auditives. De plus, nous avons constaté que le rythme aurait un impact sur la compréhension et la production d'une langue. Or, le rythme, élément prosodique de la parole, est aussi un domaine essentiel à la musique. Quels sont les points communs entre musique et langage ? Un transfert est-il possible ?

## **2. Liens entre musique, langage et rythme**

### **2.1. Lien musique et langage**

#### **2.1.1. Similitudes**

Kraus et Chandrasekaran (2010) ont constaté que la musique et la parole avaient recours à la hauteur, au timbre et au rythme. En effet, dans son ouvrage Boureux (2012) écrit que les sons musicaux et ceux des langues ont en commun quatre éléments : la hauteur, la

durée, l'intensité et le timbre. De plus, les études de Patel et al. (1998, 2009) ont dégagé des analogies entre musique et parole. En effet, les auteurs observent des liens entre les mélodies musicales et les concours intonatifs des énoncés. En outre, ils remarquent des similitudes entre la syntaxe linguistique et la syntaxe musicale. Une autre étude de Patel et al. (op cit., 1998) sur des personnes amusiques, a mis en évidence des performances similaires sur les tâches d'intonation linguistique et de discrimination des tons musicaux. La discrimination des contours mélodiques musicaux ou linguistiques dépendrait des mêmes zones cérébrales : les zones frontales inférieures droites.

Ces données nous informent que les éléments suprasegmentaux de la parole, tel le rythme, se retrouvent dans le domaine musical.

### **2.1.2. Transfert**

Dans une autre étude, Patel (2011) émet une hypothèse sur un transfert possible entre le traitement langagier et l'entraînement musical. L'auteur inventa l'hypothèse OPERA (Patel, p1, 2011) afin d'expliquer ce transfert entre musique et langage. Selon lui, afin que la plasticité cérébrale fonctionne, l'entraînement musical doit répondre à cinq conditions :

- O (overlap) : il faut un recouvrement anatomique au sein des circuits cérébraux
- P (précision) : la musique provoque un traitement cérébral plus complexe que celui du langage
- E (émotion) : la musique suscite des émotions positives
- R (répétition) : les circuits cérébraux impliqués doivent être régulièrement réitérés
- A (attention) : la musique implique une attention sélective importante

D'après l'auteur, si toutes ces conditions sont réunies, les réseaux communs fonctionneront avec une précision accrue. Ainsi la plasticité cérébrale serait efficiente.

En résumé, la musique et le langage présentent des similitudes et activent des aires cérébrales proches. Etant donné les liens entre musique et langage, on peut se demander si un entraînement des éléments prosodiques à travers la musique aurait un impact sur le langage.

## **2.2. Les effets d'un entraînement musical sur le langage**

### **2.2.1. Musique et intelligence verbale**

Moreno et al. (2011) ont montré qu'après seulement 20 jours de formation musicale, 90% des enfants ont vu leur intelligence verbale s'améliorer. Aucune amélioration verbale n'a été constatée chez le groupe d'enfants ayant reçu une formation pour les arts visuels. Un entraînement musical pourrait donc influencer spécifiquement les compétences langagières. De même, Kraus et Chandrasekaran (op cit, 2010) ont constaté que chez les musiciens, l'encodage neuronal des syllabes dans le tronc cérébral était supérieur aux non-musiciens. Le traitement du langage pourrait donc être perfectionné par un entraînement auditif non linguistique.

### **2.2.2. Perception de la hauteur et des émotions**

Moreno et Besson (2006) ont étudié le lien entre un entraînement musical et les performances à déceler les variations de hauteur de la parole. Dix enfants de huit ans ont suivi un apprentissage musical tandis que dix autres ont bénéficié d'une formation en peinture. Les résultats indiquent que les enfants du groupe musique ont mieux perçu les variations de hauteur au sein du langage que ceux du groupe peinture. Par conséquent, un travail sur la

hauteur musicale influencerait le traitement de la hauteur de la parole. Une autre étude (Thompson et al., 2004) expose une corrélation entre l'enseignement de la musique et la sensibilité aux émotions. Selon les auteurs, les musiciens seraient plus sensibles aux émotions transmises à travers la prosodie verbale. En effet, les paramètres prosodiques, telles que les variations de rythme, d'intensité et de hauteur, sont aussi impliqués en musique. Un entraînement musical de ces paramètres améliorerait leur perception dans le langage et, de ce fait, conduirait à une meilleure sensibilité émotionnelle. De même, dans leur étude, Schön et al. (2004) se sont intéressés à la perception de la hauteur chez les personnes bénéficiant d'un entraînement musical. Leur étude montre que les musiciens discerneraient mieux les variations de hauteur au sein de la langue que les non musiciens.

### **2.2.3. Perception de la parole dans le bruit**

Parbery-Clark et al (2011) ont démontré que la pratique musicale augmentait les capacités de perception de la parole dans le bruit et retardait l'âge de la presbycusie. Dans leur étude, 37 sujets âgés de 45 à 65 ans, ont été testés. Parmi eux, dix-huit étaient musiciens et dix-neuf n'avaient aucune expérience musicale. Les résultats suggèrent que l'apprentissage musical favoriserait les capacités auditives au-delà du domaine musical. Un entraînement musical améliorerait la mémoire verbale et l'attention auditive. L'amélioration de ces deux domaines expliquerait la meilleure perception du son dans un milieu bruyant chez les musiciens. Un travail musical améliorerait, de ce fait, la discrimination auditive de la parole dans les milieux bruyants.

### **2.2.4. Perception phonologique**

Chobert et al (2011) ont comparé des enfants de neuf ans, pratiquant de la musique depuis environ quatre ans, avec des enfants témoins. Les résultats de cette étude transversale concluent que les enfants musiciens percevaient mieux les durées et les indices phonologiques de la parole, tel que le voice onset time (VOT). Le VOT correspond au temps entre le relâchement de la pression de l'air et le début de mise en mouvement des cordes vocales. Il permettrait de discriminer une consonne occlusive voisée d'une non voisée (Lisker et al., 1986). En 2012, Chobert et al. ont mené une étude longitudinale sur deux ans afin de vérifier si cet effet était strictement lié à un entraînement musical et non à des capacités innées. Les résultats démontrèrent qu'après douze mois d'entraînement, les enfants percevaient mieux les durées syllabiques ainsi que le VOT. Une formation musicale aiderait donc à l'amélioration des représentations phonologiques ainsi qu'à une meilleure compréhension de la parole.

En conclusion, l'entraînement musical améliorerait la perception du langage ainsi que les capacités langagières. Les musiciens discriminaient mieux les variations de hauteur de la parole, et donc les émotions. Ils seraient plus performants dans la discrimination de la parole dans le bruit. Ils percevaient mieux la durée des syllabes ainsi que du VOT et cela améliorerait leurs capacités phonologiques. Musique et langage présentent de nombreuses similitudes et un transfert entre ces domaines semble être possible. En effet, à travers un entraînement musical les éléments suprasegmentaux de la parole sont exercés. Un entraînement spécifique au rythme du français chez les enfants déficients auditifs permettrait-il d'améliorer leur intelligibilité et leur perception du langage ? Existe-t-il des rééducations basées sur le rythme pour les personnes déficientes auditives ? Quels sont les buts et les hypothèses de ce mémoire ?

## **3. Rythme et rééducation : buts et hypothèses du mémoire**

### **3.1. La méthode verbo-tonale**

#### **3.1.1. Principes**

La méthode verbo-tonale a été élaborée par le professeur Petar Guberina dans les années cinquante. Guberina ne considérait pas le langage comme seulement une suite de mots mais il prenait en compte tous les paramètres prosodiques : le rythme, l'intonation, l'intensité ainsi que les gestes, le contexte, l'affectivité... Inventeur de l'audiométrie verbo-tonale, il donnait la priorité au rythme et au corps. Afin de rééduquer la parole des enfants déficients auditifs, Guberina se basait sur leurs potentialités et sur la polysensorialité du message. Il accordait une grande importance à l'affectivité ainsi qu'au plaisir d'apprendre (Guberina, 2003).

#### **3.1.2. Le rythme musical**

Guberina a découvert une similitude entre les rythmes musicaux et la prosodie du discours. Avec l'aide de Zora Drezancic, il utilisa des stimulations musicales et rythmiques afin d'améliorer la production de la parole : il créa le rythme musical. Faisant partie des rythmes phonétiques, le rythme musical est une rééducation du langage et de l'audition grâce à un ensemble de procédés mélodico-rythmiques. Le but est de donner le maximum d'éléments prosodiques au travers du minimum d'éléments articulatoires afin d'acquérir les formes rythmées du langage. Ces stimulations sont associées à des mouvements adaptés avec les phonèmes produits et vont permettre l'apprentissage de structures rythmiques. Ces mouvements sont aussi utilisés comme moyens de correction des productions orales. Ils seront ensuite supprimés laissant place au rythme parlé plus spontané.

Cette discipline utilise, entre autres, des comptines constituant la meilleure interface entre le rythme régulier de la musique et le celui discontinu de la parole. Effectivement, les comptines contiennent de nombreuses structures rythmées riches en intonation. Elles sont associées au langage, à la culture et à l'affectivité. Leur rythme est proche de celui de la langue orale et est aisé à mémoriser.

Le travail sur les comptines se déroule selon trois phases : la mise en oreille, la mise en corps et la mise en parole. La première étape permet d'imprégner l'enfant de la structure rythmique de la comptine. La deuxième phase introduit des mouvements corporels afin d'aider l'enfant à produire correctement les phonèmes de la comptine. Enfin, la mise en parole permet une production de la comptine dans un contexte le plus naturel possible en supprimant les aides gestuelles. Le but est de sortir de la mélodie chantante de la phrase et de généraliser les paramètres articulatoires du rythme corporel. Ces comptines suivent une progression rythmique et phonétique ; allant du plus simple au plus complexe. Des méthodes éducatives (Drezancic, op cit), vont structurer ces comptines en allant des jeux de rythmes à la structure parlée. Des compléments pédagogiques s'utilisent conjointement au rythme musical : la reconnaissance auditive, les mouvements ainsi que les productions écrites comme le graphisme phonétique.

### 3.1.3. Les apports

Les stimulations rythmiques, selon Guberina, amélioreraient la perception du langage et sa prononciation. En effet, ces stimulations aident l'enfant à mieux percevoir, identifier et discriminer les sons. Elles dirigent son attention sur l'aspect sonore du langage. De plus, cette discipline travaillerait le rythme, la voix ainsi que l'intonation (Alis, Jubien, 2009 p24). En outre, elles rendent l'enfant sensible aux structures rythmées ainsi qu'au tempo des phrases. Le rythme musical, associé aux gestes, permet à l'enfant de mémoriser et d'acquérir les structures rythmiques des phrases. Cela améliorerait leur qualité vocale et de ce fait leur intelligibilité (Drezancic, op cit).

