



**HAL**  
open science

# Pratique rythmique et dynamique de l'interaction langagière chez l'enfant sourd

Camille Schuh, Marie Cachi-Pouyenne

► **To cite this version:**

Camille Schuh, Marie Cachi-Pouyenne. Pratique rythmique et dynamique de l'interaction langagière chez l'enfant sourd. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02993057

**HAL Id: dumas-02993057**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02993057>**

Submitted on 6 Nov 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AIX MARSEILLE UNIVERSITE  
Faculté de Médecine de Marseille  
Centre de formation en orthophonie

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du  
Certificat de Capacité en Orthophonie

# Pratique rythmique et dynamique de l'interaction langagière chez l'enfant sourd

Marie Cachi-Pouyenne et Camille Schuh  
Sous la direction de Céline Hidalgo

19 Juin 2019



## Résumé

Une interaction conversationnelle efficace nécessite que les interlocuteurs possèdent des capacités conversationnelles telles que des capacités de convergence et pragmatique. La surdité pourrait engendrer des difficultés  e développer ces capacités. Cependant, ces deux domaines nécessitant des conditions d'évaluation écologiques, ils sont encore peu explor es. Par ailleurs, l'hypothèse OPERA postule que la musique et le langage partagent des caractéristiques et des processus de traitements communs et que la pratique musicale remplit les conditions nécessaires  e un effet de transfert des compétences musicales vers les compétences langagières. Selon la Dynamic Attending Theory, le rythme serait l'élément musical clé qui permettrait d'améliorer le traitement du langage grâce au développement de capacités de prédiction.

Le but de notre étude était de créer une tâche conversationnelle permettant de tester les capacités conversationnelles des enfants malentendants (ME) pour les comparer  e celles d'un groupe d'enfants normo-entendants (NE). De plus, elle avait pour visée de tester l'effet d'un entraînement rythmique versus un entraînement contrôle tonal sur ces capacités.

Nos hypothèses étaient d'une part que les performances conversationnelles des enfants ME seraient moins élevées que celles des enfants NE et d'autre part que la convergence entre l'adulte et les enfants ME serait améliorée par l'entraînement rythmique.

Le paradigme expérimental mis en place est une situation de conversation semi-dirigée entre un enfant et un adulte  e l'aide d'un support - une MapTask - crée dans le but d'induire différents types d'interactions verbales. Cette tâche écologique a  ete testée auprès d'enfants NE  ag es de 5  e 9 ans puis auprès d'enfants ME appari es en âge,  e la suite d'un entraînement rythmique et tonal de 30 minutes.

Les paramètres conversationnels  etudi es montrent peu de différence entre enfants ME et NE et un effet mesur e de la stimulation rythmique. La contrainte temporelle n'a pas permis d'effectuer des analyses  e visée pragmatique.

**Mots clés :** surdité - langage - convergence - interaction - conversation - MapTask - enfants - stimulation rythmique - stimulation tonale - orthophonie

## Remerciements

Nous voulons tout d'abord remercier l'ensemble des enfants ayant participé à notre expérience ainsi que leurs parents.

Nous remercions également l'équipe de la Maison pour Tous au Cours Julien et particulièrement Angélique Molard, ainsi que le personnel du CAMPS et de l'IPSIC de l'hôpital Salvator d'avoir si gentiment accepté de nous prêter leurs locaux et particulièrement Dr. Marion Varoquier pour sa disponibilité.

Nous désirons aussi remercier l'illustratrice Hélène Georges d'avoir accepté de participer à notre projet et nous avoir permis de le valoriser.

Nous remercions Audrey Colleau-Attou d'avoir accepté de faire partie de notre jury de soutenance.

Nous remercions très particulièrement notre directrice de mémoire, Céline Hidalgo pour sa confiance tout au long de ce projet de recherche, mais surtout pour son immense implication et sa bienveillance. Nous remercions également Daniele Schön pour ses conseils avisés et Jacques Pesnot pour son aide précieuse.

Nous souhaitons bien sûr remercier nos familles et nos amis pour leur soutien sans faille.

Je remercie tout particulièrement ma maman Florence, ma petite sœur Belly, les Rafanaux et mes ami.e.s qui se reconnaîtront, pour leur soutien moral indéfectible (Camille).

Enfin, les derniers mots de cette aventure si particulière seront pour Alexandre, son extraordinaire patience et ses relectures passionnées, mais également pour ma maman Claudine et son soutien téléphonique inconditionnel tout au long de ce projet. *Marie*

## Sommaire

Résumé.....	2
Remerciements .....	3
Sommaire .....	4
Abréviations .....	7
1-Partie théorique : .....	8
1.1-Les compétences conversationnelles des enfants normo-entendants .....	8
1.1.1-Les capacités de convergence .....	8
1.1.2-Les capacités pragmatiques .....	12
1.2-Les conséquences de la surdité sur les compétences langagières des enfants malentendants.....	13
1.2.1-Les déficits linguistiques.....	13
1.2.2-Les déficits conversationnels .....	14
1.3-La musique, un outil pertinent dans le cadre des troubles du langage : l'importance du rythme	17
1.3.1-Effets de la pratique musicale sur les compétences langagières .....	17
1.3.2-Effets de la pratique musicale sur les déficits linguistiques.....	20
1.3.3-Hypothèse théorique des effets du rythme sur la perception et la production du langage ...	22
1.4-Problématique et hypothèses.....	25
2-Partie expérimentale : .....	26
2.1-Matériel et méthode .....	26
2.1.1-Populations.....	26
1-Population contrôle .....	26
2-Population expérimentale.....	26
2.1.2-Stimuli.....	27
1-La MapTask .....	27
2-Stimulations rythmique (contrôle) et tonale (expérimentale).....	32
2.1.3-Procédure .....	32
1-Expérience avec les enfants normo-entendants.....	33
2-Expérience avec les enfants malentendants .....	33
2.2-Méthodologie de transcription des échanges .....	34
2.2.1-Différents niveaux d'analyse.....	35
Traitement linguistique : .....	35
1-Transcription et annotations des dialogues .....	35
2-Alignement phonétique et syllabique.....	37
Traitement acoustique : .....	37
1-Réduction du bruit.....	37

2-Séparation des sources sons .....	37
3-Rectification du décalage temporel entre les fichiers sons traités et les fichiers TextGrids .....	38
2.2.2-Détail des annotations .....	38
1-Tiers IPU_a et IPU_e .....	38
2-Tiers IPU_o .....	40
3-Tiers IPU_off .....	41
4-Tiers IPU_m .....	41
2.2.3-Problématiques rencontrées et améliorations possibles .....	41
2.3-Analyses statistiques .....	42
3-Résultats : .....	44
3.1-Les enfants malentendants réussissent moins bien la MapTask que les enfants normo-entendants : .....	44
3.1.1-Réussite du nombre de mini-jeux .....	44
3.1.2-Mots phonétiquement corrects .....	45
3.2-Les enfants malentendants présentent des valeurs différentes des enfants normo-entendants sur certains paramètres acoustiques ; il n’y pas d’effet de la stimulation rythmique sur ces paramètres .....	45
3.2.1-La surdité affecte la F0 des enfants malentendants mais aussi celle de l’adulte .....	45
3.2.2-La surdité n’affecte pas le débit syllabique des enfants malentendants ni celui de l’adulte .....	47
3.3-Les enfants malentendants convergent comme les enfants normo-entendants sur les paramètres acoustiques de la parole de l’adulte ; il n’y a pas d’effet de la stimulation rythmique sur la convergence .....	48
3.3.1-La convergence prosodique .....	48
3.3.2-La convergence syllabique .....	50
3.4-Synthèse des résultats .....	51
4-Discussion .....	52
4.1-Les paramètres acoustiques des enfants normo-entendants et malentendants en situation de conversation .....	52
Fréquence fondamentale moyenne .....	52
Débit syllabique .....	53
4.2-Les capacités de convergence des enfants en situation de conversation .....	53
Convergence sur la fréquence fondamentale moyenne .....	54
Convergence sur le débit syllabique .....	54
Alignement syntaxique .....	55
4.3-Les effets de la stimulation rythmique sur les paramètres acoustiques et les capacités de convergence des enfants malentendants en situation de conversation .....	56
Effets de la stimulation rythmique sur la fréquence fondamentale moyenne .....	56
Effets de la stimulation rythmique sur le débit syllabique .....	56

Effets de la stimulation rythmique sur la convergence sur la fréquence fondamentale moyenne .....	56
Effets de la stimulation rythmique sur la convergence sur le débit syllabique.....	57
4.4-Analyses qualitatives.....	58
4.5-Les améliorations possibles de la tâche expérimentale.....	59
Matériel expérimental créé.....	59
Analyses pragmatiques.....	60
5-Conclusion .....	61
6-Bibliographie.....	62
7-Annexes.....	70
Annexe 1 : Tableau des données démographiques.....	70
Annexe 2 : Illustrations des MapTask .....	72
Annexe 3 : Détails des éléments constitutifs de la MapTask .....	73
Introduction des thèmes.....	73
Exemples d'échanges enfant-adulte .....	73
Système de récompense.....	74
Fréquences des items sélectionnés .....	74
Mini jeux .....	79
Annexe 4 : Description des stimulations <i>rythmique</i> et <i>tonale</i> .....	81
Annexe 5 : Tableau de contrebalancement des stimulations et des MapTask chez les enfants malentendants.....	86
Annexe 6 : Description de la procédure de traitement des dialogues avec SPPAS.....	87
Annexe 7 : Tableaux récapitulatifs des connaissances des items par enfant.....	88
Annexe 8 : Illustration de la nouvelle MapTask château .....	91

## Abréviations

*AVS* : Auxiliaire de Vie Scolaire

*CL* : Champ-Libre

*dB* : Décibels

*EEG* : Electroencéphalographie

*ET* : écart-type

*FASST* : Flexible Audio Source Separation Toolbox

*F0* : fréquence fondamentale

*Hz* : Hertz

*IC* : Implant Cochléaire

*M* : moyenne

*ME* : malentendant

*MEr* : malentendant après stimulation rythmique expérimentale

*MEt* : malentendant après stimulation tonale contrôle

*NC* : non communiqué

*NE* : normo-entendant

*OD* : Oreille Droite

*OG* : Oreille Gauche

*PC* : Prothèse Conventiionnelle

*SSEFS* : Service de Soutien à l'Education Familiale et à la Scolarité

*TFA* : Trouble de la Fonction Auditive

*TSLO* : Trouble Spécifique du Langage Oral

*ULIS* : Unités Localisées pour l'Inclusion Scolaire

*VOT* : Voice Onset Time

## 1-Partie théorique :

### 1.1-Les compétences conversationnelles des enfants normo-entendants

#### 1.1.1-Les capacités de convergence

L'utilisation la plus naturelle du langage est la conversation, celle-ci ne demandant pas d'apprentissage académique, contrairement au langage écrit ou à l'art oratoire (Pickering & Garrod, 2004). Au cours d'une conversation, une adaptation et une imitation comportementales mutuelles se mettraient en place entre deux interlocuteurs, à l'image d'un caméléon s'adaptant et imitant son environnement. Il s'agit de « l'effet caméléon » ; celui-ci se manifeste de manière verbale (reprise d'expressions idiosyncratiques) et/ou corporelle (imitation posturale). Cet effet est automatique, inconscient, et n'est constaté par le locuteur lui-même qu'à posteriori. « L'effet caméléon » permettrait une interaction sociale plus fluide et générerait un sentiment d'empathie entre les interlocuteurs (Chartrand & Bargh, 1999). Au cours d'une conversation, des changements de comportements sont également opérés par les interlocuteurs afin de s'adapter à la communication l'un de l'autre. Une stratégie d'adaptation comportementale, appelée « convergence » se met en place : les interlocuteurs d'une conversation s'adaptent à certains paramètres communicationnels l'un de l'autre, tels le débit de parole, la longueur des énoncés, les variantes phonologiques, les sourires, les regards. Il s'agit de la Théorie de l'Accommodation, développée par Giles, H., Coupland, N., & Coupland, J. en 1991. Lorsque les interlocuteurs parviennent à s'adapter l'un à l'autre, on parle alors de convergence ; dans le cas contraire, on parle de divergence. Une convergence peut opérer sur tous les paramètres conversationnels ou seulement sur certains (Pardo, 2006).

L'un des paramètres conversationnels sur lequel les interlocuteurs peuvent converger ou diverger est la fréquence fondamentale. En 2017, Mukherjee et al., ont mené une étude dans laquelle des dyades d'adultes ont participé à une tâche verbale selon le même paradigme que le jeu des dominos : tour à tour, les participants devaient sélectionner parmi deux mots et lire à haute voix, un mot dont la première syllabe rimait avec la dernière syllabe du mot précédemment lu par leur partenaire. Avant et après la tâche, les participants lisaient la liste de mots utilisés dans la tâche. Les productions orales des participants ont été enregistrées lors de leurs lectures avant, pendant et après la tâche. La convergence de la F0 des participants était alors mesurée. Bien que les résultats varient d'une dyade à l'autre, ils semblent montrer l'existence d'une convergence des participants sur la fréquence fondamentale dans ce type d'échange verbal.

Un autre paramètre sur lequel on retrouve un phénomène de convergence est l'intensité. En 1975, Natale a investigué les variations d'intensité en conversation. Lors de cette étude, les participants étaient placés dans une pièce différente de leur interlocuteur, dont ils ignoraient qu'il faisait partie de l'équipe de recherche. Cet interlocuteur avait pour mission de poser des questions aux participants, tandis que l'intensité de sa voix était modifiée à trois reprises (entre 80 et 83 dB, entre 85 et 89 dB, et entre 92 et 95 dB). Cette étude avait pour but d'établir la présence ou l'absence d'une convergence d'intensité entre

deux interlocuteurs. Les résultats de l'étude montrent qu'une variation d'intensité chez un locuteur entraîne une variation similaire d'intensité chez son interlocuteur : l'intensité vocale est donc un paramètre du langage oral pouvant lui aussi faire l'objet de convergence (Natale, 1975).