## 3.2. La création d'un matériel rythmique par L. Charpentier

### 3.2.1. Le but du matériel

Afin d'enrichir cette discipline, Lucie Charpentier a réalisé un outil rythmique dans le cadre de son mémoire (op. cit). Elle a constaté que les comptines exerçaient la parole de l'enfant dans des structures rythmiques optimales. En effet, l'enfant y produit des syllabes et des mots sur des séquences rythmiques facilitant leur production. Cependant, une étape manquait entre ces structures rythmiques optimales et la structure parlée comportant des irrégularités. Cet outil offre donc un maillon supplémentaire à la progression de cette discipline afin d'amener l'enfant à surmonter la contrainte rythmique de la parole spontanée. Dans cette optique, Lucie Charpentier proposa un matériel travaillant les invariants rythmiques et accentuels du français. En intégrant progressivement ces structures, l'enfant se débarrassera des contraintes rythmiques qu'il ressent en parole spontanée. Il pourra prononcer correctement les différents phonèmes quelles que soient leurs positions articulaires.

Afin de créer ce matériel, elle a décelé et isolé les structures rythmiques du français. Pour atteindre ce résultat, elle a analysé des corpi oraux à l'aide du logiciel PRAAT. Trois corpi ont été transcrits en rythmes musicaux. Après un long travail, elle en a dégagé les rythmes de base du français. Ces séquences rythmiques ont servi à la création de cinquante-quatre cartes musicales (cf annexe 1). Ces cartes viennent compléter les vingt-cinq cartes réalisées par Zora Drezancic. Ces nouvelles cartes musicales suivent une progression rythmique. L'enfant s'entraînera d'abord sur des rythmes simples avant de passer à des rythmes plus complexes comprenant des pauses.

### 3.2.2. Le matériel

Ce matériel comprend trois parties : les jeux de rythmes, les rappels musicaux et les cartes musicales contenant des exercices préparatoires.

Les **jeux de rythmes** permettent d'aborder des notions rythmiques comme « la pulsation, le nombre, la durée, le contretemps ou les pauses » (Charpentier, op. cit., p 62).

Ce matériel inclut, d'autre part, des **rappels musicaux** sur la valeur des notes ainsi que sur les syllabes correspondant à chaque durée.

Enfin il contient les **cartes musicales**. Avant d'aborder un nouveau rythme à l'aide des cartes, l'enfant peut pratiquer deux types d'**exercices préparatoires** : la lecture de notes et la reconnaissance auditive (cf annexe 2). La lecture de notes associe les portées musicales, ou les symboles pour les plus jeunes, avec les gestes et les syllabes propres à chaque rythme. Le participant peut, de même, s'entraîner à la reconnaissance auditive d'un rythme parmi d'autres séquences rythmiques. Après s'être exercé sur ces exercices préparatoires, l'enfant peut

aborder les cartes musicales (cf annexe 3). Chaque carte contient une séquence rythmique précise. Celle-ci peut s'afficher en symboles ou en notes selon le niveau de l'enfant. Afin d'aider à la mémorisation, le rééducateur peut l'aborder selon plusieurs modalités.

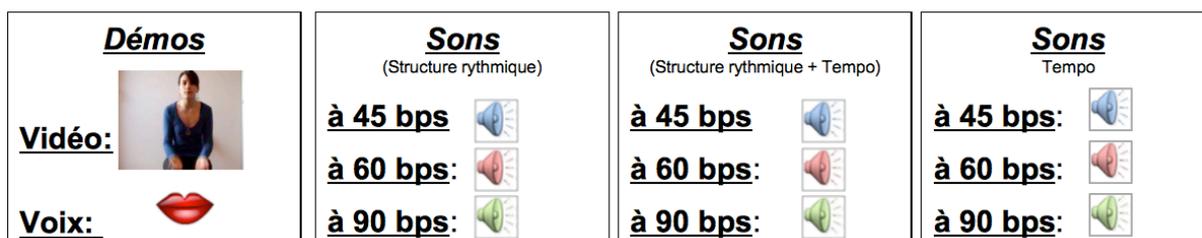


Image 1 : Les différentes modalités d'entraînement d'une carte.

Le mode karaoké (voix) permet de faire défiler les syllabes à prononcer au fur et à mesure du rythme. De plus, l'enfant peut aussi s'entraîner en écoutant uniquement la structure rythmique. Il peut aussi, s'exercer en y ajoutant le tempo ou à l'aide du tempo seulement. A chaque fois, le rythme peut varier grâce aux trois différents tempi proposés : 45 battements par minute (bpm), 60 bpm et 90 bpm.

### 3.2.3. Apports, buts et hypothèses de ce mémoire

Lucie Charpentier n'a pas pu tester son matériel sur suffisamment d'enfants compte tenu du temps nécessaire à la création de cet outil très complet et élaboré. De plus, les quatre enfants testés n'ont pu bénéficier de séances hebdomadaires.

Le but de ce présent mémoire est de valider ce matériel sur une plus grande population d'enfants déficients auditifs en leur fournissant un entraînement hebdomadaire. Les performances de cinq enfants déficients auditifs seront comparées avant et après des sessions d'entraînement. Cela pourrait confirmer l'hypothèse qu'un entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français améliorerait la perception auditive et l'intelligibilité des enfants déficients auditifs.

## Méthode

### 1. Population

Cinq enfants, âgés entre huit et onze ans, ont été recrutés, évalués et entraînés. L'identité des enfants a été anonymisée dans le respect des règles déontologiques et éthiques de la profession et de la recherche. Une déclaration normale à la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) a été effectuée.

#### 1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

##### 1.1.1. Critères d'inclusion

Tous les enfants recrutés bénéficiaient d'une scolarité en inclusion en classe de primaire et disposaient d'une prise en charge orthophonique au sein d'un SSEFIS. Ils devaient suivre un mode de communication de type oraliste. Tous présentaient une surdité congénitale et possédaient une aide prothétique (appareillage ou implant cochléaire). Leur degré de surdité devait aller d'une surdité moyenne à profonde.

### **1.1.2. Critères d'exclusion**

Tout enfant communiquant uniquement en langue des signes ne devait pas être inclus dans l'étude. De même, tout enfant ayant un degré de surdité léger ou ayant un nerf auditif lésé ne rentrait pas dans le protocole. En effet, la surdité ne devait pas être centrale. Les enfants ne devaient pas présenter de troubles associés comme des déficiences intellectuelles ou des psychopathologies.

## **1.2. Caractéristiques de la population**

### **1.2.1. Enfant 1 : Inès**

Inès est âgée de dix ans et est scolarisée en inclusion en CM2. Elle présente une surdité de perception congénitale diagnostiquée à quinze mois. Sa surdité est profonde et bilatérale. Elle fut appareillée d'un contour d'oreille à l'âge de un an cinq mois et implantée à l'oreille droite à un an sept mois et à gauche à quatre ans.

Elle est actuellement suivie une fois par semaine par un enseignant spécialisé du SSEFIS et par un psychologue. En outre, elle bénéficie de deux séances d'orthophonie par semaine toujours dans le cadre du SSEFIS. Son mode de communication est exclusivement oraliste. Inès présente des difficultés d'articulation, un léger retard de langage en compréhension et en expression ainsi que des difficultés de compréhension fine à l'écrit. La lecture labiale est aussi à améliorer.

### **1.2.2. Enfant 2 : Elisa**

Elisa a dix ans et est scolarisée en inclusion en CM1. Elle présente une surdité de perception congénitale diagnostiquée à dix mois. Sa surdité est profonde et bilatérale. Elle fut appareillée à dix-huit mois. Puis elle bénéficia d'une implantation bilatérale à l'âge de deux ans trois mois pour l'oreille droite et de cinq ans deux mois pour l'oreille gauche.

Dans le cadre du SSEFIS, Elisa bénéficie de deux séances d'orthophonie et de deux séances avec un enseignant spécialisé par semaine. De plus, elle est aidée par une AVS en classe. Elisa a une communication oraliste mais utilise parfois quelques gestes. Elle présente un léger retard de parole et de langage avec un trouble de l'articulation. En effet, sa compréhension reste moyenne et son expression est parfois maladroite. Son intelligibilité n'est pas parfaite malgré un bon rythme et débit de parole ainsi que d'une bonne intonation.

### **1.2.3. Enfant 3 : Théo**

Théo est âgé de onze ans et est scolarisé en inclusion en CM2. Il est atteint d'une surdité congénitale de perception bilatérale avec aggravations. Il présente une surdité sévère à l'oreille droite et profonde à l'oreille gauche. Il a été appareillé dès onze mois.

Théo bénéficie d'une séance d'orthophonie par semaine dans le cadre du SSEFIS et a eu quelques séances de psychologie durant l'année. Il communique à l'oral mais maîtrise quelques gestes en langue des signes française (si après LSF). En effet, sa mère s'exprime principalement avec cette langue. Il présente un léger retard de langage qui se traduit par des difficultés de compréhension lexicales et syntaxiques. La compréhension fine des inférences, de l'implicite et des expressions à l'écrit est parfois compliquée. Théo présente, de ce fait, quelques difficultés pragmatiques. La lecture labiale doit être renforcée afin d'améliorer la

compréhension dans le bruit. Cependant, Théo possède un bon rythme et débit de parole. Son intonation, son intelligibilité et son articulation sont quasi normales.

#### **1.2.4. Enfant 4 : Jade**

Jade est une enfant âgée de dix ans et scolarisée en inclusion en CM2. Elle présente une surdité de perception moyenne bilatérale et évolutive. Elle fut appareillée des deux oreilles à deux ans et demi.

Dans le cadre du SSEFIS, Jade bénéficie de deux séances d'orthophonie par semaine. Son mode de communication passe par l'oral. Elle a un léger retard de langage qui concerne principalement la compréhension orale et le lexique. La compréhension écrite est aussi impactée par un stock lexical réduit. De plus, la compréhension fine des inférences et de l'implicite est compliquée.

#### **1.2.5. Enfant 5 : Lucas**

Lucas a huit ans et est scolarisé en inclusion en CE2. Il est atteint d'une surdité de perception congénitale dépistée à la naissance. Sa surdité est profonde et bilatérale. Il a bénéficié d'une implantation droite à l'âge de un an quatre mois et d'une implantation gauche à trois ans neuf mois.