En 2006, Pardo a réalisé une expérience afin d'analyser l'existence d'une convergence phonétique, à l'aide d'une tâche conversationnelle de type MapTask. La MapTask est une tâche dirigée dans laquelle un participant doit trouver un chemin sur une carte à l'aide des indications de son interlocuteur. A la suite de cette tâche, un panel naïf a écouté des séries de trois mots enregistrés, sur un modèle AXB. Le mot X était prononcé par l'un des participants à la MapTask, les mots A et B étaient quant à eux prononcés par l'autre participant et avaient été enregistrés avant, pendant et après la tâche. Le jury d'écoute devait sélectionner entre A et B, la production phonétique la plus proche de X ; si la production sélectionnée était issue de l'enregistrement effectué pendant la MapTask, alors une convergence phonétique était établie. Les résultats de cette étude ont montré que dans la majorité des dyades étudiées, une harmonisation des productions phonétiques opérait en contexte conversationnel (Pardo, 2006). En 2014, Nielsen a mené une étude portant sur l'imitation phonétique chez des enfants d'âge pré-scolaire, des enfants d'âge scolaire et des étudiants. L'étude consistait à nommer des images dont les noms commençaient par les sons /p/ ou /k/ et ayant une fréquence importante dans le vocabulaire des participants. Afin de vérifier l'existence d'une imitation phonétique, la production de ces mots par une adulte a été enregistrée, et le Voice Onset Time (VOT) (le délai d'établissement du voisement d'une voyelle après l'explosion d'une consonne occlusive) de la première syllabe de certains mots a été allongé. Les participants ont tout d'abord dû nommer une première fois les images, puis écouter les enregistrements modifiés des productions de l'adulte, puis nommer les images à nouveau. Les résultats de l'étude ont montré que non seulement les participants de toutes les classes d'âge avaient imité la prononciation donnée par l'enregistrement sur les mots modifiés, mais qu'ils avaient également étendu leur propre VOT lors de leur prononciation de mots pourtant non modifiés. L'imitation phonétique était cependant plus importante chez les enfants que chez les adultes, ce qui suggère que la convergence phonétique est facilitée lors de la période critique de développement des représentations phonologiques. Le débit de parole est lui aussi un paramètre conversationnel pouvant faire l'objet de convergence. En 2013, Manson et al., se sont intéressés à la convergence sur le débit de parole. Cent cinq étudiants ont été recrutés afin de participer à une expérience de coopération basée sur le dilemme du prisonnier de Tucker, A. W. (1950). Le dilemme du prisonnier consiste à proposer à deux prisonniers complices, isolés l'un de l'autre dans des pièces différentes, trois options : soit l'un des deux seulement dénonce son complice (il est alors relâché et son complice écope d'une lourde peine), soit les prisonniers se dénoncent mutuellement (dans ce cas, ils sont tous les deux condamnés, mais leur peine est réduite), soit garder tous les deux le silence : dans ce cas, ils écotent tous les deux d'une peine très allégée. Les prisonniers ne pouvant communiquer, ils doivent prendre leur décision seul, sans connaître celle de leur complice. Dans l'expérience de Manson et al., basée sur le dilemme du prisonnier, des dyades de participants ont conversé ensemble pendant dix minutes puis ont été séparées et ont dû décider séparément de trahir ou

coopérer avec leur partenaire. Les résultats de cette étude ont montré que non seulement il y avait une convergence du débit syllabique au sein des dyades, mais aussi que plus celle-ci était importante, plus les interlocuteurs coopéraient par la suite dans le dilemme du prisonnier. Deux individus ayant une conversation engendrant une convergence du débit de parole étant plus enclins à s'entraider par la suite, celle-ci permettrait de favoriser la connivence entre les interlocuteurs mais également la coopération (Manson et al., 2013).

De même que chez les adultes, le débit de parole des enfants peut lui aussi converger. L'enfant reproduit le débit de l'adulte ainsi que ses moments de latence. En outre, les enfants présentant la plus grande convergence avec le débit de parole de l'adulte sont ceux qui produisent les réponses plus appropriées aux propos de leur interlocuteur. Non seulement le débit de parole des enfants tend à converger avec celui de l'adulte, mais il permet à l'enfant de produire des réponses plus adaptées et ainsi favoriser le bon déroulement de la conversation (Street & Cappella, 1989).

De plus, en 2005, Wilson & Wilson ont avancé que lors d'une conversation, le débit syllabique des interlocuteurs tendrait à s'harmoniser et permettrait un échange des tours de parole plus fluide. L'interlocuteur écoutant pourrait prédire la fin du tour de parole du locuteur et se préparer pour son tour de parole grâce à la similitude de débit de parole entre lui et son partenaire, en s'appuyant sur le VOT et la durée des syllabes ; paramètres qui varient en fonction du débit de parole.

Les prédictions sont en effet garantes de l'efficacité d'une conversation. Une conversation efficace est une conversation au sein de laquelle il y a un nombre limité voire nul de ruptures de la communication. Afin d'éviter de telles ruptures, l'être humain est capable d'établir des prédictions conversationnelles, c'est-à-dire d'anticiper la fin du tour de parole de son interlocuteur et ainsi de commencer à préparer une réponse adaptée. Ces capacités de prédiction de la parole sont expliquées, entre autre, par la connaissance de notions concernant la prosodie, c'est-à-dire la mélodie et le rythme de la parole. C'est en fonction des intonations, des variations d'intensité ou de fréquences et du débit syllabique, qu'il est possible de faire des prédictions sur la parole (Krivokapic, 2012). Un autre facteur permettant la prédiction de la parole est le lexique utilisé. En effet, à mesure que le tour de parole d'un locuteur touche à sa fin, les prédictions correctes de son interlocuteur quant aux mots restants à prononcer augmentent. Ainsi, le second locuteur parvient à prédire la fin du tour de parole du premier, et préparer suffisamment à l'avance le début du sien (Magyari & de Ruiter, 2012).

Outre la phonétique, la Fréquence fondamentale, le débit et l'intensité, les aspects lexicaux et syntaxiques d'une conversation peuvent eux-aussi tendre à s'harmoniser entre les locuteurs. En effet, les adultes sont capables de reprise lexicale, c'est-à-dire d'employer au cours d'une conversation des termes précédemment utilisés par leur interlocuteur, ce qui permet l'installation d'un sentiment de connivence ainsi qu'une compréhension mutuelle des termes employés (Garrod & Anderson, 1987). En 2015, Bergmann et al., a mené une étude sur les capacités de reprises lexicales. Des adultes ont dû nommer des images diffusées sur un écran d'ordinateur, à tour de rôle avec soit un ordinateur, soit un

humain virtuel. La méthode consistait à vérifier la présence d'une reprise lexicale, d'une part entre les participants et l'ordinateur, d'autre part entre les participants et l'humain virtuel. Les participants ont été prévenus de la nature de leur partenaire (ordinateur ou humain virtuel), mais pour certains groupes cette information était faussée, afin de vérifier si le fait de penser jouer avec un ordinateur ou avec un humain virtuel avait un effet sur la reprise lexicale. Lors de l'étude, l'ordinateur et l'humain virtuel ont dénommé certaines des images à l'aide de mots peu fréquemment utilisés (Exemple : « coach » pour « bus ») et l'étude s'avérait concluante si les sujets reprenaient ces termes, au moment de nommer à leur tour l'image, plus tard au cours du jeu, plutôt que de d'utiliser le terme le plus fréquemment utilisé (« bus »). Les résultats ont montré un phénomène de reprise lexicale chez les sujets, quelque fût leur partenaire de jeu (ordinateur ou humain virtuel), que les sujets aient eu ou non une information sur la nature de leur partenaire. Les adultes ont donc tendance à réemployer des termes précédemment utilisés par leur interlocuteur, même lorsque ces termes ne sont pas les plus répandus.

En outre, concernant les enfants, dans une étude de Garrod & Clark, (1993), des dyades adulte-enfant ont participé à une tâche conversationnelle s'appuyant sur un jeu de plateau représentant un labyrinthe (de type MapTask) : l'adulte donnait des indications à l'enfant afin qu'il repère son chemin dans le labyrinthe, en utilisant certains mots plutôt que d'autres qui auraient cependant pu convenir (boite/carré, ligne/rangée). Les enfants, qui avaient auparavant dû dénommer ces différents items, employaient alors le terme précédemment utilisé par l'adulte pendant la tâche, même si ce n'était pas le mot qu'ils avaient employé d'eux-mêmes avant la tâche. Les résultats ont montré l'existence d'une reprise lexicale marginale d'un point de vue statistique chez les enfants les plus jeunes (7-8 ans), mais significative chez les enfants les plus âgés (9-10 ans) (Garrod & Clark, 1993).

De plus, les enfants normo-entendants sont également capables d'effectuer des reprises syntaxiques, c'est-à-dire d'employer au cours d'une conversation des structures syntaxiques précédemment utilisées par leur interlocuteur. En effet, en 2016, dans une étude de Branigan & McLean, des dyades enfant-adulte ont participé à une tâche dans laquelle ils devaient à tour de rôle décrire des images représentant des actions transitives (mordre, pourchasser, embrasser, soulever, tirer, pousser), pouvant être décrites selon deux modèles de structure syntaxique : à la forme active ou à la forme passive. Les sujets passifs/les compléments d'objet directs étaient toujours des humains, tandis que les sujets actifs/les compléments d'agents étaient toujours des animaux. Les résultats de l'étude ont montré que les enfants reprenaient la structure syntaxique utilisée par l'adulte, en particulier lorsque celle-ci était sous la forme passive et que le verbe avait déjà été employé pour décrire une autre image. L'enfant est donc capable de reprise syntaxique, et celle-ci est renforcée en cas de répétition lexicale (Branigan & McLean, 2016).

### 1.1.2-Les capacités pragmatiques

La pragmatique est « l'étude de l'utilisation du langage en contexte à des fins de communication » (Ninio, A. and Snow, C. (1999).

La mise en place d'une interaction conversationnelle entre plusieurs interlocuteurs nécessite une harmonisation de paramètres acoustiques et linguistiques mais également une harmonisation de paramètres relevant de la pragmatique tels que le respect des tours de parole, la quantité d'information donnée ou les requêtes en clarifications par exemple, afin d'éviter toute rupture de la communication.

Chez les enfants normo-entendants, les compétences pragmatiques et les paramètres régissant les interactions sociales, comme le tour de rôle, commencent à se mettre en place très tôt (Hilbrink et al., 2015). Dès l'âge de 2 mois, les bébés échangent vocalement avec leur mère, et l'organisation temporelle des tours de vocalisations entre eux sont similaires à ceux des adultes en conversation verbale. Les bébés anticipent les tours et parviennent à initier les séquences de tours comme le font les adultes (Gratier et al., 2015). Ces compétences et paramètres sont maîtrisés par les enfants dès l'âge de cinq ans (Ninio, A., & Catherine, E. Snow. 1996).

En 2015, Keitel & Daum publient une étude sur les effets de l'intonation verbale sur l'anticipation du tour de parole chez l'enfant de 1 à 3 ans. L'expérience consistait à visionner un dialogue entre deux marionnettes, au sein duquel les indices sonores étaient parfaitement synchronisés aux indices visuels afin que ces derniers ne puissent pas favoriser l'anticipation du tour suivant. Deux types de dialogues ont été visionnés : un où les variations de fréquence fondamentale sont dites « normales » et un où les variations de fréquence fondamentale sont lissées à une fréquence fondamentale moyenne sans variation afin de contrôler l'influence des indices prosodiques sur l'anticipation du tour. L'expérience a été réalisée chez des enfants ainsi que chez des adultes afin de comparer l'utilisation des indices prosodiques pour anticiper le tour de parole en fonction de l'âge. Ainsi, il est montré que l'anticipation des tours de parole au sein d'une conversation est possible dès l'âge de trois ans à l'appui d'indices prosodiques.

Par ailleurs, dans le cadre des interactions mère-enfant, des ruptures de communication, c'est-à-dire un dysfonctionnement de la conversation empêchant son bon déroulement (incompréhensions, réponses non adaptées, ...), peuvent survenir au grès de l'échange. En 2010, Laakso & Soininen ont montré que dès trois ans, les enfants sont capables de réparer la conversation sur imitation de leur mère. Ainsi, lors d'une rupture de communication, la mère initie une réparation du bris de communication, dès les premiers mots, afin de permettre la reprise de l'échange. Cette réparation permet à l'enfant de reprendre le fil de la conversation et d'exploiter cette stratégie pragmatique à son tour (Laakso et Soininen, 2010).

Ainsi, dès l'enfance, l'être humain est attentif aux réactions de ses partenaires ainsi qu'aux réponses émises par ses interlocuteurs en réaction à ses propos. Il est alors capable de produire en retour des réactions et des réponses adaptées.

## 1.2-Les conséquences de la surdité sur les compétences langagières des enfants malentendants

### 1.2.1-Les déficits linguistiques

L'audition a un rôle prépondérant dans le développement du langage. Une période sensible pour l'implantation cochléaire a été déterminée et se situe entre l'âge de six mois et de trois ans et demi (Kral & Sharma, 2012). La pose d'implant durant cette fenêtre temporelle permet à l'enfant de recevoir des stimulations auditives afin de réorganiser les neurones des aires auditives par les mécanismes de plasticité cérébrale. L'implantation précoce permet ainsi une maturation corticale nécessaire au développement de la perception de la parole puis à l'acquisition du langage oral.

L'implant cochléaire permet aux enfants d'acquérir une meilleure précision phonémique et ainsi de devenir plus intelligibles au cours du temps (Blamey et al., 2001). En 2010, Habib et al. ont mené une étude analysant l'influence de l'âge d'implantation sur l'intelligibilité des enfants sourds. Des enfants sourds implantés à des âges différents ont été soumis à une expérience consistant en une répétition de phrases (lexique, structures syllabiques et structures syntaxiques adaptés). La production de ces phrases a été enregistrée, écoutée et retranscrite à l'écrit par des normo-entendants, qui ont ensuite attribué une note sur 5 pour l'intelligibilité de la production. Une corrélation entre l'âge d'implantation et l'intelligibilité a été montrée : les enfants implantés les plus précocement sont ceux qui sont le plus intelligible (Habib et al., 2010).

Néanmoins, des déficits linguistiques multiples persistent chez les enfants implantés, même précocement (van Wieringen & Wouters, 2015).

Dès les premiers mois de vie, l'enfant communique avec son entourage par des jasis (vocalisations sans consonnes, exemple : « aaaaaaeuuuh ») puis des babillages (apparition des consonnes). L'étude du babillage prélexical d'enfants sourds implantés précocement par Schauwers et al. en 2008 montre que leur babillage est presque identique à celui des enfants normo-entendants. Ainsi, l'inventaire de consonnes et voyelles analysées isolément, mais également de structures syllabiques consonne-voyelle, sont analogues chez les enfants sourds et chez les enfants normo-entendants. Cependant, la pluralité du répertoire des structures syllabiques complexes diffère : les enfants sourds semblent utiliser des structures combinatoires simplifiées en comparaison à leurs pairs (Schauwers et al. en 2008).

De plus, vers l'âge de trois ans et demi et après implantation précoce, le répertoire phonétique des enfants sourds implantés semble similaire à celui des enfants normo-entendants du même âge mais moins varié. Après analyse d'un échantillon de parole au cours d'un jeu partagé entre enfants sourds implantés et leurs parents respectifs, il apparaît que le répertoire phonétique est comparable pour les premières voyelles ainsi que pour les premières consonnes mais qu'il est plus diversifié chez les enfants normo-entendants (Salas-Provance et al., 2014).

Même après une implantation précoce à l'âge de deux ans, les enfants sourds montrent un retard d'acquisition des compétences phonologiques et morphologiques (Caselli et al., 2012). Pisoni et al (2011) ont montré par ailleurs que, dès l'enfance, les compétences de mémoire verbale immédiate et la vitesse de répétition verbale des enfants sont des prédicteurs du développement langagier. Or, l'évaluation de ces compétences chez les enfants sourds montre que leur acquisition est retardée en comparaison avec celle d'enfants normo-entendants du même âge (Pisoni et al., 2011). Ce retard se traduit par des difficultés de compréhension lexicale plus importantes que leurs pairs normo-entendants du même âge lorsque les tâches demandées nécessitent une discrimination phonologique mais aussi par des difficultés morphosyntaxiques en réception et en production (Caselli et al., 2012).

Les compétences narratives des enfants sourds sont également affectées. En 2013, Boons et al. publient une des premières études visant à évaluer les compétences narratives d'enfants sourds implantés cochléaire d'âge scolaire. Le protocole expérimental reposait sur l'utilisation du matériel *Bus story test* (Renfrew, 1997) comme support à la communication. Le *Bus story test* est un test permettant l'évaluation de la parole et du langage des enfants de 3 à 8 ans à l'aide d'un livre d'images consacré à l'histoire d'un bus. L'expérience incluait la présence d'un orthophoniste qui racontait à l'oral l'histoire du bus à l'enfant. Puis l'enfant devait rappeler oralement l'histoire préalablement entendue à l'aide des cartes fournies par le matériel « Bus Story Test ». Les résultats des enfants sourds implantés montrent qu'ils produisent des énoncés narratifs en nombre suffisants et cohérents mais de qualité inférieure à ceux des normo-entendants au niveau du contenu et de l'efficacité du message transmis (Boons et al., 2013).

On peut supposer que l'ensemble des difficultés linguistiques des enfants sourds entraîne des effets délétères sur la construction de la conversation avec un interlocuteur. L'échange pourrait alors se trouver ralenti par le niveau linguistique hétérogène des deux locuteurs.

### 1.2.2-Les déficits conversationnels

Le manque de stimulations auditives influe directement sur le développement langagier des enfants sourds, même lorsqu'ils sont implantés précocement.

Lors d'une interaction conversationnelle, une harmonisation des paramètres acoustiques tels que la fréquence fondamentale, l'intensité, la durée du tour, le débit syllabique s'opère entre les interlocuteurs. La difficulté engendrée par la maîtrise de ces paramètres chez les enfants sourds pourrait avoir un impact sur leurs compétences conversationnelles.

L'étude de trois paramètres acoustiques régissant la conversation : la fréquence fondamentale, l'intensité et la durée par Grandon et al. en 2019 révèle que la durée semble être le paramètre le moins atteint parmi les trois chez les enfants implantés cochléaires. L'expérience de Grandon et al. avait pour objectif de comprendre comment les enfants implantés traitent les informations de fréquence

fondamentale, d'intensité et de durée lorsqu'elles sont combinées, par l'étude des critères d'accentuation du français dans une tâche de répétition et une tâche de dénomination de mots. Il en résulte que bien que les enfants implantés marquent les deux types d'accents (primaire et secondaire) comme les enfants normo-entendants, les enfants sourds implantés utilisent les indices acoustiques de fréquence fondamentale et d'intensité de manière moins différenciée pour marquer les accents secondaires des mots en français comparé aux enfants normo-entendants. L'utilisation de la durée pour marquer l'accent primaire est quant à elle identique chez les enfants implantés et les enfants normo-entendants. La perception et la production de la fréquence fondamentale et de l'intensité, deux paramètres participant à la transmission du message du point de vue prosodique, semblent ainsi affectées chez les enfants implantés.

Concernant la prosodie, il ressort que les difficultés de perception des variations de la fréquence fondamentale rendent difficile la perception des demandes (phrases interrogatives) de l'interlocuteur. En effet, l'identification des variations de fréquences étant complexe pour les personnes sourdes, elles peuvent difficilement déterminer si l'intonation de la phrase est ascendante ou non. Par conséquent, la discrimination des phrases interrogatives, en regard des phrases déclaratives, est donc plus compliquée pour les personnes sourdes que pour les personnes entendant (Holt et al., 2017). En 2012, Nakata et al avaient déjà mené une étude sur l'effet de l'implantation cochléaire sur les habiletés prosodiques des enfants sourds japonais. Dans un premier temps, des enfants malentendants, âgés de 5 à 13 ans, ont été amenés à reconnaître une émotion (joie, tristesse, colère) traduite uniquement par les caractéristiques prosodiques (débit syllabique et modulation de la fréquence fondamentale), l'énoncé perçu étant neutre au niveau syntaxique. Puis, les enfants ont répété des énoncés stéréotypés traduisant la déception et la surprise dans leur culture ainsi que des cris d'animaux. Les performances des enfants malentendants en perception ne sont pas équivalentes selon l'émotion à percevoir : s'ils parviennent à discriminer la joie et la tristesse (qui ont un contour prosodique ascendant (joie) et un contour prosodique descendant-ascendant (tristesse), ainsi qu'un débit de parole différent), ils confondent la colère avec la joie (débits similaires). De plus, les performances en production des enfants malentendants, âgés de 5 à 13 ans, sont comparables à celles d'enfants normo-entendants, âgés de 5 à 6 ans. Les enfants implantés auraient donc des difficultés à discriminer et reproduire les contours prosodiques afin de percevoir et exprimer des émotions (Nakata & al., 2012).

Des difficultés apparaissent également dans les stratégies discursives liées à des variations prosodiques chez les malentendants. En 2017, Holt et al. ont évalué les différentes stratégies de discours et les variations prosodiques qui leur sont liées chez des adolescents implantés cochléaires lors d'une tâche de communication verbale utilisant une MapTask. La difficulté était induite par les cartes des deux interlocuteurs qui étaient différentes afin de motiver l'échange et de favoriser les bris de communication et les réparations. Les actes de discours étudiés étaient ciblés et de quatre types : *indications, demandes, confirmation, commentaire*.

Les résultats montrent que les adolescents sourds émettent moins d'actes de discours que leurs pairs et en utilisent préférentiellement certains. Par exemple, ils produisent peu de requêtes en clarification : ils demandent peu de confirmations sur des éléments déjà présentés et donnent préférentiellement des informations supplémentaires sur des nouveaux éléments.

Par conséquent, les deux locuteurs n'utilisant pas de manière équivalente les différents actes de discours et les différents paramètres afférents à la communication, l'interaction conversationnelle est asymétrique : lors de ruptures de la communication, les enfants sourds sont moins interactifs que les enfants entendants avec leur partenaire. La présence de l'ensemble de ces difficultés laisse penser qu'il pourrait exister une asymétrie de convergence prosodique lors d'une interaction avec les enfants sourds.

Par ailleurs, une étude portant sur la convergence des enfants implantés cochléaires sur le débit syllabique (nombre de syllabes prononcées par seconde) en situation d'interaction verbale avec un adulte montre que ces enfants sont moins précis dans leur adaptation au débit de l'adulte que les enfants normo-entendants du même âge (Freeman & Pisoni, 2017). Freeman & Pisoni ont réalisé cette expérience afin d'examiner le débit syllabique et l'adaptation au débit syllabique qui sont des conditions préalables à la convergence syllabique. Ainsi, des enfants sourds implantés cochléaires et un groupe d'enfants contrôle normo-entendants ont participé à un test d'intelligibilité avec une orthophoniste qui consistait en la répétition de phrases prononcées avec un débit syllabique naturel et varié. Ces phrases étaient ensuite transcrites par un jury d'écoute pour évaluer leur intelligibilité. Les résultats montrent une corrélation forte entre le débit syllabique et l'intelligibilité : les enfants les plus lents étant les moins intelligibles et les enfants les plus rapides étant les mieux compris. En correspondance avec leur intelligibilité, les enfants sourds ont présenté un débit syllabique plus lent mais aussi une moins bonne adaptation au débit syllabique de l'adulte que les enfants normo-entendants du même âge. En d'autres termes, les enfants implantés cochléaires montrent des difficultés à converger sur le débit syllabique d'un interlocuteur comparé aux enfants normo-entendants (Freeman & Pisoni, 2017).

L'analyse des aptitudes verbales, non verbales et paralinguistiques montre que les enfants sourds sont capables d'utiliser un répertoire varié de stratégies pragmatiques mais que l'utilisation de ces habiletés est moins efficace que celle des normo-entendants (Most et al., 2010). Ainsi, les difficultés pragmatiques pourraient être expliquées par des difficultés auditives mais aussi par une moins bonne flexibilité langagière, par des difficultés relevant de la théorie de l'esprit, ou encore une exposition diminuée aux stratégies pragmatiques (Most et al., 2010).

D'autre part, l'analyse de situations conversationnelles entre enfants sourds et enfants normo-entendants confirme l'atteinte du développement des compétences pragmatiques chez les enfants sourds. En effet, lors d'une interaction conversationnelle efficace les partenaires ont des rôles symétriques (Guardiola & Bertrand, 2013) leur permettant d'entrer en convergence lexicale. Or, deux études récentes se sont intéressées aux stratégies pragmatiques employées lors d'entretiens entre enfants sourds et enfants normo-entendants. Les résultats montrent que les enfants sourds et les enfants normo-entendants

n'utilisent pas les mêmes stratégies pragmatiques. Lors de ruptures de la communication, les enfants sourds utilisent majoritairement la répétition de l'énoncé précédent comme stratégie de réparation du bris, ce qui n'est pas le cas de leurs partenaires normo-entendants (Church et al., 2017). De plus, en situation conversationnelle, les enfants sourds sont enclins à dominer leur partenaire en posant plus de questions que leurs pairs entendants, en ayant des tours de parole plus longs et en initiant plus de sujets (Toe & Paatsch, 2013). Il y a donc une différence dans les stratégies discursives employées, ainsi qu'une asymétrie entre les rôles des enfants sourds et des enfants normo-entendants, ce qui ne favorise pas une communication efficace.

Néanmoins, les études et la littérature portant sur les compétences conversationnelles des enfants sourds restent à ce jour très peu nombreuses.

### 1.3-La musique, un outil pertinent dans le cadre des troubles du langage : l'importance du rythme

#### 1.3.1-Effets de la pratique musicale sur les compétences langagières

La musique et le langage ont des points communs : les deux domaines suivent une ligne mélodique : la mélodie pour la musique, la prosodie pour le langage, ils ont une organisation temporelle, composée de rythmes et d'intonations, et impliquent une perception sonore en séquences de pulsation : les notes pour la musique, les syllabes pour le langage (Fenk-Oczlon, G., & Fenk, A., 2010). A partir de ces constatations, on peut se demander si l'apprentissage de l'un peut être lié à l'autre ou peut avoir un impact sur l'apprentissage de l'autre.

En 2012, Patel présente l'hypothèse OPERA : *Overlap, Precision, Emotion, Repetition, Attention*. Selon cette hypothèse, l'apprentissage musical pourrait renforcer les réseaux neuronaux de la parole lorsque cinq conditions sont remplies. Il y aurait tout d'abord un chevauchement (*Overlap*) anatomique entre les aires du traitement de la musique et celles du traitement langagier, grâce notamment à la composante acoustique commune. La pratique musicale demanderait davantage de précision (*Précision*), notamment concernant la discrimination auditive, entraînerait des émotions fortes et positives (*Emotion*), et requerrait de répéter un grand nombre de fois les mouvements afin de les intégrer (*Repetition*) et de mobiliser son attention de manière accrue (*Attention*). La pratique musicale solliciterait donc l'activation de réseaux neuronaux communs au langage et à la musique. Ainsi, les connexions neuronales créées par la pratique musicale bénéficieraient au traitement de la parole des musiciens (Patel, 2012).

En 2018, dans une revue de la littérature portant sur l'entraînement musical et les compétences langagières, Schon, D., & Morillon, B. précisent le lien entre l'entraînement musical et les compétences linguistiques et exposent les différences qui semblent exister entre les musiciens et les non-musiciens.

La pratique musicale induirait des modifications anatomiques au niveau cérébral qui permettraient aux musiciens de développer des compétences linguistiques supérieures aux non-musiciens. En effet, la corrélation retrouvée chez les musiciens entre une stimulation sonore et la réponse neuronale mesurée par imagerie ou électroencéphalographie (EEG) serait plus grande que chez les non-musiciens, que la stimulation soit un son musical ou un son de la parole.

Ainsi, plusieurs études montrent que les musiciens ont une meilleure représentation de différents paramètres des sons de la parole tels que la fréquence fondamentale (Wong et al., 2007), les harmoniques (Kraus & Chandrasekaran, 2010), ainsi que les transitions rapides qui sont importantes dans la distinction des consonnes (Parbery-Clark et al., 2012). Le traitement de la parole des musiciens serait donc meilleur que celui des non-musiciens. Ces différences entre les groupes sont observées chez des adultes ayant eu un entraînement musical dans leur enfance, sans être devenus musiciens professionnels, et perdureraient dans le temps sans requérir d'entraînement intense et durable, bien que cela soit préférable (Schön & Morillon 2018). De plus, la pratique musicale compenserait les méconnaissances de certains phonèmes d'une langue différente de la langue maternelle. La pratique musicale permettrait donc un meilleur encodage des paramètres des sons de la parole et ce même lorsque ces sons ne sont pas connus (Intartaglia et al., 2017).