Il bénéficie d'une séance avec un enseignant spécialisé et d'une séance en orthophonie par semaine dans le cadre de la prise en charge du SSEFIS. Son mode de communication est oraliste mais il peut s'exprimer en LSF avec sa mère. Celle-ci communique principalement en LSF. Lucas présente un léger retard de parole sur les mots longs. Il est aussi suivi pour un retard de langage qui se traduit par une expression parfois maladroite. Sa syntaxe à l'écrit peut être améliorée. Cependant, Lucas a une bonne intelligibilité : son intonation, sa voix, son rythme et débit de parole sont dans la norme.

## **2. Matériel**

### **2.1. Matériel**

Lors des passations des tests pré et post-entraînement, nous avons eu besoin de mon ordinateur personnel contenant le test créé, de deux enceintes ainsi que du logiciel Audacity. Audacity est un logiciel libre d'enregistrement de sons numériques. Il a permis de recueillir les réponses des participants durant les passations.

L'analyse des données acoustiques a été effectuée à l'aide du logiciel libre PRAAT. Ce logiciel, conçu par des phonéticiens de l'Université d'Amsterdam, a été créé pour les analyses acoustiques.

Les entraînements spécifiques ont été réalisés à l'aide de l'ordinateur de Charpentier, d'un video-projecteur et de deux enceintes. Le logiciel, créé par Charpentier afin d'entraîner les invariants rythmiques et accentuels du français, a été utilisé.

### **2.2. Création d'un test**

Dans l'optique d'observer les capacités rythmiques et verbales des participants, nous avons élaboré un test.

**Rythme syllabé :** Tout d'abord, nous avons testé leur niveau de rythme en réception et en production en créant une épreuve inspirée du test de rythme de Mira Stambak (1951). En effet, Stambak a créé une épreuve de répétition de rythmes frappés séparés en différents sous-

groupes (cf annexe 4). Elle a classé par difficulté croissante ces structures en s'appuyant sur les indications de différents auteurs concernant les capacités rythmiques des enfants de six à douze ans. Cependant, ce test n'évalue pas la perception et la production du rythme syllabé et ne contient pas les rythmes entraînés dans le matériel de Charpentier. Nous avons dû inventer une nouvelle épreuve afin d'y intégrer ces notions. Notre test consiste en la répétition de quatorze rythmes syllabés de difficultés croissantes (cf annexe 5) inspirés des vingt et une structures rythmiques de M.Stambak (cf annexe 4). Nous avons introduit les rythmes présents dans les cartes de Charpentier (les noires, les croches et les doubles-croches) au sein de ces structures rythmiques. Cette épreuve permet d'évaluer la compréhension et la production du rythme syllabé. Elle analyse plus précisément leur perception et production des notes, des groupes rythmiques et du nombre de syllabes.

**Consigne :** Répète ce que va de dire l'extraterrestre. Répète exactement à l'identique, comme un perroquet, avec le même rythme et les mêmes pauses.

**Image 2 :** Consigne de l'épreuve de rythme syllabé.

**Conservation rythmique :** nous avons inventé une épreuve de conservation rythmique inspirée du test de rythme de M.Stambak (op, cit). Contrairement à l'épreuve de Stambak qui teste la conservation d'un rythme frappé, nous avons créé un test de conservation d'un rythme syllabé. Celui-ci (cf annexe 6) était présenté trois fois à l'enfant qui devait le répéter durant 25 secondes. D'après Stambak (op, cit), ce type d'épreuve analyse la capacité à structurer une période temporelle longue sans que le rythme requis ne soit perturbé. Ce subtest évalue ainsi leurs capacités de conservation dans le temps d'une structure rythmique et de la durée de celle-ci.

**Consigne :** Tu vas entendre un rythme. Après l'avoir écouté 3 fois, tu vas devoir le répéter jusqu'à ce que je te dise STOP. Sois bien attentif à garder le même rythme. *(arrêter au bout de 25 secondes)*

**Image 3 :** Consigne de l'épreuve de conservation de rythme.

**Phrases ambiguës :** Afin de tester leurs aptitudes en compréhension orale, nous avons élaboré une épreuve de désignation d'images sur écoute de vingt énoncés ambigus (cf annexe 7). Ces phrases ambiguës changent de sens en fonction des éléments suprasegmentaux : du rythme mais aussi de l'intonation (ex. il aperçoit l'arrêt/ il aperçoit la raie). Nous avons adapté le lexique aux enfants de cet âge. De plus, nous avons vérifié, avant la passation, la compréhension du lexique à l'aide d'une épreuve de désignation d'image (cf annexe 8) (ex. montre moi une raie vs montre moi un arrêt). Puis, durant l'épreuve, les participants devaient désigner la bonne image, correspondant à l'énoncé écouté, parmi deux images (cf annexe 11). De ce fait, cette épreuve teste la capacité des enfants à prendre en compte les paramètres rythmiques et suprasegmentaux des énoncés afin de résoudre le problème de l'ambiguïté. Comme nous l'avons abordé dans la partie théorique, la perception des différents rythmes permet de lever les ambiguïtés entre les frontières des groupes syntaxiques (Martin, op. cit.). Nous cherchons à constater un lien entre un entraînement aux invariants rythmiques et une meilleure perception des ambiguïtés grâce à une amélioration de la perception rythmique.

**Consigne** : Tu vas entendre 2 phrases qui se ressemblent mais qui ne parlent pas de la même chose. Il y a une phrase qui parle de cette image (*montrer*) et une phrase qui parle de l'autre image (*montrer*). Après avoir écouté les 2 phrases, tu vas me montrer l'image qui correspond à la première phrase. (*faire écouter de nouveau la première phrase avant la désignation*).

**Image 4 : Consigne de l'épreuve de phrases ambiguës.**

**Répétition de phrases** : enfin, nous avons fabriqué une épreuve de répétition de phrases dans l'intention d'analyser la perception et production orale des enfants. Ces dix phrases créées contiennent les rythmes des dix premières cartes rythmiques de Charpentier (cf annexe 9). Nous avons inventé des phrases basées sur le rythme de ces dix premières cartes en veillant à adapter le lexique et la syntaxe. En vue de réduire la contrainte mnésique nous avons dû morceler certaines phrases trop longues lors de l'écoute. Le but de ce subtest est d'étudier la compréhension auditive, la production orale et les capacités rythmiques des enfants. Le respect des groupes rythmiques ainsi que le nombre de mots compris et restitués sont étudiés. Cela nous permet aussi d'analyser leurs capacités mnésiques. En effet, la mémoire de travail auditive est fortement impliquée dans cette épreuve.

**Consigne** : Je vais te faire écouter des phrases. Après les avoir écoutées 2 fois, tu vas devoir les répéter en essayant de garder le même rythme et les mêmes mots. Tu vas répéter les phrases à l'identique, comme un perroquet, et j'enregistrerai ta réponse.

**Image 5 : Consigne de l'épreuve de répétition de phrases.**

Tous nos items ont été enregistrés à l'aide d'un microphone et standardisés afin de réduire la variabilité entre les passations. Nous avons harmonisé les sons en intensité afin d'éviter des variations d'intensité trop importantes. De plus, la standardisation des rythmes (noires, croches, doubles-croches) et des pauses assure une homogénéité entre les participants et les passations. Enfin, nous avons créé un diaporama pour rendre les épreuves plus ludiques pour les enfants (cf annexe 10).

## **3. Procédure**

### **3.1. Lieu et inclusion de la population**

Les passations ainsi que les entraînements se sont déroulés dans un SSEFIS tous les mercredis matin du trois octobre 2018 au trois avril 2019. Les cinq enfants recrutés étaient tous suivis au sein de ce SSEFIS et étaient scolarisés en primaire. Avant le début des passations, des formulaires d'information et de consentement ont été fournis aux enfants participants ainsi qu'à leurs parents (cf annexe 12) dans le respect des règles déontologiques.

### **3.2. Pré et post tests**

#### **3.2.1. Les pré-tests**

Les pré-tests ont été effectués les mercredis matin du trois octobre au quatorze novembre 2018. La passation totale du test dure 25 minutes. Cependant, chaque enfant a été évalué deux fois par tranche de dix à quinze minutes afin d'éviter toute fatigabilité. Lors de la première passation, les épreuves étaient la répétition de rythme et la compréhension des phrases ambiguës. La deuxième évaluation portait sur les épreuves de conservation du rythme

et de répétition de phrases. Cinq sessions ont été nécessaires afin d'administrer les épreuves à l'ensemble des participants.

### **3.2.2. Les post-tests**

Les post-tests se sont déroulés les mercredis matin du treize mars au trois avril 2019. Comme lors de la première passation, les enfants ont été évalués deux fois par période de dix à quinze minutes. Les mêmes enceintes, réglées sur la même intensité ont été utilisées. Quatre sessions ont été nécessaires pour administrer les post-tests à tous les participants.

### **3.3. Entraînement**

Les enfants ont bénéficié de séances de groupe rythmique les mercredis matin du 21 novembre 2018 au 6 mars 2019. A cause des conditions météorologiques (neige importante deux mercredis de suite), des sorties organisées et des vacances scolaires, seulement 8 séances de 45 minutes ont été effectuées au sein du SSEFIS.

Chaque séance possédait la même trame et était ritualisée. Tout d'abord, nous commençons par la méthode Félicitée afin de canaliser l'attention des enfants. Catherine Delhaise, kinésologue et formée à la psychologie corporelle et intégrative, a conçu la méthode Félicitée en 2010. Cette méthode s'inspire, entre autres, du Yoga, de la sophrologie, de la gymnastique douce et de la gestion mentale. Son but est de recruter toutes les capacités des participants et d'améliorer leurs ressources internes. Selon l'auteur, elle permettrait d'accroître les apprentissages, l'attention et les capacités mnésiques.

Ensuite, nous introduisons la carte musicale (cf annexe 3) ainsi que les exercices préparatoires à celle-ci : la lecture et la reconnaissance des notes (cf annexe 2). Chaque carte était abordée de manière progressive en variant les modalités. Nous commençons toujours par un entraînement à l'aide de la structure rythmique seule puis nous y ajoutons le tempo. Nous finissons par les exercer uniquement avec le tempo. Nous débutons avec le tempo de 60 battements par minute (bpm) avant d'aborder le 90 bpm. Les gestes et les aides étaient estompés à la fin de l'entraînement. De plus, nous avons inventé des exercices complémentaires dans l'intention de travailler la reconnaissance et la production d'un rythme à partir d'une phrase (cf annexe 13). A partir d'un énoncé produit, les enfants devaient retrouver le rythme correspondant à celui-ci parmi quatre structures rythmiques. De surcroît, ils devaient produire des énoncés ayant des structures rythmiques imposées. Le but était d'amener progressivement l'enfant à une structure parlée plus spontanée.