La pratique musicale permet aussi d'améliorer le traitement de la prosodie. En 2006, Magne et al. ont analysé les potentiels évoqués (c'est-à-dire la réponse neuronale à la variation d'une stimulation auditive) ainsi que les données comportementales d'enfants de 8 ans musiciens et non-musiciens, afin de vérifier si l'entraînement musical facilitait le traitement de la hauteur, non seulement dans la musique mais aussi dans le langage. Les enfants ont écouté des phrases finissant par un mot bisyllabique ainsi que des mélodies (la moitié venant du répertoire musical des enfants, les autres ayant été créées pour l'expérience). Une manipulation de la hauteur était paramétrée afin que la note finale d'une phrase mélodique et la prosodie du mot final d'une phrase soient congruents ou légèrement incongruents ou fortement incongruents avec le reste de la phrase. Les enfants devaient appuyer sur des touches différentes suivant qu'ils jugeaient que le dernier mot ou la dernière note leur semblait « bizarre » ou « normal ». Les résultats de l'étude ont montré une différence qualitative et quantitative des potentiels évoqués entre les enfants musiciens et non-musiciens : les réponses étaient plus rapides et amplement distribuées chez les musiciens, et elles étaient plus lentes et localisées dans l'hémisphère droit chez les non-musiciens. Ceci impliquerait l'existence de processus neurophysiologiques sous-tendant un transfert positif entre le langage et la musique. La pratique musicale améliorerait la sensibilité à la hauteur et faciliterait la détection des changements de hauteurs, dans la musique comme dans le langage. De plus, les habiletés des enfants musiciens étaient supérieures à celles des non-musiciens, dans la détection des légères incongruences à la fois dans la musique et dans le langage, ce qui impliquerait l'existence d'un mécanisme de traitement de la hauteur, nécessaire dans la perception prosodique, commun au langage et à la musique (Magne et al., 2006).

La pratique musicale permet également l'entraînement des compétences rythmiques qui sont un bon prédicteur des compétences langagières (Slater & Kraus, 2016). Ainsi, la Dynamic Attending Theory de Jones (Jones & Boltz, 1989, Jones et al., 2002) s'intéresse au bénéfice spécifique du rythme dans le traitement auditif. Lorsque des séquences tonales sont présentées en rythme, la régularité et l'aspect prévisible de celui-ci facilite le traitement des sons et de leur hauteur. Le développement des capacités de prédiction serait facilité par le rythme, permettant un traitement plus efficace des stimuli auditifs, ceux-ci étant prévisibles (Bauer et al., 2015). Le traitement de la parole est donc amélioré par les prévisions temporelles générées par l'amorce rythmique. En effet, une amorce rythmique binaire ou ternaire permet la prévision de la structure rythmique de pseudo-mots bisyllabiques ou trisyllabiques et diminue le temps de reconnaissance d'un phonème-cible contenu dans la dernière syllabe de ces pseudo-mots. Le traitement phonologique des pseudo-mots est ainsi amélioré quand l'amorce délivrée correspond à la structure métrique des pseudo-mots (structure correspondante versus non correspondante entre amorce et non-mot) et aussi lorsque que le phonème-cible apparaît sur la pulsation (phonème à reconnaître placé sur la pulsation versus en dehors de la pulsation) ; il y aurait donc un effet commun au rythme musical et au traitement du rythme dans la parole (Cason & Schön, 2012). En 2016, Slater & Kraus, ont testé les compétences en discrimination rythmique et mélodique ainsi que la perception de la parole dans un environnement bruyant, auprès d'adultes percussionnistes, vocalistes et non-musiciens. Les résultats de l'étude ont montré une corrélation entre les capacités de discrimination rythmique et la perception des phrases dans un environnement bruyant. Ainsi, la perception rythmique semble corrélée à la perception langagière.

De plus, en 2013, Hausen et al. ont étudié l'association entre perception de la prosodie et perception de la musique et notamment via la perception du rythme. Des adultes ont passé sur ordinateur le test Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA) (Peretz, I., Champod, A. S., & Hyde, K., 2003) afin d'évaluer leurs capacités musicales et notamment leurs capacités de perception mélodiques et rythmiques, puis un test auditif d'identification de l'accentuation, afin de tester les capacités de perception des éléments de la prosodie (F0, intensité, durée). Les résultats de la tâche de perception des déviations rythmiques n'ont pas montré de résultats significativement associés à ceux de la tâche de perception des variations mélodiques. Les aspects perceptifs du rythme et de la mélodie seraient donc indépendants. En revanche, les résultats ont mis en évidence une association entre les habiletés de perception prosodique et musicale, pouvant être expliquée par la perception rythmique (Hausen et al., 2013).

La musique et le langage faisant appel à des processus de traitement sensoriel et cognitif communs dans le cerveau et la musique demandant un niveau de maîtrise plus important que la parole, la pratique de la musique permettrait donc le développement du langage chez les enfants sans pathologie du langage (Patel, 2014) et l'utilisation de la composante rythmique de la musique, par sa prévisibilité, faciliterait le traitement de la parole (Bauer et al., 2015 ; Cason & Schön, 2012). On peut alors se

demander si la pratique musicale pourrait faciliter le développement du langage chez les enfants présentant des déficits linguistiques, et si sa composante rythmique peut avoir un effet spécifique dans ce développement.

### 1.3.2-Effets de la pratique musicale sur les déficits linguistiques

Compte-tenu du bénéfice de la pratique musicale sur le développement des compétences langagières, celle-ci pourrait également avoir des effets positifs sur certains déficits, notamment linguistiques, dans les troubles du langage.

En 2000, Overy a testé les bénéfices de l'entraînement musical rythmique dans le développement de compétences afférentes au langage, chez des enfants de 6 à 8 ans présentant un risque de dyslexie important. Les capacités de perception et de reproduction rythmique, ainsi que de perception des variations tonales étaient moins développées que leurs pairs ne présentant pas de risque de dyslexie. En revanche, les résultats ne montraient pas de différence significative entre les deux groupes concernant la perception de la mélodie. Pendant un an, les enfants ont suivi un entraînement musical, basé sur le rythme, à l'école. Ils ont ensuite été à nouveau testés et les résultats ont montré une amélioration significative des compétences phonologiques et des capacités à épeler, particulièrement chez les enfants présentant un risque de dyslexie ; aucune amélioration significative des compétences en lecture n'a cependant pu être constatée. En 2003, Overy et al., a testé cette fois-ci le bénéfice d'un entraînement rythmique et mélodique auprès de 9 garçons dyslexiques. Les enfants ont suivi après 15 semaines sans leçon de musique en dehors de l'école, 3 sessions de musique de 20 minutes par semaine pendant 15 semaines. L'entraînement musical proposé dans cette étude n'a pas permis une amélioration des performances en lecture des enfants dyslexiques. En revanche, les performances des enfants dyslexiques en reproduction rythmique, en capacités phonologiques ainsi que leurs capacités à épeler ont elles étaient améliorées par la pratique musicale (Overy et al., 2003).

L'entraînement musical, et plus précisément un programme d'entraînement rythmique, aurait donc un effet sur le développement de certaines compétences musicales et langagières (perception et reproduction rythmiques, phonologie, épellation) d'enfants dyslexiques ou présentant un risque de dyslexie.

Une stimulation auditive rythmique bénéficie donc au traitement de la parole. Plusieurs mois d'entraînement rythmique permettent une meilleure conscience phonologique et améliorent les capacités de lecture. A la suite d'une amorce rythmique, le jugement syntaxique d'enfants dyslexiques et d'enfants présentant un trouble spécifique du langage oral (TSLO) est meilleur qu'à la suite d'une amorce arhythmique. De même, la segmentation en lecture de ces enfants est meilleure à la suite d'une amorce rythmique, plutôt qu'après une amorce arhythmique (moins d'omissions par exemple) (Przybylski et al., 2013). En outre, les performances en lecture d'enfants dyslexiques sont améliorées par des séances d'entraînement rythmique comparé à un entraînement basé sur des séances d'art visuel (peinture). Le

rythme a donc un réel intérêt spécifique dans le traitement de parole, le jugement syntaxique, la segmentation et la qualité de la lecture, et donc le développement du langage, écrit ou oral, qu'il soit utilisé comme simple amorce ou dans le cadre d'un entraînement spécifique et régulier (Flaunacco et al., 2015).

Outre les troubles développementaux du langage, la musique est également utilisée dans le cadre de la prise en charge orthophonique de troubles acquis du langage que sont les aphasies. Ainsi la Thérapie Mélodique et Rythmée (TMR) (Van Eeckhout, P., Backchine, S., Chomel De Varagnes, S., Francois, C., Belin, P., & Samson, Y., 1995). inspirée et adaptée de la méthode anglophone Melodic Intonation Therapy (Albert et al., 1973), est une méthode thérapeutique d'exploitation des systèmes prosodiques comme l'accentuation, l'intonation, le rythme, utilisée en orthophonie avec des patients aphasiques. Les cent vingt patients aphasiques d'une étude de Van Eeckhout (2010) ont connu après plusieurs mois de thérapie, une résurgence de leur stock lexical, mais aussi de leurs capacités à répéter des phrases, et ce, sans trouble de l'articulation. Leur langage spontané s'était amélioré à la fois en fluence et en informativité. Par ailleurs, en 2011, Stahl et al., ont montré que c'est la composante rythmique, et non mélodique, qui permettait la résurgence de la parole chez les aphasiques non-fluents. La récupération de compétences langagières des patients aphasiques serait donc améliorée par la pratique musicale (Van Eeckhout, 2010). Selon Stahl et al., 2011, ce serait la composante rythmique qui jouerait un rôle majeur dans l'amélioration des performances des patients (Stahl et al., 2011).

La pratique musicale aurait donc une influence positive sur le développement de certains paramètres du langage chez les enfants présentant des troubles spécifiques du langage ainsi que sur les capacités de résurgence du langage chez les personnes aphasiques ; il est alors possible qu'elle puisse également avoir un intérêt dans le développement du langage chez les enfants sourds.

En effet, l'éducation musicale permettant une amélioration de la perception musicale, notamment du timbre et de la hauteur, et les aires du langage profitant de la plasticité cérébrale et du chevauchement anatomique avec les aires de la musique, elle permettrait également une amélioration de la perception de la hauteur et du timbre dans les sons de la parole, chez les enfants sourds implantés (Reifinger, 2018), améliorant ainsi leur perception de la prosodie (Good et al., 2017).

Ainsi, les enfants sourds implantés pratiquant la musique développent des capacités de perception de l'accentuation, de l'intensité et de la fréquence fondamentale : des paramètres essentiels dans le développement du langage oral. En effet, en 2014, Torppa et al., ont mené une étude sur deux groupes d'enfants sourds : un groupe d'enfants musiciens et un groupe d'enfants non-musiciens. Deux tâches ont été proposées aux enfants afin de tester leurs capacités de perception de la prosodie : une tâche de perception de l'accentuation, ainsi qu'une tâche de discrimination de l'intensité, de la durée et de la fréquence fondamentale. Lors de la première tâche, des séries de trois images représentant des objets ont été présentées aux enfants. Les enfants entendaient une phrase comportant les trois mots de la série

(ex : le garçon peint le bateau) représentés par trois images (un garçon / un pinceau / un bateau). L'un des trois mots était accentué, et les enfants devaient alors désigner l'image correspondante. Lors de la seconde tâche, des noms-mots dissyllabiques ont été enregistrés et diffusés deux fois : soit en accentuant la même syllabe (Tata / Tata), soit en accentuant des syllabes différentes (Tata / taTA). Les enfants devaient alors indiquer si les productions entendues étaient similaires ou non. Les enregistrements avaient au préalable été modifiés afin d'obtenir des variations d'intensité, de durée et de F0. Les résultats des enfants sourds pratiquant la musique étaient meilleurs que ceux de leurs pairs non-musiciens, et ce, dans toutes les tâches, leurs résultats étant même équivalents à ceux de la population contrôle normo-entendante (Torppa et al., 2014). La pratique de la musique facilite donc chez les enfants implantés cochléaires le développement de la perception de la prosodie, ce qui entraîne une meilleure perception des émotions transmises par celle-ci. De plus, la pratique musicale permet aux enfants sourds, grâce à la plasticité cérébrale, de développer et affiner leurs capacités de discrimination phonologique (Rochette et al., 2014). Les capacités de perception étant améliorées, la production pourrait l'être également. Ainsi, un programme d'éducation musicale de 8 mois permet aux bébés sourds présentant une surdité sévère à profonde d'améliorer leurs capacités de vocalisation, d'attention et d'anticipation. La pratique musicale, dès le plus jeune âge, permettrait donc un développement favorisé de compétences nécessaires à l'apprentissage du langage par les enfants sourds (Rocca, 2015). L'adaptation prosodique et émotionnelle est favorisée et permet, non seulement une conversation efficace, mais aussi une meilleure intégration sociale des enfants sourds (Good et al., 2017).

Un entraînement musical ayant un intérêt dans le développement du langage des enfants sourds, et les effets spécifiques de la pratique rythmique permettant le développement ou la récupération de compétences langagières dans différentes pathologies du langage (dyslexie, TSLO, aphasie), on peut se demander si une pratique rythmique pourrait avoir des effets comparables sur le développement du langage chez les enfants sourds.

### 1.3.3-Hypothèse théorique des effets du rythme sur la perception et la production du langage

Comme vu précédemment, la surdité a un effet délétère sur la perception de certains paramètres acoustiques, telles la fréquence ou l'intensité, et l'éducation musicale a quant à elle un effet bénéfique sur le développement du langage des enfants sourds. La composante rythmique étant un paramètre spécifique de la musique, utilisé dans certaines pathologies du langage, celle-ci pourrait être utilisée dans le développement du langage des enfants sourds de manière indépendante de la composante mélodique. En 2010, Kim et al., testent les capacités de perception du rythme de personnes atteintes de surdité post-linguale et implantées depuis plus d'un an. Lors de l'étude, des séries de quatre stimulations rythmiques ont été présentées. Les stimulations étaient de deux types : des battements de caisse-claire

et des « bruits blancs ». Les trois premières stimulations étaient produites en rythme (isochronie), la quatrième était produite soit en isochronie soit selon une déviation rythmique (en avance ou en retard). Trois tempos différents ont été utilisés (lent, médium, rapide). Les participants devaient identifier si la quatrième stimulation était isochronique, en avance ou en retard, par rapport aux trois précédentes. Les résultats obtenus pour la population sourde étaient similaires à ceux de la population contrôle normo-entendante également testée. La surdité n'aurait donc pas d'impact sur la perception rythmique, lorsque la composante rythmique est isol e des autres composantes musicales (Kim et al., 2010).

En 2015, Phillips-Silver et al., mènent une expérience sur une population de sujets implantés afin d'évaluer leurs capacités à ressentir et reproduire un rythme musical. Différentes stimulations rythmiques sont utilis es : la version originale d'un Merengue (une chanson populaire latine au rythme binaire régulier), sa version simplifi e (augmentation des variations de hauteur) au piano, une version simplifi e (réduction des variations de hauteur)   la batterie, les battements du métronome sur cette chanson (utilisés auditivement) et le métronome paramétré pour cette chanson, mais utilisé visuellement. Les résultats de cette étude ont montré que les personnes sourdes implantés ne parviennent pas à produire des mouvements en synchronisation avec la musique originale ou sa version au piano, c'est-à-dire les stimulations comportant le plus de variations tonales, mais parviennent non seulement à percevoir le rythme, mais aussi à synchroniser leurs mouvements sur le rythme d'une batterie ou d'un métronome, c'est-à-dire lorsque la stimulation présente une réduction voire une absence de variations tonales. Bien que leurs performances soient inférieures à celles de la population contrôle également  tudi e, les capacités de perception et de reproduction du rythme des personnes sourdes implantés semblent indiquer qu'une éducation rythmique spécifique pourrait leur être bénéfique (Phillips-Silver et al., 2015).

En effet, les aires cérébrales du langage et de la musique se chevauchant et l'éducation rythmique des enfants sourds ayant un effet bénéfique sur leurs capacités de perception, celle-ci pourrait avoir un effet bénéfique sur le développement de leur langage. En 2018, Bedoin et al., mènent une étude sur des enfants sourds implantés. Les enfants effectuent des exercices de jugement morphosyntaxique après avoir écoulé des amorces musicales. Deux amorces musicales sont cr ees : l'une avec des sons de percussions produits en rythme, l'autre avec des bruits de l'environnement quotidien, sans composante rythmique. Si tous les enfants ont de meilleures performances après avoir entendu les amorces sonores qu'avant celles-ci, leur jugement grammatical mais aussi leur performance en répétition de non-mots sont meilleures lorsque l'entraînement grammatical suit une amorce rythmique plutôt qu'une amorce non rythmique. L'aspect rythmique de la musique aurait donc un intérêt spécifique dans le développement des compétences langagières des enfants sourds.

De plus, l'amorce rythmique permet aussi l'amélioration des performances phonologiques des enfants sourds, en perception comme en production (Cason et al., 2015). Dans cette étude, des enfants sourds ont dû écouter puis reproduire une stimulation rythmique, puis des phrases. La stimulation rythmique avait pour structure xxXxxX, les phrases quant à elles étaient construites selon deux structures

différentes : similaire à la stimulation rythmique (xxXxxX) ou non similaire (xxxXxxX). Les performances phonologiques lors de la production des phrases ont été testées dans trois conditions différentes : sans stimulation, avec une stimulation de structure différente (pour les phrases xxxXxxX) et avec une stimulation de structure similaire (phrases xxXxxX). Les résultats de l'étude ont montré que les performances phonologiques des enfants sourds étaient meilleures lorsque la phrase était construite selon la même structure rythmique que la stimulation la précédant (xxXxxX). Le rythme, par sa prévisibilité, permet une meilleure concentration sur la perception, entraînant par conséquent une meilleure reproduction (Cason et al., 2015).

En 2017, Hidalgo et al., ont mené une étude sur les capacités de prédictions et d'adaptation temporelle des enfants sourds en situation d'échange verbal. Lors de l'étude, 160 images dont les noms étaient monosyllabiques ou bisyllabiques étaient présentées sur ordinateur à des dyades enfant sourd-partenaire virtuel. Les enfants devaient nommer les images à tour de rôle avec leur partenaire virtuel. Les images étaient présentées en plusieurs séries, certaines séries étant composées d'images ayant des noms de même longueur syllabique, les autres séries étant composées d'images ayant des noms de longueurs syllabiques différentes rendant la perception du rythme de l'échange plus difficile. La tâche a été effectuée à la suite de deux séances préalables de trente minutes : une séance d'entraînement rythmique et, à quelques semaines d'intervalle, une séance d'orthophonie. Les résultats de l'étude ont montré que les performances des enfants sourds en prédiction temporelle du tour de parole et en adaptation à la rythmicité des mots échangés avec le partenaire étaient meilleures lorsque les mots utilisés comportaient le même nombre de syllabes, donc lorsque la rythmicité était la plus constante dans l'échange, seulement quand les enfants avaient suivi un entraînement rythmique préalable. Ce résultat, retrouvé également chez les enfants normo-entendants sans stimulation, n'a pas été retrouvé après la séance d'orthophonie. Les enfants sourds parvenaient donc mieux à s'accommoder au rythme des échanges et à prédire le moment de leur tour lorsque la structure des mots échangés était régulière après un entraînement rythmique plutôt qu'après une séance d'orthophonie.

Le rythme aurait donc un intérêt dans le développement des habiletés de prédiction et d'adaptation temporelles au cours d'une conversation (Hidalgo et al. 2017).

Le rythme permettrait donc une meilleure perception des paramètres langagiers et une meilleure perception musicale dans le traitement des sons de la parole. La prévisibilité du rythme induirait de meilleures capacités de prédiction du langage, et un développement des compétences langagières et ce, quelle que soit la langue (Falk et al., 2017). L'utilisation du rythme dans les difficultés langagières est d'autant plus pertinent qu'il a un effet bénéfique sur la parole à différentes échelles temporelles : du phonème jusqu'au tour de parole (Schön & Tillmann, 2015). L'échelle temporelle à laquelle nous nous sommes intéressées dans cette étude est l'échelle la plus longue : la conversation.

## 1.4-Problématique et hypothèses

Une interaction conversationnelle efficace nécessite que les interlocuteurs possèdent des capacités conversationnelles telles que des capacités de convergence et pragmatiques. La surdité pourrait engendrer des difficultés  e développer ces capacités. Cependant, ces deux domaines nécessitant des conditions d'évaluation écologiques, ils sont encore peu explor es. Par ailleurs, l'hypothèse OPERA postule que la musique et le langage partagent des caractéristiques et des processus de traitements communs et que la pratique musicale remplit les conditions nécessaires  e un effet de transfert des compétences musicales vers les compétences langagières. Selon la Dynamic Attending Theory, le rythme serait l'élément clé de la pratique musicale qui permettrait d'améliorer le traitement du langage grâce au développement de capacités de prédiction.

Le but de notre étude est d'une part, de créer une tâche conversationnelle entre un enfant et un adulte permettant d'analyser les capacités de convergence des enfants malentendants en mesurant leur fréquence fondamentale et leur débit syllabique dans le cadre d'un échange verbal pour les comparer  e celles d'un groupe d'enfants normo-entendants. D'autre part, notre étude a pour visée de tester l'effet d'une stimulation rythmique versus une stimulation contrôle tonale sur ces capacités.

Nos hypothèses sont les suivantes :

- les paramètres acoustiques de la parole (fréquence fondamentale moyenne et débit syllabique) des enfants malentendants diff ereront de ceux des enfants normo-entendants. Cette différence entre les groupes sera réduite après la stimulation expérimentale rythmique en comparaison  e la stimulation contrôle tonale.
- les enfants normo-entendants convergeront de manière plus importante sur la F0 et le débit syllabique de l'adulte que les enfants malentendants. Cette différence de convergence entre les groupes sera réduite après la stimulation rythmique en comparaison  e la stimulation tonale.

## 2-Partie expérimentale :

### 2.1-Matériel et méthode

#### 2.1.1-Populations

L'expérience a été réalisée auprès d'une population expérimentale d'enfants malentendants et une population contrôle d'enfants normo-entendants appariés en âge. Les données récoltées chez la population contrôle avaient pour objectif de valider la pertinence du matériel créé, et de permettre une comparaison entre les performances des enfants normo-entendants et des enfants malentendants.

##### *1-Population contrôle*

Un groupe de quatorze enfants normo-entendants (sept filles et sept garçons) a été recruté via la Maison pour tous Cours Julien de Marseille (*voir annexe 1*).

Les enfants inclus étaient des locuteurs français, âgés de 5 à 9 ans ( $M = 87,1$  mois,  $ET = 13,1$  mois), sans déficience visuelle, langagière ou cognitive. Les enfants étaient scolarisés en milieu ordinaire et présentaient un bon niveau de langage.

##### *2-Population expérimentale*

Un groupe de neuf enfants atteints de surdité (trois filles et six garçons) a été recruté via le Centre d'Action Médico-Sociale Précoce (CAMSP) et l'Institut Provençal du Suivi des Implantés Cochléaires (IPSIC) de l'hôpital Salvator de Marseille. Deux portaient deux IC (implant cochléaire), deux portaient un seul IC, un portait un IC et une PC (prothèse conventionnelle) et quatre portaient deux PC.

Les enfants inclus étaient des locuteurs français, âgés de 5 à 9 ans ( $M = 75,2$  mois,  $ET = 13,3$  mois), sans déficience visuelle, langag re ou cognitive.

Les enfants souffraient d'une surdité moyenne à profonde, prélinguale ou p rilinguale (mais non postlinguale) et étaient scolarisés (*voir annexe 1*).

Un *t test pour échantillons indépendants* n'a indiqué aucune différence d'âge significative entre les deux groupes d'enfants ( $t(21) = 2.02$ ,  $p = 0.056$ ).

Lors des passations, les enjeux de l'étude ont été expliqués aux parents et aux enfants. Il a été demandé aux parents de signer un consentement pour la participation de leur enfant à l'expérience. Le protocole de cette expérience a été approuvé et validé par le Comité de Protection des Personnes (CPP ID RCB: 2015-A01490-49).

## 2.1.2-Stimuli

### *1-La MapTask*

Pour tester notre hypothèse, nous avons créé une tâche de type MapTask qui est une tâche dirigée dans laquelle l'enfant doit suivre un chemin sur indications verbales de l'adulte expérimentateur. Ce type de dispositif a déjà été expérimenté chez l'adulte dans le cadre de l'analyse conversationnelle (Pardo, 2006). La MapTask que nous avons créée est un jeu de plateau sous forme de carte au trésor sur laquelle sont présents différents lieux et objets. L'adulte guide l'enfant à travers une quête en lui demandant de rechercher des items-cibles sur la carte. Ainsi, l'enfant se déplace sur la carte pour atteindre un objectif qui est donné dès la présentation du jeu. Le but est de favoriser le développement d'un grand nombre d'interactions verbales entre l'enfant et l'adulte à partir du support présenté. Deux versions de la tâche ont été créées selon les mêmes critères : une version *thème pirate* et une version *thème château fort* (voir annexe 2).

#### **•Importance du visuel :**

Nous avons choisi le format A3 qui est assez grand pour permettre de distinguer l'ensemble des éléments constitutifs du décor. Le visuel global est peu chargé pour ne pas pénaliser les enfants ayant un balayage visuel ou une stratégie d'exploration immature afin que les échanges entre l'adulte et l'enfant ne soient pas ralentis par la recherche visuelle.

#### **•Thèmes**

Nous avons choisi les univers *pirate* et *château fort* pour notre jeu, qui sont des thèmes adaptés à des enfants de cette tranche d'âge (CP/CE1) leur permettant de faire appel à leur imaginaire. Ce sont des thèmes mixtes qui permettent à tous les enfants une appropriation similaire de la tâche. La mise en contexte par l'adulte était adaptée au niveau de langage et de compréhension de langage de chaque enfant.

Pour chaque thème, l'enfant devait choisir un personnage-pion qui lui permettait de se déplacer sur la carte au fur et à mesure de la recherche des items-cibles. Ce personnage était en lien avec le thème. Ainsi, l'enfant choisissait de jouer avec un ou une pirate et un ou une archer. Pour le thème *pirate* l'adulte donnait aussi à l'enfant un bateau qui lui permettait d'accoster sur l'île (voir annexe 3).

De plus, un personnage antagoniste en rapport avec le thème (*Capitaine Crochet* pour le thème *pirate* et *le dragon* pour le thème *château fort*) faisait irruption dans le jeu pour introduire les mini-jeux qui étaient intercalés entre les items-cibles à rechercher.

## •Déroulé de la tâche :

### *Construction d'une quête*

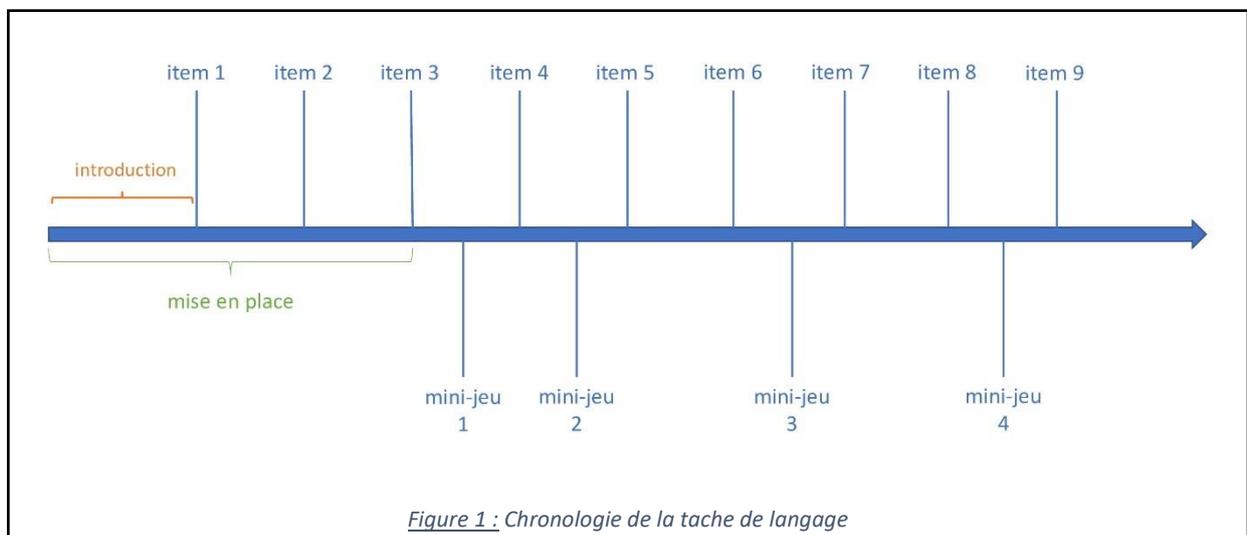
Le jeu est construit comme une « quête » avec un cheminement en neuf étapes, matérialisées par la recherche de neuf items-cibles. Ce chemin permet d'atteindre un objectif après avoir trouvé l'ensemble des items et passé toutes les épreuves de la quête.