Compte-tenu du temps qui nous était imparti, nous avons travaillé uniquement les trois premières cartes du matériel de Charpentier en plus des exercices préparatoires des cartes une et trois.

### **3.4. Recueil et traitement des données**

#### **3.4.1. Recueil des données**

Toutes les données ont été enregistrées sur mon ordinateur portable à l'aide du logiciel libre Audacity. Les enregistrements ont été transférés dans une zone chiffrée de mon disque dur avec un code de correspondance afin de protéger les données des participants.

#### **3.4.2. Traitement des données**

- **Epreuve 1** : Le subtest de compréhension de **phrases ambiguës** était noté sur dix points. Chaque phrase correctement comprise valait un point.

- **Epreuve 2** : L'épreuve de **répétition de rythmes syllabés** a été analysée selon trois critères.

**Critère 2A** : Le premier critère consistait en le respect du nombre d'éléments rythmiques. Lorsque le participant ajoutait ou oubliait une syllabe son score total de 70 était soustrait d'un point.

**Critère 2B** : Le deuxième critère correspondait au respect de la durée syllabique. En effet, les syllabes à répéter comportaient trois durées différentes correspondant aux noires, aux croches et aux doubles-croches. Lorsque la syllabe était répétée à plus ou moins 10% de la durée type, le score était de deux points. Quand la syllabe était éloignée de plus ou moins 20% du modèle, le score était d'un point. Au delà, la notation était de zéro. Le score total correspondait à l'ensemble des points obtenus sur le total maximum des points à obtenir. Notons que si le participant rajoutait une note, celle-ci était comptabilisée dans le total. Ce score était ensuite retranscrit en pourcentage de réussite.

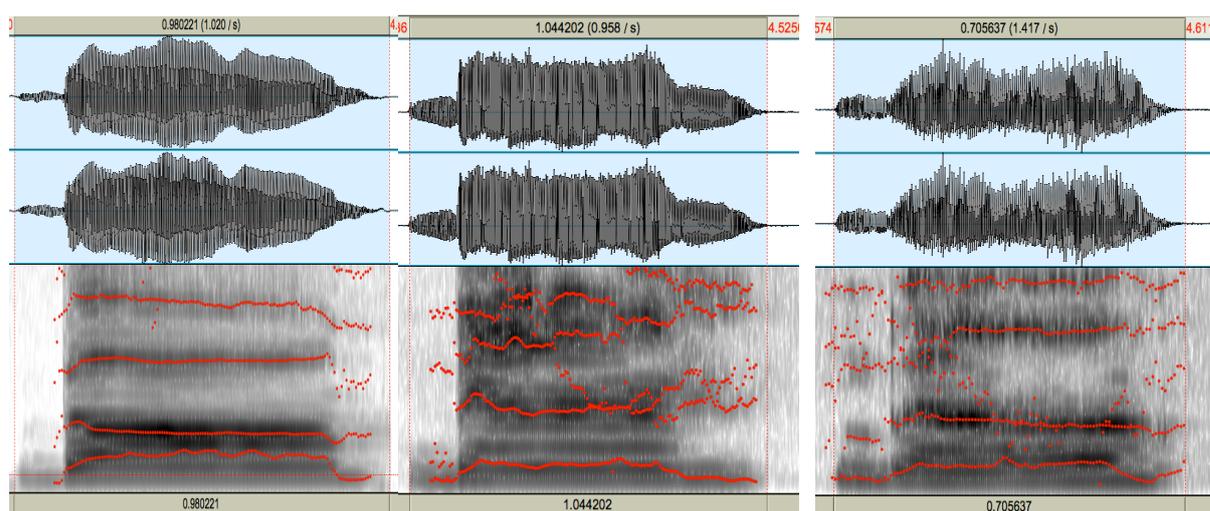


Image 6 : Analyses de la durée d'une noire sur Praat (de gauche à droite): durée modèle (0,98 ms), durée éloignée de moins de 10% (1,04 ms), durée éloignée de plus de 20% (0,70 ms).

**Critère 2C** : Le troisième critère se rapportait au respect des groupes rythmiques. Un groupe rythmique correspondait à la durée d'une noire. Ces groupes étaient séparés d'une pause perceptible. Chaque groupe rythmique repéré et répété par l'enfant valait un point. Par exemple, si le participant repérait deux groupes rythmiques mais qu'il ne répétait pas correctement toutes les notes au sein de ces groupes, il obtenait quand même les deux points (cf annexe 14). En effet, le participant avait détecté les différents groupes ainsi que les pauses qui les séparaient même s'il n'avait pas réussi à reproduire correctement les notes de ces groupes. Le score total était noté sur 41.

- **Epreuve 3** : L'épreuve de **conservation d'un rythme** était analysée selon deux critères.

**Critère 3A** : Le premier consiste en le respect de la durée d'un cycle. Nous avons mesuré le temps du cycle modèle et nous l'avons comparé au temps moyen des cinq premiers cycles produits par le participant. Le résultat nous fournissait un pourcentage de respect de la durée d'un cycle.

**Critère 3B** : Pour le deuxième critère, la conservation du rythme, nous avons attribué un point par cycle rythmique correctement reproduit sur les cinq premiers cycles.

- **Epreuve 4** : Deux critères ont été retenus pour l'épreuve de **répétition de phrases**.

**Critère 4A** : Le premier correspondait à la restitution des mots de la phrase. Le score total correspondait au nombre de mots correctement répétés sur le nombre total de mots. Ce résultat était converti en pourcentage de réussite.

**Critère 4B** : Enfin, un critère sur le respect du rythme a été créé. Des groupes rythmiques arbitraires, équivalant aux mots phonétiques, ont été attribués à chaque phrase (cf annexe 15). Les participants obtenaient un point par groupe rythmique respecté. Le total, sur 62 points, était ensuite retranscrit en pourcentage de réussite.

Les résultats des subtests, ont été retranscrits sur un tableur d'OpenOffice Calc. Pour analyser statistiquement ces données, nous avons utilisé le test des rangs signés de Wilcoxon à l'aide du site internet BiostaTGV. En effet, cette méthode d'analyse permet de comparer deux mesures quantitatives effectuées sur les mêmes sujets.

## Résultats

### 1. Epreuve 1 : Phrases ambiguës

Tableau 1: Scores bruts des participants, moyennes et pourcentages de progression à l'épreuve 1.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score brut en pré-test	7/10	6/10	9/10	6/10	5/10	<b>6,6/10</b>
Score brut en post-test	9/10	8/10	8/10	9/10	9/10	<b>8,6/10</b>
Pourcentage de progression	+20%	+20%	-10%	+30%	+40%	<b>+ 20%</b>

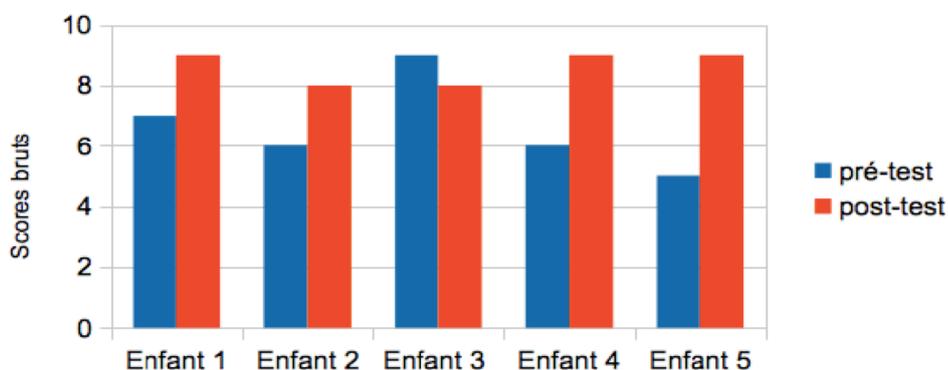


Figure 1 : Diagramme des résultats de l'épreuve 1 en pré et post-test.

Comme l'illustre la Figure 1, les résultats des participants à l'épreuve 1 ont globalement augmentés. Une amélioration du score de 20 % à 40 % est observée chez quatre enfants (cf Tableau 1). En moyenne, leurs résultats ont évolué de 20%. Notons cependant la

présence d'un effet plafond au pré-test pour l'enfant trois. Cet effet plafond pourrait expliquer l'absence d'amélioration de son score qui était déjà très élevé.

Cependant, le test des rangs signés de Wilcoxon pour échantillons appariés nous indique une p-value de .10 ( $p > .05$ ). De ce fait, l'hypothèse H0 qui indique que la différence moyenne entre les deux mesures est nulle, ne peut pas être réfutée. L'augmentation des scores ne semble pas statistiquement significative à cette épreuve.

## 2. Epreuve 2 : Rythme syllabé

### 2.1. Nombre de syllabes : 2A

Tableau 2 : Scores, moyennes et pourcentages de progression à l'épreuve 2A.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score en pré-test	97,14%	91,43%	91,43%	97,14%	98,57%	<b>95,14%</b>
Score en post-test	98,57%	100%	100%	95,71%	100%	<b>98,86%</b>
Pourcentage de progression	+ 1,43 %	+ 8,57%	+ 8,57%	- 1,43 %	+ 1,43%	<b>+ 3,71%</b>

Au regard du Tableau 2, nous constatons une légère progression des scores à cette épreuve pour quatre enfants sur cinq. En moyenne, leurs résultats se sont améliorés de 3,71%. Le pourcentage de réussite de l'enfant quatre a légèrement diminué au post-test. Cependant, un effet plafond important est observé chez l'ensemble des participants pouvant expliquer cette faible amélioration.

L'analyse statistique du groupe nous indique une p-value de .22 ( $p > .05$ ). La p-value étant strictement supérieure à .05, l'hypothèse H0 est gardée. De ce fait, l'amélioration des scores ne semble pas statistiquement significative pour ce critère.