Le but est de donner envie à l'enfant d'aller jusqu'au bout de la MapTask en ayant un objectif à atteindre, « une mission à accomplir » ce qui est motivant pour lui. Pour le thème *pirate*, l'objectif est de trouver le trésor qui est caché sur l'île. Pour le thème *château fort*, l'enfant doit retrouver un arc magique afin de pouvoir combattre le dragon qui s'est emparé du château.

Les épreuves sont matérialisées par les quatre mini-jeux qu'il faut réussir pour passer à l'étape suivante (recherche de l'item-cible suivant). À quatre reprises, le Capitaine Crochet ou le dragon permettent de les introduire : l'enfant doit ainsi réussir l'épreuve donnée par le personnage pour pouvoir poursuivre le jeu.

### *Architecture de la tâche :*

Lors de la tâche l'enfant devait se déplacer sur les différents items sous la direction de l'adulte. Les items étaient toujours présentés à l'enfant dans le même ordre. Les mini-jeux étaient insérés entre les recherches d'items.



La phase d'*introduction* correspond à la présentation du jeu à l'enfant et à l'explication de la quête qu'il va résoudre.

La phase de *mise en place* correspond au temps nécessaire à l'enfant pour acquérir et maîtriser le fonctionnement du jeu.

L'adulte présente chaque item à l'enfant en lui demandant de le trouver sur la carte. Par exemple : « *maintenant, tu vas devoir trouver une trompette* ».

L'enfant cherche et fait une ou plusieurs propositions. Si l'enfant ne fait aucune proposition ou dit « je sais pas », l'adulte l'aide soit en lui posant une question, soit en demandant à l'enfant de poser une question, ou encore en attirant son attention sur un détail qui diffère entre les différents objets correspondant à l'item, soit en lui fournissant un modèle de question à poser.

Tout au long du jeu, l'adulte guide l'enfant de façon plus ou moins étayante en fonction de son développement langagier. Pour des enfants ayant un bon niveau langagier (*NE et ME*), l'adulte attend des interactions/questions plus développées, sur des détails nécessitant une discrimination visuelle plus fine ou sur des détails plus précis comme la topologie. Pour des enfants ayant un niveau langagier plus faible, des interactions/questions plus simples sont acceptées par l'adulte comme des questions sur les couleurs (*voir annexe 3*).

Ainsi, la trame de la tâche est fixe, mais les indices donnés à chaque enfant pour trouver les items sont personnalisés et en rapport avec les questions ou les affirmations faites par ce dernier. Le discours se co-construit entre l'adulte et l'enfant tout au long du jeu et les indices donnés par l'adulte sont en rapport avec les questions ou les affirmations faites par l'enfant. Lors de blocages de l'enfant, l'adulte lui laisse un temps de réflexion puis le relance pour essayer de l'aider et pour éviter de perdre la dynamique du jeu.

#### ***Motivation : système de récompense***

Tout au long de la quête, chaque item-cible trouvé par l'enfant lui permet d'obtenir une récompense. Il doit donc trouver l'ensemble des items afin de recevoir l'ensemble des récompenses pour pouvoir atteindre l'objectif final (*le trésor ou l'arc magique*).

Pour le thème *pirate*, chaque item trouvé par l'enfant lui permet d'obtenir une pièce. Il la dépose sur un carton donné par l'adulte avant de commencer le jeu. Le carton permet de stocker neuf pièces, l'enfant doit donc trouver neuf items-cibles avant d'aller chercher le trésor (*voir annexe 3*).

Pour le thème *château fort*, chaque item trouvé permet à l'enfant d'obtenir un morceau de puzzle. Il entrepose toutes les pièces du puzzle récoltées sur la table, celui-ci n'étant réalisé qu'à la fin du jeu. Le puzzle est constitué de neuf pièces, l'enfant doit donc trouver neufs items-cibles. A la fin du jeu, l'adulte et l'enfant reconstituent le puzzle ensemble. Le puzzle donne le dernier indice pour trouver l'arc magique, il faut lire la phrase inscrite dessus « l'arc magique est caché sous la catapulte » (*voir annexe 3*).

## **•Items**

A chaque présentation d'un item généralement inconnu des enfants, l'adulte incite l'enfant à définir l'item afin d'entamer la co-construction du dialogue autour de cet item.

### ***Choix des items***

Chaque item a été choisi en fonction de sa fréquence d'occurrence dans la langue française au sein de la tranche d'âge des enfants sélectionnés (*voir annexe 3*). Dans les deux MapTask, des termes fréquents et des termes moins fréquents ont été utilisés dans le but d'induire différents types de discours.

### ***Ordre de présentation***

Au commencement de la tâche, l'item présenté ne peut être représenté que par deux objets seulement sur la carte. Le premier item est donc volontairement plus facile à repérer pour l'enfant. Il a le choix entre deux éléments dont les aspects diffèrent fortement.

Par exemple, pour le thème *château fort*, le premier item est une fontaine. Il y en a deux sur le plateau qui se différencient très facilement par la présence d'oiseaux sur l'une d'elle. Ainsi, les différences entre les deux représentations du premier item sont facilement exploitables par l'enfant pour entrer en dialogue avec l'adulte et trouver le bon objet qui lui permettra de gagner son premier indice. La démarche est la même pour le thème *pirate*, le premier item est une rivière.

La méthodologie utilisée pour trouver ce premier indice permet à l'enfant de comprendre et d'exploiter le modèle à suivre tout au long du jeu.

Les autres items présentent des difficultés plus ou moins conséquentes et diversifiées : présence de nombreux objets faisant référence à l'item-cible, mots peu fréquents pour les enfants de cette tranche d'âge, non-mots.

À travers ces obstacles, l'idée est de faire émerger un dialogue co-construit par l'adulte et l'enfant.

## **•Mini-jeux**

### ***Pourquoi insérer des mini-tâches***

Les quatre mini-tâches ont pour but de susciter des échanges entre l'adulte et l'enfant en s'appuyant sur d'autres supports langagiers, en exploitant un autre type de discours que la recherche d'items-cibles. Tout en permettant de dynamiser la quête, elles sont un support supplémentaire pour pouvoir mesurer la convergence lexicale dans un autre contexte et permettent l'analyse de différents actes de langage tels que :

- donner des indications
- demander une réponse
- confirmer une réponse
- commenter une réponse

### ***Description des mini-tâches***

Pour le thème *pirate*, le Capitaine Crochet interrompt l'enfant dans sa quête. Par exemple :

- « *le Capitaine Crochet vient essayer de nous piquer nos pièces ! On veut pas qu'il fasse ça hein ? Alors pour le faire partir, il faut qu'on fasse un petit jeu* »

Pour le thème *château fort*, c'est le dragon qui interrompt l'enfant. Par exemple :

- « *le dragon vient essayer de piquer tes indices ! On veut pas hein ? Alors pour le faire partir, on doit faire un petit jeu* »

*Mini-jeu 1* : « Qui-est-ce ? » : tâche type PACE (Promoting Aphasia Communication Effectiveness), discours semi-dirigé

L'adulte donne à l'enfant une image représentant un personnage et en prend quatre dont une est la même que celle de l'enfant. Dans ce mini-jeu, l'adulte doit retrouver l'image correspondant à celle de l'enfant en suivant les indications de ce dernier (*voir annexe 3*).

L'adulte invite l'enfant à décrire son personnage. Un dialogue s'instaure sous forme de questions ouvertes-réponses autour des éléments présents sur l'image (chapeau sur la tête, moustaches, lunettes, boucles d'oreilles cheveux, cravate, collier).

Quand l'adulte possède un certain nombre d'informations, il fait une proposition d'image à l'enfant en se trompant : il ne prend pas en compte l'ensemble des critères fournis par l'enfant. L'objectif recherché est que l'enfant se rende compte que l'adulte s'est trompé et qu'il lui dise pourquoi.

*Mini-jeu 2* : Remettre les images dans l'ordre et raconter l'histoire : discours semi-dirigé

L'adulte donne à l'enfant trois images représentant une séquence d'actions. Cette séquence raconte l'histoire du « pirate qui pêche » pour le thème *pirate* et de « la princesse et la grenouille » pour le thème *château fort*. L'enfant doit dans un premier temps remettre les histoires dans l'ordre qui lui semble chronologique puis raconter l'histoire à l'adulte. Ensuite, l'adulte lui demande si les images auraient pu être mises dans un autre ordre pour raconter une autre histoire (*voir annexe 3*).

*Mini-jeu 3* : Raconte-moi tes vacances/ton film ou dessin animé préféré : discours libre

L'adulte invite l'enfant à raconter une anecdote à propos de ses vacances pour le thème *château* ou de son film/dessin animé préféré pour le thème *pirate*. L'enfant choisit quelque chose dont il veut parler tout en s'inscrivant dans le cadre proposé par l'adulte (*voir annexe 3*).

*Mini jeu 4* : Retrouver les sept différences entre deux images : discours semi-dirigé

L'adulte donne deux images à l'enfant qui se distinguent par sept différences. L'enfant doit les retrouver tout en expliquant sa démarche à l'adulte au fur et à mesure (*voir annexe 3*).

## 2-Stimulations rythmique (contrôle) et tonale (expérimentale)

Les enfants malentendants ont suivi une stimulation *rythmique et tonale* (voir annexe 4) préalablement à la tâche expérimentale.

La stimulation *rythmique* qui a été proposée aux enfants malentendants est inspirée des travaux de la pédagogie Dalcroze qui associe systématiquement les mouvements du corps à l'écoute du rythme de la musique. Il s'agit de cinq petits exercices ludiques basés sur des stimulations *rythmiques* pures ou des stimulations utilisant la rythmicité présente dans la musique. Les exercices ont tous des objectifs différents et sont réalisés en interaction avec l'adulte. L'enfant est invité à produire et reproduire des séquences rythmiques et à percevoir et marquer, par des mouvements corporels, les changements rythmiques au sein d'une mélodie.

Les objectifs de cette stimulation étaient la synchronisation sur la pulsation, la perception et la synchronisation sur les différents niveaux métriques d'une séquence musicale ainsi que la perception des durées relatives par la reproduction de patterns rythmiques. Cette stimulation se voulait ludique et sensorimotrice en utilisant les mouvements du corps et les déplacements dans l'espace pour marquer les temps ainsi que la manipulation d'instruments de musique.

La stimulation *tonale* proposée était composée de quatre exercices ludiques ayant des objectifs variés. L'enfant, également en interaction avec l'adulte, était amené à discriminer les sons aigus des sons graves, à comparer puis à reproduire des lignes mélodiques.

Les objectifs de cette stimulation étaient de faire prendre conscience à l'enfant des notions de « grave » et « aigu », de travailler sur la discrimination auditive, la reproduction de la hauteur tonale et de mouvements mélodiques. Cette stimulation se voulait ludique et sensori-motrice par l'utilisation récurrente de mouvements spécifiques (vers le haut pour les aigus, vers le bas pour les graves).

### 2.1.3-Procédure

Les passations ont nécessité la présence de deux adultes distincts, l'adulte 1 qui a effectué les stimulations *expérimentale* et *contrôle* avec les enfants malentendants et l'adulte 2 qui a effectué la tâche de langage avec l'ensemble des enfants (*NE et ME*).

L'ensemble du discours entre l'adulte et l'enfant a été enregistré. Une partie a été réalisée avec des microphones-cravates (7 *ME*) et l'autre avec des microphones-casques unidirectionnel AKG C520 (11 *ME* et l'ensemble de *NE*) reliés à un enregistreur numérique ZOOM H4n qui a permis d'enregistrer l'ensemble de l'échange. Les microphones-casques permettent d'obtenir un signal plus pur et ainsi de faciliter les analyses portant sur le signal acoustique.

Les stimuli rythmiques et mélodiques lors des deux stimulations musicales ont été délivrés à partir d'un ordinateur et du logiciel MuseScore 3 et d'enceintes stéréophoniques Sony (SRS A205).

### 1-Expérience avec les enfants normo-entendants

Chaque enfant a réalisé l'une des deux MapTask de manière aléatoire afin que la moitié des enfants testés ait réalisé la MapTask thème *pirate* et que l'autre moitié ait réalisé la MapTask thème *château-fort*. L'expérience avait une durée totale de 30 minutes.

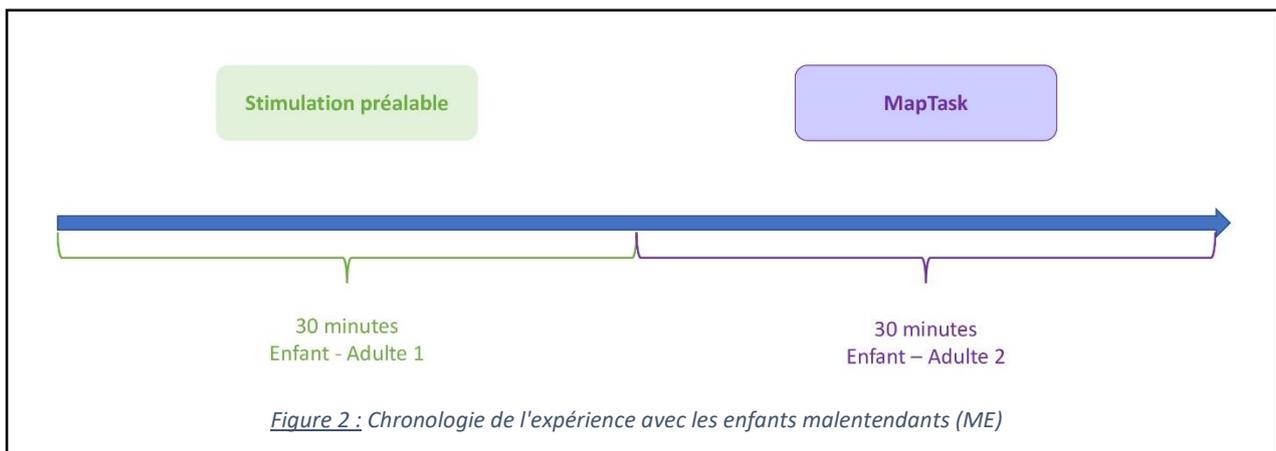
Chaque passation de la tâche conversationnelle était réalisée seulement par l'adulte 2 ; l'adulte 1 n'était alors pas présent. Ainsi, lors de l'expérience, l'enfant et l'adulte 2 ont résolu ensemble l'énigme proposée par la MapTask. Chaque membre du binôme était assis l'un en face de l'autre de part et d'autre d'une table sur laquelle était posée la MapTask. Cette installation permettait à l'adulte et l'enfant de voir le visage de l'interlocuteur afin de percevoir les indices non-verbaux durant les échanges.