### 2.2. Durée des notes : 2B

Tableau 3 : Scores, moyennes et pourcentages de progression à l'épreuve 2B.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score en pré-test	35,30%	46,21%	69,44%	35,71%	27,53%	<b>42,83 %</b>
Score en post-test	53,62%	57,25%	61,43%	55,80%	69,28%	<b>59,48%</b>
Pourcentage de progression	+ 20, 32%	+ 11,04%	- 8,01%	+ 20,09%	+ 41,75%	<b>+ 16, 65%</b>

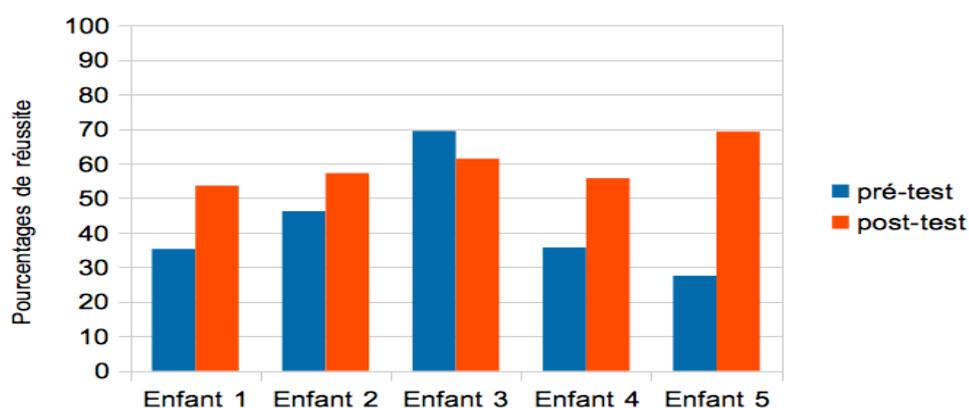


Figure 2 : Diagramme des résultats à l'épreuve 2B en pré et post-test.

Nous remarquons une augmentation du score en post-test pour quatre enfants sur cinq (cf Figure 2). Comme le montre le Tableau 3, leur score moyen s'est amélioré de 16,65%. Le résultat de l'enfant cinq a progressé de 41,75% et ceux des enfants un et quatre de 20%. Cependant, le pourcentage de réussite en post-test de l'enfant trois a régressé de 8,01%.

L'analyse statistique de ces résultats nous fournit une p-value de .12 ( $P > .05$ ). L'hypothèse  $H_0$  ne peut pas être réfutée malgré une augmentation des résultats. De ce fait, la progression ne semble pas statistiquement significative pour ce critère.

### 2.3. Groupes rythmiques : 2C

Tableau 4 : Scores, moyennes et pourcentages de progression de l'épreuve 2C.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score en pré-test	78,05%	87,80%	92,68%	100%	100%	<b>91,71%</b>
Score en post-test	100%	100%	100%	97,56%	97,56%	<b>99,02%</b>
Pourcentage de progression	+21,95%	+ 12,2 %	+ 7,32%	-2,44%	-2,44%	<b>+ 7,31%</b>

Comme l'illustre le Tableau 4, le score des enfants a progressé de 7,31%. Trois participants obtiennent le score maximal en post-test. Le résultat des deux autres sujets régresse légèrement. Cependant, pour cette épreuve, un effet plafond est observé chez tous les participants.

D'après le test statistique de Wilcoxon, la p-value est de .28 ( $> .05$ ). L'hypothèse  $H_0$  n'étant pas réfutée, l'augmentation de l'ensemble des résultats ne semble pas statistiquement significative pour ce critère.

### 3. Epreuve 3 : Conservation de rythme

#### 3.1. Durée : 3A

Tableau 5 : Scores, moyennes et pourcentages de progression de l'épreuve 3A.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score en pré-test	68,70%	75,18%	80,57%	66,90%	95,47%	<b>77,36 %</b>
Score en post-test	74,86%	74,46%	84,53%	74,82%	96,26%	<b>80,99 %</b>
Pourcentage de progression	+6,16 %	- 0,72%	+ 3,96 %	+ 7,92%	+ 0,79%	<b>+ 3,63%</b>

En moyenne, d'après le Tableau 5, le score des participants a légèrement augmenté de 3,63 %. Quatre enfants ont vu leur score s'améliorer de 0,79 à 7,92 %. Le résultat de l'enfant deux a, quant à lui, diminué de 0,72%.

L'analyse statistique nous fournit une p-value correspondant à .12 ( $p > .05$ ). L'augmentation générale des scores ne semble pas significative pour ce critère.

#### 3.2. Conservation de la structure rythmique : 3B

Tableau 6 : Scores, moyennes et pourcentages de progression de l'épreuve 3B.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score brut en pré-test	4/5	0/5	5/5	5/5	4/5	<b>3,6/5</b>
Score brut en post-test	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	<b>5/5</b>
Pourcentage de progression	+ 20%	+ 100%	+ 0%	+0%	+20%	<b>+ 28%</b>

Comme l'indique le tableau 6, tous les scores des participants ont augmenté ou se sont stabilisés. Parmi les résultats en pré-test des cinq participants, quatre avaient obtenu le résultat maximal. Cet effet plafond important empêche, de ce fait, une amélioration de leur note. Notons que l'enfant deux a vu son score passer de 0 à 5/5 témoignant d'une amélioration de 100%.

Le test de Wilcoxon, nous indique une p-value de .17 ( $p > .05$ ). L'hypothèse H0 ne peut pas être réfutée. Cette amélioration ne paraît pas statistiquement significative pour ce critère.

## 4. Epreuve 4 : Répétition de phrases

### 4.1. Nombre de mots restitués : 4A

Tableau 7 : Scores, moyennes et pourcentages de progression à l'épreuve 4A.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score en pré-test	82,38%	45,08%	77,72%	91,19%	90,15%	<b>77,30%</b>
Score en post-test	92,75%	68,91%	60,62%	93,26%	94,82%	<b>82,07%</b>
Pourcentage de progression	+10,37%	+ 23,83%	- 17,10%	+2,07%	+4,67%	<b>+ 4,77%</b>

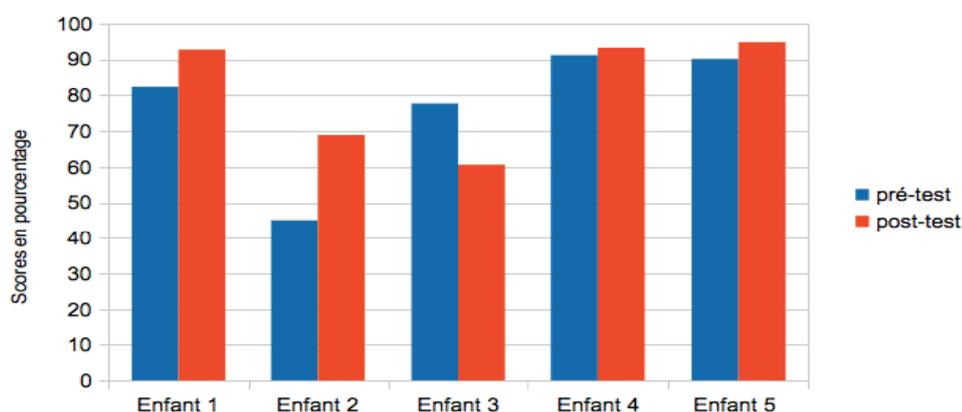


Figure 3 : Diagramme des résultats à l'épreuve 4A.

Quatre enfants sur cinq ont vu leurs scores s'améliorer de 2,07 à 23,83% (cf Tableau 7). Leur score général s'est légèrement amélioré de 4,77%. Notons qu'un effet plafond est observé chez les enfants quatre et cinq. Par conséquent, leur pourcentage d'amélioration ne peut pas être élevé. Cependant, nous constatons que le score de l'enfant trois a chuté de 17,10 % en post-test.

L'analyse statistique nous indique une p-value de .44 ( $p > .05$ ). L'hypothèse H0 ne peut pas être réfutée. L'augmentation générale des résultats ne semble pas statistiquement significative pour ce critère.

### 4.2. Respect du rythme : 4B

Tableau 8 : Scores, moyennes et pourcentages de progression à l'épreuve 4B.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score en pré-test	37,1%	32,26%	62,90%	58,06%	48,39%	<b>47,74%</b>
Score en post-test	51,61%	37,10%	69,35%	70,97%	70,97%	<b>60,00%</b>
Pourcentage de progression	+ 14,51%	+ 4,84%	+ 6,45%	+ 12,91%	+ 22,58%	<b>+12,26%</b>

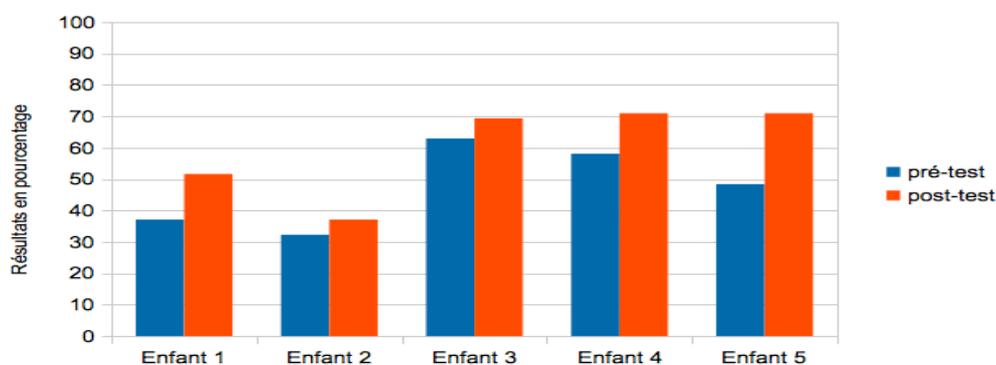


Figure 4 : Diagramme des résultats de l'épreuve 4B.

Les enfants un, quatre et cinq ont vu leurs scores progresser de façon importante. Les résultats des participants deux et trois se sont, quant à eux, légèrement améliorés (cf Figure 4). En général, le score des participants s'est accru de 12,26 % (cf Tableau 8).

L'analyse statistique effectuée avec le test de Wilcoxon indique une p-value de .06 ( $p > .05$ ). Malgré cette amélioration globale des résultats, la différence moyenne entre les scores en pré et post-test est nulle. La progression ne semble donc pas significative pour ce critère.

## 5. Progression générale de chaque enfant

Tableau 9 : Scores moyens et p-value des résultats globaux.

	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Moyenne
Score total pré-test	68,58%	54,74%	83,09%	76,13%	73,76%	<b>71,26%</b>
Score total post-test	82,68%	68,91%	82,00%	84,76%	89,86%	<b>81,64%</b>
P-value	<b>.01</b>	<b>.01</b>	.67	.11	<b>.04</b>	<b>.02</b>

L'analyse des résultats globaux pour chaque enfant nous indique une augmentation statistiquement significative du score des enfants un, deux et cinq. Le score de l'enfant trois diminue légèrement en post-test. Cependant, cette diminution ne semble pas significative au regard de la p-value ( $p > .05$ ). Le score général moyen a progressé de manière statistiquement significative comme l'indique la p-value de .02 ( $p < .05$ ).