### 2-Expérience avec les enfants malentendants

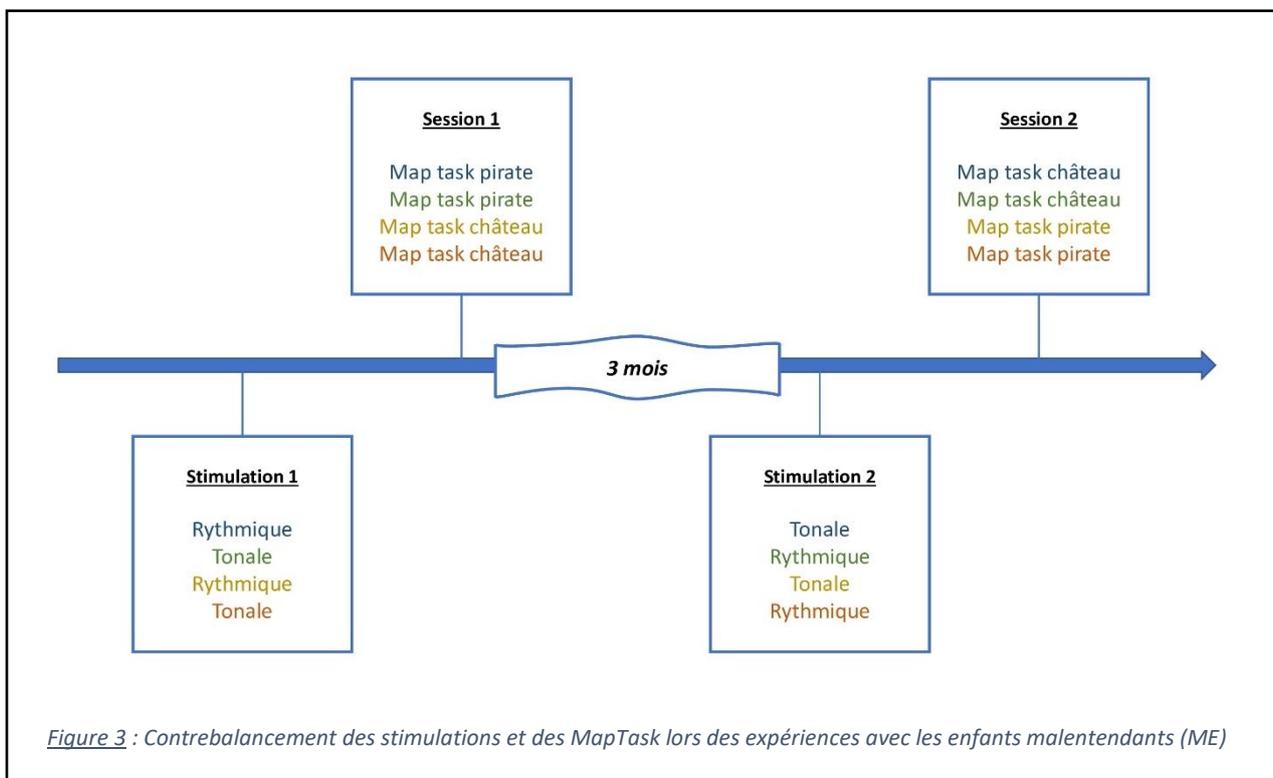
L'expérience avait une durée totale d'une heure répartie en 30 minutes pour la stimulation préalable suivie de 30 minutes pour la réalisation de la MapTask.

Le groupe d'enfants malentendants a été testé deux fois à trois mois d'intervalle : une après la *stimulation rythmique expérimentale* et l'autre après la *stimulation tonale contrôle*. Lors de la première session, le groupe avait une moyenne d'âge = 75,2 mois (ET = 13,3 mois). Lors de la deuxième session, le groupe d'enfants avait une moyenne d'âge = 78,4 mois (ET = 13,5 mois).

Chaque passation a nécessité la présence des adultes 1 et 2. Lors de chaque session, chaque enfant malentendant a effectué d'abord une *stimulation* avec l'adulte 1 puis la tâche conversationnelle avec l'adulte 2. Lors de la passation de la tâche, l'adulte 2 ne savait pas quelle stimulation préalable l'enfant avait suivi afin d'éviter le biais de l'expérimentateur.



Pour éviter l'effet d'ordre, l'ordre des stimulations et de présentation des deux MapTask (*thème pirate* et *thème château fort*) a été contrebalancé à travers les enfants. A la fin des deux sessions, chaque enfant avait réalisé les deux stimulations et les deux MapTask dans un ordre différent.



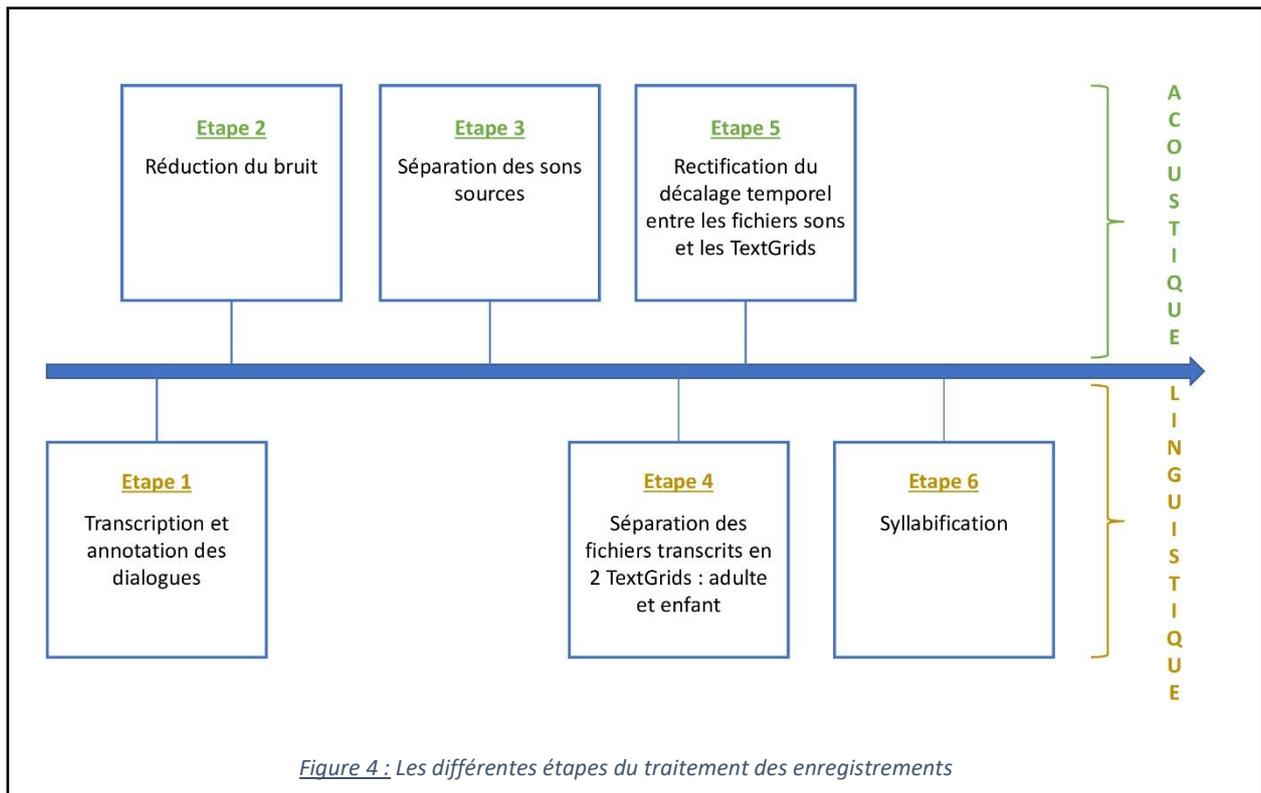
Chaque enfant a suivi aléatoirement le « parcours d'une couleur » (bleu, vert, jaune ou rouge). Par exemple, un enfant qui a suivi le parcours bleu a effectué lors de la première session une *stimulation rythmique* suivie de la MapTask *thème pirate* et lors de la deuxième session, une *stimulation tonale* suivie de la MapTask *thème château*. Ainsi, après les deux sessions de l'expérience, chaque enfant avait bien effectué les deux stimulations et les deux MapTask (voir annexe 5).

## 2.2-Méthodologie de transcription des échanges

L'ensemble des transcriptions (*ME* et *NE*) a été effectué par l'adulte 1 afin qu'elles soient les plus homogènes possible. Le choix de cet adulte qui n'avait pas fait passer la MapTask à l'enfant permettait également que ces transcriptions soient réalisées à l'aveugle afin d'éviter le biais de l'annotateur. Pour les enfants malentendants, les enregistrements ont également été anonymisés afin que l'adulte transcripateur ne reconnaisse pas au moment de sa transcription la stimulation préalable qu'il avait fait avec l'enfant. Pour les enfants normo-entendants, l'adulte transcripateur ne les avait pas rencontrés.

L'ensemble des fichiers (*ME* et *NE*) ont été traités de façon anonyme.

Le traitement des enregistrements a été fait selon la chronologie suivante :



### 2.2.1-Différents niveaux d'analyse

Pour chaque enregistrement, nous disposons de 2 fichiers sons. Par exemple pour l'enregistrement *4CH001*, nous disposons d'un fichier *4CH001I* (*microphone externe, unidirectionnel*) et d'un fichier *4CH001M* (*microphone intégré, omnidirectionnel*). Pour l'analyse acoustique, les deux fichiers sons ont été utilisés. Pour l'analyse linguistique, seulement le fichier *I*.

Les premières secondes de chaque enregistrement ont servi à tester le bon fonctionnement des microphones et à capturer la voix de chaque interlocuteur de façon indépendante. Ainsi, à tour de rôle, chaque interlocuteur a compté de 1 à 10 pendant que l'autre n'émettait aucun bruit. Cela a ensuite permis au logiciel de traitement du signal d'avoir un extrait individuel de la composition spectrale de la voix de chaque interlocuteur, pour pouvoir les repérer et les extraire afin de réaliser une séparation des sources.

*Traitement linguistique :*

1-Transcription et annotations des dialogues

*Exemples avec l'enregistrement 4CH001*

Les discours de l'enfant et de l'adulte ont été transcrits en parallèle à l'aide du logiciel PRAAT (Boersma, Paul 2001). Ainsi, plusieurs *Tiers* ont été créés et nommés Inter Pausal Unit (IPU) :

- IPU\_a : transcription du discours de l'adulte
- IPU\_e : transcription du discours de l'enfant
- IPU\_o : chevauchements entre l'adulte et l'enfant
- IPU\_off : discours hors contexte
- IPU\_m : discours incompréhensible

L'échange a été transcrit le plus fidèlement possible. Chaque début et fin d'énoncé produit a été matérialisé par des frontières permettant ainsi de découper l'échange en IPU. Les normes utilisées pour les transcriptions sont les normes conventionnelles supportées par le logiciel SPPAS (Brigitte Bigi and Christine Meunier, 2018). L'appellation IPU est indispensable pour l'analyse avec le logiciel SPPAS qui segmente la transcription en différents niveaux de parole (énoncés-mots-syllabes-phonèmes) pour les aligner sur le signal acoustique.

A l'issue de la transcription, le *TextGrid* comportant le discours de l'enfant et de l'adulte a été séparé en deux fichiers *TextGrids* distincts afin de permettre l'analyse avec le logiciel SPPAS :

- 1 fichier avec le TextGrid de l'adulte (*exemple : 4CH001\_a*)
- 1 fichier avec le TextGrid de l'enfant (*exemple : 4CH001\_e*)

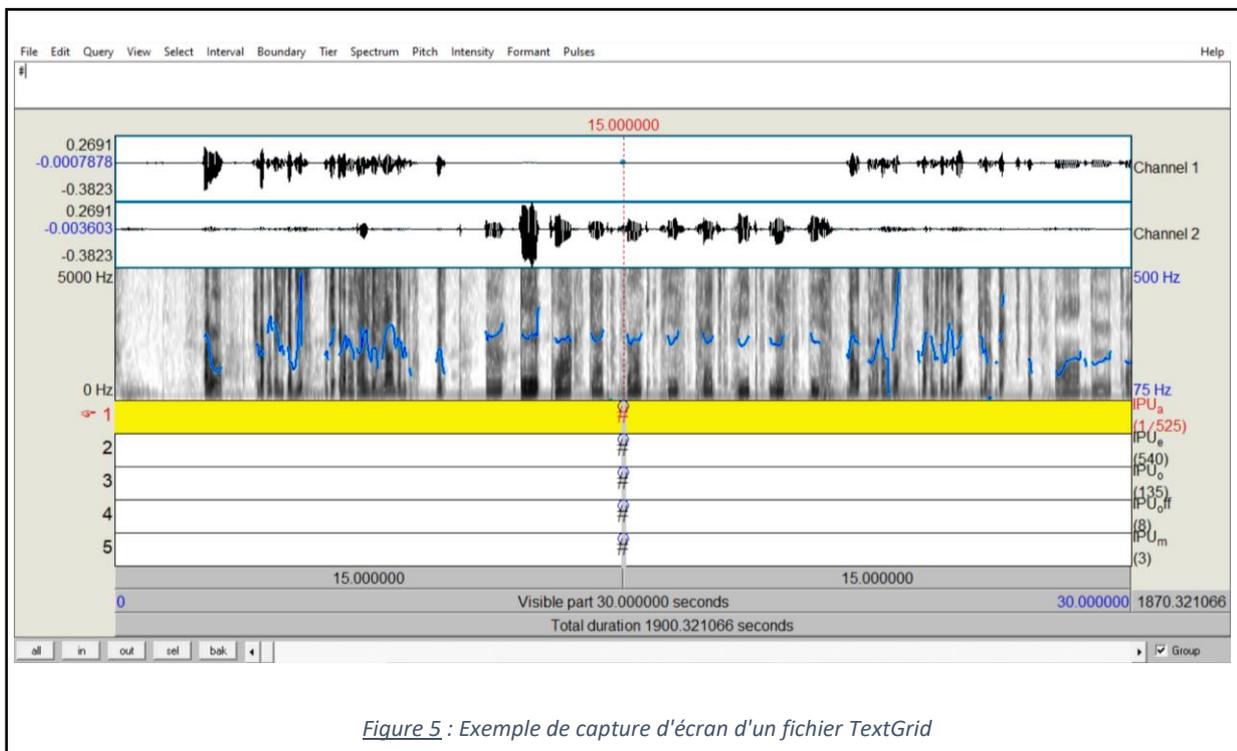


Figure 5 : Exemple de capture d'écran d'un fichier TextGrid

Channel 1 : adulte (transcription Tier : IPU\_a)

Channel 2 : enfant (transcription Tier : IPU\_e)

Afin de passer à l'étape suivante, une deuxième écoute de chaque enregistrement a été effectuée afin d'harmoniser les transcriptions. Une relecture orthographique et une vérification des frontières de chaque *Tier* ont été faites pour chaque fichier *TextGrid* (soit 32 fichiers de 30 minutes chacun).