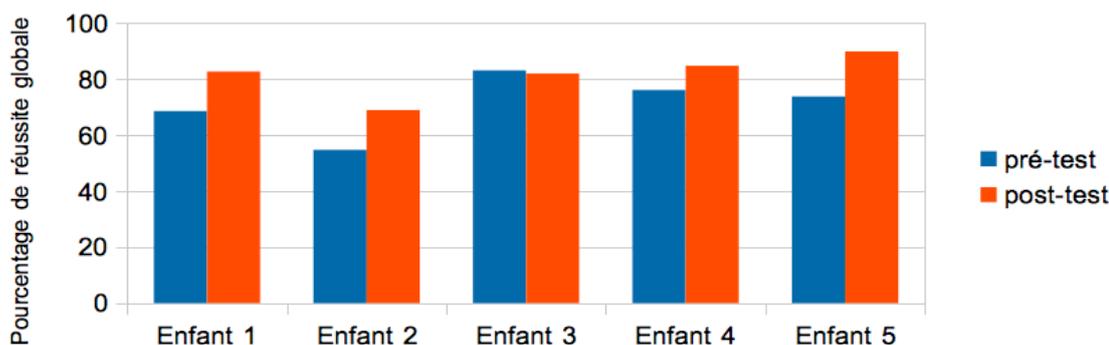


Figure 5 : Diagramme des résultats à l'ensemble des épreuves.

# Discussion

## 1. Interprétation des résultats

### 1.1. Synthèse des résultats

Tableau 10 : Synthèse des moyennes, du pourcentage de progression et de la p-value à l'ensemble des épreuves.

Epreuves	1	2A	2B	2C	3A	3B	4A	4B	Total
Résultats en pré-entraînement	60,6%	95,14 %	42,83%	91,71 %	77,36 %	3,6/5	77,30 %	47,74%	<b>71,26%</b>
Résultats en post-entraînement	80,6 %	98,86 %	59,48%	99,02 %	80,99 %	5/5	82,07 %	60,00%	<b>81,64%</b>
Pourcentage de progression	20 %	3,71%	16,65%	7,31%	3,63%	28%	4,77%	12,26%	<b>10,38%</b>
P-value	.10	.22	.12	.28	.12	.17	.44	.06	<b>.02</b>

Nous observons une augmentation des scores moyens pour chaque critère allant de 3,63% de progression jusqu'à 28%. Cependant, l'analyse statistique des moyennes à chaque critère, effectuée par le test des rangs signés de Wilcoxon pour échantillons appariés, nous indique une p-value strictement supérieure à .05. L'hypothèse H<sub>0</sub>, indiquant que la différence moyenne entre les notes des pré et post-tests est nulle, ne peut pas être réfutée si l'on étudie chaque critère individuellement. La progression à chaque critère ne semble pas significative.

Cependant, l'amélioration globale pour l'ensemble des épreuves est, quant à elle, statistiquement significative. En effet, l'analyse statistique nous indique une p-value valant .02 ( $p < .05$ ). Une amélioration générale significative est donc observée malgré l'absence d'une amélioration significative aux différents critères pris individuellement.

### 1.2. Interprétation des résultats selon les hypothèses

#### 1.2.1. Amélioration des compétences rythmiques

Tout d'abord, il est intéressant d'observer la présence, ou non, d'une amélioration des compétences rythmiques après un entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français.

**Epreuve 2 :** L'épreuve de **répétition de rythmes syllabés** permet d'analyser les capacités à percevoir le nombre de pulsations rythmiques et à les reproduire (critère 2A) ainsi que d'observer les aptitudes à discerner et répéter des durées (critère 2B).

Le critère **2A** (nombre de syllabes) semble trop aisé pour les participants : l'épreuve renferme un effet plafond important pour l'ensemble des participants. De ce fait, nous observons seulement une légère augmentation (+3,71%) de la moyenne des résultats. Les items étant classés par difficulté et par longueur (entre quatre et huit éléments), nous

constatons un nombre plus important d'erreurs sur l'item contenant huit éléments. Les capacités mnésiques des participants sont aussi impliquées dans cette épreuve.

Le critère **2B** (durée des notes) mesure la capacité à reproduire trois durées différentes équivalant à des noires, des croches et des doubles-croches. Nous remarquons une progression importante du score général des participants (+16,65%). Les sujets seraient plus sensibles aux durées et seraient capables de les restituer plus précisément après l'entraînement. Cependant, nous constatons que la note de l'enfant trois a régressé. Ce participant voulait arrêter les séances de groupe et n'était plus intéressé par les entraînements. Cette baisse de motivation pourrait expliquer, en partie, cette régression.

**Epreuve 3 :** L'épreuve de **conservation rythmique** teste les compétences des participants à conserver un rythme et une durée dans le temps.

Nous observons que l'épreuve **3B** (conservation d'un rythme) contient un effet plafond important pour quatre enfants. De ce fait, la progression de leur note ne peut pas être élevée pour ces participants. Cependant, tous les enfants obtiennent le score maximal en post-test. Leurs capacités à percevoir, retenir et reproduire dans le temps un rythme se seraient améliorées après l'entraînement.

Les scores moyens à l'épreuve **3A** (conservation d'une durée) augmentent légèrement (+3,63%). Notons cependant que le résultat de l'enfant 2 diminue très légèrement en post-test (- 0,72%). En moyenne, les enfants semblent mieux percevoir la durée d'un cycle et peuvent, plus aisément, la reproduire dans le temps.

**Le critère 4B** (respect du rythme), de l'épreuve de **répétition de phrases (épreuve 4)**, mesure la capacité à discerner et reproduire un rythme au sein d'une phrase. Le score général des participants s'est amélioré (+ 12,26%). De ce fait, les sujets percevraient et produiraient mieux un rythme au sein d'un énoncé. Cette amélioration ne semble pas spécifique aux trois premières phrases contenant le rythme des trois premières cartes travaillées. Cette progression serait donc généralisée à l'ensemble des phrases, mêmes celles contenant un rythme non étudié.

Cependant, pour chacun de ces critères, l'analyse statistique met en évidence une p-value strictement supérieure à .05. Les progressions observées sur les critères rythmiques ne semblent pas statistiquement significatives malgré une amélioration significative à l'ensemble des épreuves.

En conclusion, nous constatons une amélioration plus ou moins importante des compétences rythmiques à travers la moyenne de ces épreuves. Cependant, cette amélioration n'est pas statistiquement significative si l'on considère chaque critère rythmique. L'hypothèse d'une amélioration rythmique ne peut pas être retenue.

### **1.2.2. Amélioration de la perception auditive**

Nous avons formulé l'hypothèse qu'un entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français améliorerait la perception auditive des enfants déficients auditifs.

**L'épreuve 1 des phrases ambiguës** teste la capacité à percevoir les indices suprasegmentaux de la parole afin de résoudre l'ambiguïté de phrases. Or, le score des participants à cette épreuve augmente en moyenne de 20%. De ce fait, les sujets semblent mieux discerner les indices prosodiques de la parole. Cette capacité leur permettrait de lever les ambiguïtés entre les frontières syntaxiques et de mieux percevoir l'information.

**Epreuve 4 :** Les scores au critère **4A** (restitution de mots), de l'épreuve de **répétition de phrases**, augmentent légèrement (+ 4,77%). Cet accroissement de mots correctement

répétés pourrait être dû à une meilleure perception auditive de la phrase. Discriminant mieux les différents phonèmes des phrases, les participants seraient capables de restituer un plus grand nombre de mots. La diminution de la contrainte rythmique grâce à l'entraînement permettrait de soulager la charge mnésique et d'améliorer la perception auditive.

Cependant, l'analyse statistique de ces deux subtest conduit à une p-value strictement supérieure à .05. L'augmentation observée sur ces deux critères n'est donc pas statistiquement significative.

En conclusion, nous avons fait l'hypothèse qu'un entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français améliorerait la perception auditive des enfants déficients auditifs. Malgré une amélioration générale des résultats sur ces deux épreuves et un accroissement significatif des résultats globaux, la progression sur ces deux épreuves n'étant pas significative, elle ne permet pas de valider l'hypothèse.

### **1.2.3. Amélioration de l'intelligibilité**

Nous avons émis l'hypothèse qu'un entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français améliorerait l'intelligibilité des enfants déficients auditifs.

L'analyse des différents critères et épreuves nous montre un accroissement de la moyenne des scores pour chaque critère. On peut supposer que leurs capacités rythmiques se seraient développées. De plus, ils percevraient mieux les éléments suprasegmentaux de la parole ce qui leur permettrait d'améliorer leur compréhension orale. La meilleure restitution de mots au critère 4A traduirait une meilleure perception auditive et un allègement de la charge mnésique.

Comme l'a écrit Renard (1989) dans son ouvrage, pour répéter un message correctement, il faut au préalable le percevoir convenablement. L'intelligibilité serait donc liée à une bonne perception auditive et prosodique mais aussi à une mémoire de travail auditive performante. De ce fait, une progression dans ces domaines impacterait positivement l'intelligibilité.

Cependant, l'analyse statistique pour chacun de ces domaines nous fournit une p-value strictement supérieure à .05. Même si nous observons un accroissement de leurs capacités générales de manière significative, nous ne pouvons pas valider cette hypothèse car les progressions observées pour ces critères précis ne sont pas significatives. En effet, l'amélioration des scores sur les épreuves rythmiques et sur les critères testant la perception auditive n'est pas significative. Un entraînement plus intense, plus long sur un nombre de participants plus élevé aurait, peut-être, abouti à une amélioration significative pour chaque critère. De plus, des épreuves plus difficiles, sans effet plafond, avec un nombre plus important d'items auraient pu conduire à une augmentation des scores plus importante.

## **2. Limites de l'étude**

### **2.1. Biais liés à la population**

Tout d'abord, le nombre de participants semble trop faible (n=5) pour effectuer une analyse statistique et conclure à une amélioration significative. En effet, seulement cinq enfants ont été inclus à cette étude. En septembre 2018, huit patients étaient inscrits pour participer au groupe rythmique. Néanmoins, une enfant ne s'est jamais présentée et un participant a abandonné lors des entraînements, réduisant, de ce fait, l'échantillon. En outre,

un enfant n'a pas pu être testé, malgré sa participation aux séances de groupe rythmique, faute de temps.

De plus, le profil des participants n'est pas totalement homogène. Les enfants ne présentent pas le même degré de surdité ni le même type d'aide auditif. Ils n'ont pas été appareillés ou/et implantés aux mêmes âges. Cependant, il est extrêmement difficile de recruter une population d'enfants atteints de déficience auditive homogène tant les variables sont multiples et la population peu nombreuse.

Enfin, nous n'avons pas pu inclure de groupe témoin dans notre étude. Il aurait été pertinent de comparer l'évolution des enfants entraînés avec des enfants appariés non entraînés. Cela aurait pu mettre en évidence une amélioration spécifique due à l'entraînement rythmique ou une amélioration spontanée imputable à la maturation cérébrale. Mais au SSEFIS, la population d'enfants déficients auditifs n'était pas assez importante pour y inclure un groupe témoin apparié au groupe entraîné. Nous aurions pu reprendre le même type de population que celui recruté dans le mémoire de Lucie Charpentier afin d'accroître son échantillon. Cependant, il était intéressant de tester cet entraînement sur des enfants plus âgés afin d'enrichir l'analyse.

## **2.2. Biais liés à l'entraînement**

Les participants ont bénéficié de 8 séances de groupe de 45 minutes du 21 novembre 2018 au 6 mars 2019. Cela correspond, au total, à six heures de rééducation. Le temps et la fréquence des entraînements auraient pu être augmentés afin de rendre notre analyse plus pertinente et nos résultats significatifs. Cependant, nous avons dû commencer les entraînements tardivement car nous devons administrer les pré-tests à tous les participants avant les séances de groupe. Ne pouvant évaluer les enfants que sur une plage horaire de 45 minutes par semaine, les pré-tests s'étalèrent sur 5 semaines. Il en est de même pour les post-tests qui durèrent 4 semaines. De plus, les nombreuses vacances scolaires ainsi qu'une sortie ont réduit les séances. En outre, deux mercredis ont été annulés pour cause de neige.

Seulement les trois premières cartes ont été étudiées lors des entraînements. En effet, nous avons passé deux séances à travailler les exercices préparatoires aux cartes une et trois. De plus, nous avons proposé pour chaque carte des exercices supplémentaires afin d'approfondir la rééducation. Or, nous avons élaboré nos épreuves sur les dix premières cartes. Notre objectif d'atteindre ces dix premières cartes n'a pas pu aboutir.

## **2.3. Biais liés au matériel**

Nos épreuves ont été créées rapidement dans un laps de temps restreint entraînant quelques biais. En effet, nous devons commencer les passations le plus tôt possible dans l'année scolaire afin d'effectuer le plus de séances possible. Le but de notre mémoire ne consistait pas à la création d'épreuves rythmiques mais à l'entraînement aux invariants accentuels et rythmiques du français par le biais du matériel de Lucie Charpentier.

De nombreuses épreuves possèdent un effet plafond important nuisant à notre analyse. Il aurait été judicieux de tester les épreuves sur quelques enfants déficients auditifs de primaire afin d'ajuster le niveau de difficulté. De plus, nous aurions pu ajouter des items à chaque épreuve afin de rendre notre analyse statistique plus précise.

L'épreuve de phrases ambiguës ne teste pas uniquement la perception des notions rythmiques mais évalue la capacité à discerner tous les éléments suprasegmentaux de la

parole. Nous avons élaboré une épreuve de phrases ambiguës en faisant varier uniquement la modalité rythmique. Cependant, celle-ci était peu intelligible et n'était pas écologique.

Le test de répétition de phrases n'est pas une épreuve pure. Elle implique de nombreuses capacités : la perception et production du rythme, la perception auditive et l'intelligibilité mais surtout la mémoire de travail auditive. C'est pour cette raison que certaines phrases longues ont été divisées lors de l'écoute. De plus, l'absence de contexte rend l'épreuve difficile et peu écologique.

Enfin, par manque de temps, nous n'avons pas pu tester directement l'intelligibilité avec une épreuve de discours spontané. En effet, la passation puis l'analyse de ce test aurait été trop chronophage et aurait réduit les temps d'entraînement.

## **2.4. Biais liés aux passations**

En premier lieu, il est important de remarquer que notre test est construit sur l'écoute de sons enregistrés. Or, la perception auditive des sons artificiels et compressés est particulièrement difficile pour les enfants déficients auditifs. Cependant, nous avons décidé de standardiser tous les items en les enregistrant afin de réduire les variabilités d'intensité et de rythme entre les passations.

En outre, les participants n'étaient pas testés au même moment. Jusqu'à cinq semaines de décalage ont été observées entre les premiers enfants évalués et les derniers. Entre-temps, tous les participants continuaient les groupes rythmiques. De ce fait, certains enfants ont eu un temps d'entraînement supplémentaire.

## **2.5. Biais liés aux analyses acoustiques**

L'analyse de la durée des notes de l'épreuve de répétition de rythmes syllabés s'est avérée compliquée. En effet, nous devons recueillir les durées de chaque syllabe à l'aide l'analyse spectrale du son via le logiciel PRAAT. Nos mesures contiennent forcément un biais de recueil dû à la difficulté à discerner précisément les transitions formantiques. Cependant, la cotation de l'épreuve a été élaborée de manière à réduire au maximum les erreurs de mesure et d'obtenir une analyse la plus précise possible.

L'analyse du respect du rythme dans l'épreuve de répétition de phrases est assez subjective. En effet, contrairement à l'épreuve de répétition de rythmes syllabés, nous n'avons pas mesuré la durée de chaque syllabe. Nous avons seulement attribué une note subjective pour chaque groupe rythmique de la phrase. Il aurait été judicieux de proposer l'analyse de cette épreuve à plusieurs juges. De ce fait, nous aurions obtenu une moyenne inter-juge plus objective.

# **3. Implications théoriques et cliniques**

## **3.1. Mise en perspective avec le contexte théorique**

Notre mémoire laisse supposer que les enfants déficients auditifs possèdent une bonne production et perception rythmique. Leurs capacités rythmiques semblent performantes comme le suggèrent les effets plafond aux nombreuses épreuves. Cependant, comme nous l'avons écrit dans notre partie théorique, les variabilités inter-individuelles semblent importantes. Même si l'âge des enfants influence les résultats, nous constatons des différences entre les participants de même âge.

L'augmentation significative des scores globaux laisse supposer qu'un entraînement rythmique peut influencer les capacités rythmiques, la perception prosodique et auditive, la mémoire de travail et, de ce fait, l'intelligibilité. Même si ces progressions ne sont pas statistiquement significatives pour chaque critère, des augmentations sont observées. Ces données vont dans le sens des articles scientifiques qui établissent un lien entre entraînement musical et amélioration des capacités verbales. Comme nous l'avons écrit dans notre partie théorique, des articles ont montré qu'après un entraînement musical, les sujets percevaient mieux la hauteur et les émotions (Moreno, Besson, op cit), la parole dans le bruit, amélioreraient leur mémoire verbale et leur attention auditive (Parbery-Clark, op cit) ainsi que la discrimination des indices phonologiques (Chobert, op cit). Des études scientifiques plus poussées pourraient conduire à des augmentations statistiquement significatives des capacités perceptives et verbales des participants après un entraînement rythmique.

### **3.2. Implications pour les professionnels**

La singularité de notre mémoire et le peu d'études sur ce sujet met en exergue un manque de recherche sur les liens entre rythme et langage. Notre mémoire ouvre la porte à des questionnements qui mériteraient de faire l'objet d'études plus poussées. Une relation démontrée entre compétences langagières et capacités rythmiques pourrait faire accroître l'intérêt des thérapeutes pour les méthodes de rééducation orthophoniques plus singulières, tel que le rythme musical. Cela pourrait changer la pratique des orthophonistes et leur manière de concevoir leurs prises en charge.

### **3.3. Pistes pour de futures recherches**

Il serait intéressant d'inclure à notre étude de nouveaux participants afin d'enrichir l'échantillon. Nous pourrions, de ce fait, analyser statistiquement la progression des participants et observer sur une plus grande échelle les effets de l'entraînement. De plus, il serait pertinent d'y intégrer un groupe contrôle dans le but de mesurer les effets spécifiques de la stimulation.

Lors de l'élaboration de ce mémoire, nous nous sommes rendus compte de l'insuffisance de tests évaluant les aptitudes rythmiques et les compétences suprasegmentales de la parole. Un futur mémoire pourrait se concentrer sur la création d'un protocole d'évaluation du rythme et des capacités suprasegmentales en lien avec les compétences langagières. De ce fait, les épreuves seraient plus adaptées aux participants et ne contiendraient pas d'effet plafond.

Enfin, il pourrait être intéressant de proposer des exercices complémentaires aux cartes afin de varier et de rendre plus ludique les entraînements rythmiques.

## Conclusion

De nombreux articles scientifiques ont démontré un lien entre un entraînement des aspects suprasegmentaux à travers la musique et l'amélioration de la parole et du langage. En s'appuyant sur cette hypothèse, Guberina créa la méthode verbo-tonale et plus particulièrement le rythme musical. Le dessein du rythme musical était d'améliorer la compréhension et l'expression orale des apprenants d'une langue étrangère et des personnes déficientes auditives à travers un entraînement rythmique. Dans son mémoire, Lucie Charpentier inventa un matériel de rééducation permettant de travailler spécifiquement les structures rythmiques et accentuelles présentes dans la langue française. Mon mémoire avait pour objectif de valider cet outil sur des enfants déficients auditifs. Nous cherchions à confirmer l'hypothèse qu'un entraînement aux invariants rythmiques et accentuels du français améliorerait la perception auditive et l'intelligibilité de ces enfants.

Nous avons recruté cinq enfants déficients auditifs de primaire pris en charge au sein du même SSEFIS. Nous avons testé leurs capacités rythmiques, leurs perceptions auditives et prosodiques, leur mémoire de travail et leur intelligibilité à travers une série d'épreuves et de critères créés. Après 8 séances d'entraînement de groupe durant chacune 45 minutes, nous avons effectué des post-tests dans l'intention d'étudier leur progression.

Nous avons constaté que la moyenne des scores globaux à l'ensemble des épreuves des enfants en post-test s'améliorait de manière statistiquement significative. En effet, l'analyse statistique, effectuée à l'aide du test de rangs singés de Wilcoxon, nous fournit une p-value de .02 ( $p < .05$ ). De plus, nous avons observé une progression des scores pour chaque critère. De ce fait, un entraînement rythmique pourrait influencer les capacités rythmiques, perceptives, mnésiques et expressives des enfants déficients auditifs. Cependant, les analyses statistiques de chaque critère nous fournissent des p-values strictement supérieures à .05. Les améliorations observées aux différents subtests et critères ne sont donc pas statistiquement significatives. Malgré un accroissement significatif des capacités générales des participants, nos hypothèses ne peuvent pas être validées.

De nombreux biais pourraient expliquer ces résultats. En effet, un entraînement plus intensif, sur des sujets plus nombreux avec des épreuves plus difficiles contenant plus d'items aurait pu conduire à des résultats significatifs pour chaque critère.

Même si ce mémoire n'aboutit pas à des liens statistiquement significatifs sur les différents critères observés, il possède le mérite d'analyser les relations entre rythme, parole et langage. Peu d'articles scientifiques se sont intéressés à ces liens. Ce mémoire ouvrira peut-être les portes à des nouvelles perceptives scientifiques. De plus, il apporte une vision différente et plus globale de la rééducation orthophonique des troubles de la parole et du langage.

## Bibliographie

- Alazard, C. (2013). *Rôle de la prosodie dans la fluence en lecture oralisée chez des apprenants de Français Langue Étrangère*. (Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail, Toulouse).
- Alis, V., Jubien, N. (2009). Chapitre 4 : Aides à la communication. Dans Loundon, N., Busquet, D., Garabédian, E.N (dir.), *Implant cochléaire pédiatrique et rééducation orthophonique* (p.17-31). France: Médecine Sciences Flammarion.
- Azéma, B., Bischof, H., Bizaguet, E., Coez, A., Hugon, B., Jillicot, J., Laurent, S., ... Vinet, A. (2008). *Collège National d'Audioprothèse : Précis d'audioprothèse. Production, phonétique acoustique et perception de la parole*. Issy-les- Moulineaux : Elsevier Masson.
- Bhatara, A., Yeung, HH., Nazzi, T. (2015). Foreign language learning in French speakers is associated with rhythm perception, but not with melody perception. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 41(2), 277-282.
- Bobin-Bègue, A. (2002). *Capacités de traitement temporel des durées courtes chez l'enfant entre 1 & 4 ans*. (Thèse de doctorat, Ecole pratique des hautes études, Paris).
- Boureux, M. (2012). La cognition du langage et de la musique dans l'acquisition d'une langue seconde par la méthodologie verbo-tonale. In Calvo Medina, M.V., Murillo Puyal, J. (eds), *Perception phonique et parole* (p. 179-192). Mons : CIPA.
- Cason, N., Hidalgo, C., Isoard, F., Roman, S., Schön, D. (2015). Rhythmic priming enhances speech production abilities : Evidence from prelingually deaf children. *Neuropsychology*, 29(1), 102-107.
- Charpentier, L. (2013). *Création d'un matériel rythmique pour améliorer l'intelligibilité de la parole chez l'enfant déficient auditif. Un complément au rythme musical de la méthode verbo-tonale* (Mémoire, Université de Lille 2- Institut d'orthophonie G.Decroix, Lille).
- Chobert, J., Marie, C., François, C., Schön, D., Besson, M. (2011). Enhance Passive and Active Processing of Syllables in Musician Children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(12), 3874-3887.
- Chobert, J., François, C., Velay, J.L., Besson, M. (2012). Twelve Months of Active Musical Training in 8- to 10-Years-Old Children Enhances the Preattentive Processing of Syllabic Duration and Voice Onset Time. *Cerebral Cortex*, 24(4), 956-967.
- Drezancic, Z. (1979). *Rééducation des déficients auditifs : stimulations musicales dans les premières phases du travail avec les enfants déficients de l'audition selon la méthode verbo-tonale*. Lille : CRDP.
- Dumont, A. (1996). *Implant cochléaire, surdité et langage*. Belgique :De Boeck Université.
- Dumont, A. (1998). *Implications cochléaires : guide pratique d'évaluation et de r ducation*. France : ortho édition.
- Dumont, A. (2008). *Orthophonie et surdité : communiquer, comprendre, parler*. France : Masson.
- Fraisse, P. (1974). *Psychologie du rythme*. Presses Universitaires de France.

- Gelinas, C. (1984). *Implication différentielle des hémisphères cérébraux dans l'analyse des paramètres linguistiques chez les dysphasiques*. (Mémoire, Université du Québec à trois-rivières, Québec).
- Guberina, P. (2003). In *Rétrospection*. Zagreb, Croatie : Artresor Naklada.
- Hickok, G., Poeppel, D. (2000). Towards a functional neuroanatomy of speech perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(4), 131-138.
- Jacquier, C. (2008). *Etude d'indices acoustiques dans le traitement temporel de la parole chez des adultes normo-lecteurs et des adultes dyslexiques*. (Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2, Lyon).
- Jochaut-Roussillon, D. (2015). *Analyse comparée de la pathologie du traitement temporel auditif dans les troubles du spectre autistique et la dyslexie*. (Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, Paris).
- Kraus, N., Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 599-605.
- Lacheret, L., Le Normand, M-T. (2010). Prosodie chez des enfants implantés cochléaires. Dans T. Rousseau, F. Valette-Fruhinsholz (dir.), *Le langage oral : Données actuelles et perspectives en orthophonie* (p. 63-88). Ortho Editions.
- Leybaert, J., Colin, C., Willems, P., Colin, S., Nouvelle, M., Schepers, F..., Ligny, C. (2007). Implant cochléaire, plasticité cérébrale et développement du langage. Dans J. Lopez Krahe (dir.), *Surdité et langage : Prothèses, LPC et implants cochléaires* (p. 40). France : Presses Universitaires de Vincennes.
- Lina-Granade, G., Gallego, S., Thai-Van, H., Truy, E. (2010). Appareillage auditif conventionnel par voie aérienne. *EMC Oto-rhino-laryngologie*, 20-185-C-15.
- Lisker, L. (1986). « Voicing » in English : A Catalogue of Acoustic Features Signaling /b/ Versus /p/ in Trochees. *Language and Speech*, 29(1), 3-11.
- Loub lo, E-F. (2014). *Le voyage intérieur du bruit : de l'oreille au cerveau*. France, Editions Paari.
- Martin, M. (2009). *Intonation du français*. Paris, France : Armand Colin.
- Moore, B.C.J. (1995). *Perceptual Consequences of Cochlear Damage*. Oxford : Oxford University Press.
- Moreno, S. Besson, M. (2006). Musical training and language-related brain electrical activity in children. *Psychophysiology*, 43(3), 287-291.
- Moreno, S., Bialystok, E., Bara, R., Schellenberg, E.G., Cepeda, N.J., Chau, T. (2011). Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function. *Psychological Science*, 22(11), 1425-1433.

- Nazzi, T., Bertoncini, J., Mehler, J. (1998). Language Discrimination by Newborns : Toward an Understanding of the Role of Rhythm. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 24(3),756-766.
- Nazzi, T., Jusczyk, P W., Johnson, E K. (2000). Language Discrimination by English-Learning 5-Month-Olds : Effects of Rhythm and Familiarity. *Journal of Memory and Language*,43(1), 1-19.
- Pagel, D., Madeleni, E., Wioland, F. (2012). *Le rythme du français parlé*. France : Hachette.
- Parbery-Clark, A., Strait, D.L., Anderson, S., Hittner, E., Kraus, N. (2011). Musical Experience and the Aging Auditory System : Implications for Cognitive Abilities and Hearing Speech in Noise. *PLoS ONE*, 6(5), e18082.
- Patel, A.D. (1998). Processing Prosodic and Musical Patterns : A Neuropsychological Investigation. *Brain and Language*, 61(1), 123-144.
- Patel, A.D. (2009). Music and the brain : three links to language. Dans Hallam, S. Cross, I. Thaut, M (dir.), *The Oxford Handbook of Music Psychology* (ed.1, vol.1, p.208-217) Oxford : Oxford University Press.
- Patel, A.D. (2011). Why would musical training benefit the neural encoding of speech ? The OPERA hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 2.
- Perrot, X. (2011). Anatomie et physiologie du système nerveux auditif central. *Les Cahiers de l'Audition : la revue du Collège National d'Audioprothèse*, 24 (2), p 7- 16.
- Petersen, B., Weed, E., Hansen, M., Sørensen, S-D., Sandmann,P., Vuust, Peter. (2014). *Brain responses to language-relevant musical features in adolescent cochlear implant users before and after an intensive music training program*. Communication présentée au 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies.
- Renard, R. (1979). *Introduction à la méthode verbo-tonale de correction phonétique*. Bruxelles : Editions Didier, Centre International de Phonétique Appliquée CIPA.
- Schön, D., Magne, C., Besson, M. (2004). The music of speech: Music training facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, 41(3), 341-349.
- Stambak, M. (1951). Le problème du rythme dans le développement de l'enfant et dans les dyslexies d'évolution. *Enfance*, 5 (4), 480-502.
- Thompson, W.F., Schellenberg, E.G., Husain, G. (2004). Decoding speech prosody : Do music lessons help ? *Emotion*, 4(1), 46-64.
- Vinter, S. (1992). *Mise en place des éléments prosodiques dans le langage émergent de l'enfant sourd : rôle des stimulations acoustiques et des interactions sociales*. (Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon).

Zatorre, R.J., Belin, P., Penhune, V.B. (2002). Structure and function of auditory cortex : music and speech. *Trends in Cognitives Sciences*, 6(1), 37-46.

## Liste des annexes

**Annexe n°1 : Les quatre premières cartes musicales (L. Charpentier, op cit)**

**Annexe n°2 : Exercices préparatoires : la lecture de notes et la reconnaissance auditive (L. Charpentier, op cit)**

**Annexe n°3 : Carte musicale n°1 (L. Charpentier, op cit)**

**Annexe n°4 : Les vingt et une structures rythmiques de M. Stambak (op cit)**

**Annexe n°5 : Les quatorze structures rythmiques de l'épreuve de répétition de rythme syllabé**

**Annexe n°6 : Rythme de l'épreuve conservation de rythme**

**Annexe n°7 : Les phrases ambiguës**

**Annexe n°8 : L'épreuve de vérification du vocabulaire**

**Annexe n°9 : Les dix phrases basées de l'épreuve répétition de phrases basées sur les dix premières cartes**

**Annexe n°10 : Présentations des épreuves**

**Annexe n°11 : Exemple de feuille de désignation de l'épreuve de phrases ambiguës**

**Annexe n°12 : Formulaire d'information et de consentement**

**Annexe n°13 : Exemples d'exercices : reconnaissance d'un rythme à partir d'un énoncé produit et production d'une phrase à partir d'un rythme imposé**

**Annexe n°14 : Exemple d'analyse du rythme syllabé n°8**

**Annexe n°15 : Exemple des groupes rythmiques arbitraires attribués à la phrase n°1**