## 2-Alignement phonétique et syllabique

A partir du fichier *TextGrid* créé, un découpage et un alignement phonétique puis un alignement syllabique ont été réalisés à l'aide du logiciel SPPAS.

Chaque piste (adulte et enfant) a été traitée de façon indépendante. Pour chaque piste d'un enregistrement, il faut avoir au préalable : le fichier son (exemple : *4CH001I\_a.wav*), le fichier de transcription (exemple : *4CH001I\_a.TextGrid*), le fichier texte correspondant (exemple : *4CH001I\_a.txt*)

Le traitement des enregistrements a été fait selon la procédure du logiciel SPPAS (voir annexe 6).

A la fin du traitement, le fichier *-merge.xra* est exporté au format *TextGrid*. Les nouveaux fichiers ainsi créés permettent de procéder aux analyses statistiques.

### *Traitement acoustique :*

#### 1-Réduction du bruit

Cette étape a permis de capturer le bruit de fond à l'aide du logiciel AUDACITY® pour le soustraire du signal sur les 2 canaux sonores. Puis, les fichiers sons ont été enregistrés en 4 canaux afin de permettre la suite du traitement.

#### 2-Séparation des sources sons

Grâce à la boîte à outils The Flexible Audio Source Separation Toolbox (FASST 2.2.2, Ozerov et al., 2012) (MATLAB, toolbox) permettant une décomposition spectrale des voix, les deux voix (adulte et enfant) ont été séparées sur deux canaux distincts : le premier ne contenant que la voix de l'adulte et le second uniquement la voix de l'enfant. Cette étape de traitement était nécessaire afin de pouvoir réaliser les traitements avec le logiciel SPPAS.

### 3-Rectification du décalage temporel entre les fichiers sons traités et les fichiers TextGrids

Le traitement des enregistrements effectués via la toolbox du logiciel MATLAB ayant engendré un décalage temporel avec le début du *TextGrid* créé à partir du fichier sonore d'origine, il a fallu relever et corriger cette différence temporelle (généralement moins d'une seconde) en ajoutant du silence dans les nouveaux fichiers sonores afin que les transcriptions et les fichiers sonores soient alignés temporellement.

#### 2.2.2-Détail des annotations

La transcription à l'aide du logiciel PRAAT suit une procédure stricte et reproductible pour l'ensemble des fichiers à traiter, compatible avec le logiciel SPPAS.

##### *1-Tiers IPU\_a et IPU\_e*

Deux types de pauses/silences sont transcrits :

- les pauses entre les énoncés : #. Les bruits parasites (toux, reniflements, ...) ne sont pas spécifiés et sont inclus dans le silence.
- les pauses à l'intérieur de l'énoncé d'un interlocuteur : +. La « , » n'est pas utilisée.

Il est important de faire cette différence méthodologique pour les pauses car les analyses seront différentes selon le type de pauses.

Les énoncés sont transcrits de la manière suivante :

•Les énoncés sont transcrits entre deux frontières qui marquent le début et la fin de chaque énoncé. A chaque nouvel item-cible introduit par l'adulte, on commence un nouvel énoncé même si le tour de parole d'avant était également un énoncé de l'adulte.

•Les transformations phonétiques sont spécifiées par des crochets : [x, x transformé]. Par exemple une transformation phonétique sur le mot « épave » se transcrit : [épave, épan]. Les apostrophes ne sont pas admises à l'intérieur des crochets. Par exemple, si une transformation phonétique intervient au niveau du mot « d'accord », il faut traiter séparément le « d » et le « accord ». Deux mots qui se suivent avec

deux transformations phonétiques doivent être mis dans les mêmes crochets. *Par exemple [parce que, paste].*

Les transformations phonétiques récurrentes spécifiques à un enfant malentendant ont été exclues des transcriptions. Ainsi, les unités lexicales « reconnaissables » produites par les enfants malentendants ont été retranscrites sans prendre en compte la transformation phonétique propre à l'enfant. Par exemple : chez un enfant qui produit une transformation phonétique régulière /t/ à /k/, le mot prononcé /krésor/ a été retranscrit « trésor ».

- Les mots tronqués sont spécifiés par un tiret à la fin du mot. Par exemple « *je me deman-* ». Ici, on suppose que l'interlocuteur voulait dire « je me demande ».
- Les noms propres sont encadrés par le symbole dollar. Exemple : *\$Disney\$*
- Les mots en langue étrangère sont transcrits en phonétique. Exemple : hamar (âne en arabe) est transcrit « *ramar* ».
- Les mots omis dans la précipitation du discours sont notifiés par des accolades. Exemple : *c' {est} pas ça*
- Les interjections communément utilisées à l'oral sont transcrites. Exemple : *eah*. Certaines sont admises par le logiciel, les autres sont transcrites en phonétiques. Exemple : *pf*
- Les liaisons surnuméraires sont notées par =z=. Exemple : *son =z= oreille*
- Les rires sont symbolisés par une arobase. Exemple : @ + *oui*. Le rire est transcrit seulement s'il fait partie d'un énoncé, mais pas s'il constitue un énoncé à lui seul.
- Les phrases interrogatives et exclamatives sont spécifiées par l'ajout d'un point d'interrogation et d'un point d'exclamation à la fin d'un énoncé interrogatif/exclamatif. Les phrases déclaratives ne sont pas spécifiées par l'ajout d'un point.

Le « ? » est utilisé pour transcrire les phrases interrogatives. Il en existe de deux sortes : les phrases interrogatives où un interlocuteur pose une question à l'autre interlocuteur dans la construction d'un discours à deux et les phrases interrogatives signifiant une incompréhension de l'interlocuteur (face aux propos de l'autre interlocuteur, à la non compréhension d'un mot employé par l'autre interlocuteur, face à un mot non entendu, ...).

- Les phrases négatives « ne ... pas » émergent généralement sans le premier mot de négation et sont transcrites telles quelles : « je sais pas » et non pas « je {ne} sais pas ».

• Les erreurs morpho-syntaxiques sont transcrites telles quelles. *Par exemple* : « 3 cheval » sera bien transcrit « 3 cheval » et pas « 3 [chevaux, cheval] ». Ce parti-pris vient du fait qu'on ne peut pas être sûr que l'enfant maîtrise l'ensemble des règles de construction morpho-syntaxiques du discours. *Exemple 2* : « moi faut je te dis » est transcrit tel quel et non pas « moi il faut que je te dise ».

• Les tics de bouche qui émergent à l'intérieur d'un énoncé ainsi que les soupirs sonorisés sont transcrits. Exemple : [mh, ts], ah.

Les reprises inspiratoires et les « tics de bouche » commençant les prises de parole de façon constante ne sont pas pris en compte. Les frontières sont placées au niveau de début du signal sonore.

• Les énoncés hors contexte sont transcrits par un symbole sans signification pour le logiciel SPPAS : £.

• Les incompréhensions sont transcrites de deux façons différentes :

- si l'ensemble de l'énoncé est incompréhensible : \*
- si seulement une partie de l'énoncé est incompréhensible : transcription la plus fidèle possible en phonétique (sans crochets). Exemple : « à la rue moi à damoididi ».

## 2-Tiers IPU\_o

Deux types de chevauchements sont transcrits :

- les chevauchements du discours de l'adulte sur celui de l'enfant : o\_a
- les chevauchements du discours de l'enfant sur celui de l'adulte : o\_e

Les intervalles entre les chevauchements sont transcrits comme un silence : #

Lorsqu'un chevauchement se produit de manière synchrone entre l'enfant et l'adulte, il sera annoté en fonction de l'échange produit juste avant. Si dans la suite logique de la construction du discours, c'était à l'enfant de parler alors on considère que le chevauchement est fait par l'adulte (o\_a). Au contraire, si c'était à l'adulte de parler, il est considéré que le chevauchement est fait par l'enfant (o\_e).

Les backchannels sont transcrits comme des chevauchements. Pour être plus juste, il aurait fallu les différencier et créer une autre *Tier*. Par exemple, quand un interlocuteur confirme le propos de l'autre interlocuteur pendant qu'il parle par « ouais » ou « mh ». *Ex* : *Enfant* : « ouais » ou « mh » au milieu du tour de parole de l'adulte.

Les commentaires traduisant une incompréhension pendant le tour de parole de l'autre interlocuteur sont également transcrits par des chevauchements. *Par exemple* : l'enfant prononce un mot que l'adulte ne

comprend pas d'un point de vue phonétique et cherche à se justifier alors que l'adulte cherche à savoir quel mot a été prononcé initialement.

### *3-Tiers IPU\_off*

Le discours hors contexte inclut l'énoncé hors contexte et le silence qui le suit. Il est transcrit par « off » dans la *Tier* IPU\_off et par le symbole « £ » dans les *Tiers* IPU\_a et IPU\_e.

Les intervalles entre les énoncés hors contextes sont transcrits comme un silence : #

### *4-Tiers IPU\_m*

Le discours incompréhensible est transcrit par la lettre « m » signifiant misunderstanding dans la *Tier* IPU\_m et par le symbole « \* » dans la *Tier* IPU\_e.

Les intervalles entre les incompréhensions sont transcrits comme un silence : #

## 2.2.3-Problématiques rencontrées et améliorations possibles

Lors des transcriptions, certaines occurrences ont donné lieu à des interprétations subjectives et des prises de décision de l'adulte 1 transcripteur.

Le découpage des énoncés en IPU a nécessité une réflexion et une prise de décision lors de deux cas :

- les énoncés de l'adulte et de l'enfant se chevauchent (notation o\_a ou o\_e) et l'enfant et l'adulte continuent chacun leur discours sans arrêt pour écouter l'autre interlocuteur. Par exemple :

*Enfant : Alors il faut que les garçons, il faut que, ils tirent euh les trucs euh là pour qui partent*

*Adulte : Tu étais en vacances là ? Oui, mais pour ça, il faut d'abord faire un petit jeu*

- les énoncés de l'adulte et de l'enfant débutent en même temps. Par exemple :

*Adulte : Et on s'en sert pour accrocher les bateaux, pour pas qu'il s'en aille tout seul*

*Adulte : Est-ce que tu vois un gros crochet ?*

*Enfant : Et euh*

} *les énoncés débutent simultanément*

Les backchannels de l'émetteur (qui sont des indices verbaux ou non verbaux émis par l'émetteur et indiquant au locuteur son attention, son approbation ou sa désapprobation), lorsqu'ils sont apparus durant l'énoncé du locuteur, ont été transcrits comme des chevauchements. Pour être plus juste, il aurait fallu les différencier et créer une autre *Tier* nommée par exemple « IPU\_b » (b pour backchannels). *Par exemple, l'enfant peut dire « ouais » ou « mh » au milieu du tour de parole de l'adulte qui lui explique quel est le prochain item à trouver.*

Les reprises inspiratoire et les « tics de langage » commençant les prises de parole de façon constante n'ont pas été pris en compte. Les frontières ont été placées au niveau de début du signal sonore. Ces « introductions » à la parole qui participent au rythme de l'échange pourraient, dans une future transcription être considérées comme faisant partie intégrante du discours et donc être incluses dans le tour de parole.

### 2.3-Analyses statistiques

Afin d'évaluer les performances conversationnelles des enfants malentendants et des enfants normo-entendants, nous avons mesuré plusieurs paramètres.

**Réussite de la tâche :** nous avons répertorié le nombre d'items-cibles trouvés et de mini-tâches effectuées pour chaque enfant afin de pouvoir calculer un pourcentage de réussite de la tâche.

**Mots phonétiquement corrects :** Nous avons analysé les productions des enfants malentendants et des enfants normo-entendants au niveau phonétique. A partir des données de transcriptions contenues dans les *TextGrids* nous avons comparé grâce à un script *R*, les productions de chaque enfant aux lemmes contenus dans le dictionnaire Lexique 3. Nous avons ensuite calculé le nombre de mots phonétiquement corrects produits par chaque enfant.

**Fréquence fondamentale moyenne (F0) :** Nous avons analysé la F0 moyenne de chaque locuteur. A partir du fichier son de chaque locuteur, nous avons extrait les valeurs de la F0 toutes les 10 millisecondes.

**Débit syllabique :** Nous avons analysé le débit syllabique moyen de chaque locuteur. A partir des données de transcription contenues dans le *TextGrid* de chaque enfant, nous avons réalisé, grâce au logiciel SPPAS, un alignement syllabique avec le signal acoustique.

Nous avons ensuite traité les données de F0 et d'alignement syllabique grâce à un script MATLAB qui nous a permis d'extraire les valeurs moyennes de chacun de ces paramètres pour chaque locuteur.

**Convergence F0 :** Pour analyser la convergence de la F0 entre les locuteurs 1 (*adulte*) et 2 (*enfant*), la valeur moyenne de la F0 du tour ( $X$ ) du locuteur 1 et la valeur moyenne de la F0 du tour précédent ( $X-1$ ) du locuteur 2 ont été extraites. Un modèle de régression linéaire a ensuite été construit afin d'expliquer la moyenne de F0 du locuteur 2 en fonction de celle du locuteur 1 sur le tour précédent et inversement. A partir de ce modèle, un coefficient de régression linéaire  $\beta$  a été extrait pour permettre de procéder aux analyses statistiques.

**Convergence débit syllabique :** Tout comme pour la convergence sur la F0, pour analyser la convergence sur le débit syllabique entre les locuteurs 1 et 2, la valeur du débit syllabique moyen du tour ( $X$ ) du locuteur 1 et la valeur du débit syllabique moyen du tour précédent ( $X-1$ ) du locuteur 2 ont été extraites. Un modèle de régression linéaire a ensuite été construit afin d'expliquer le débit syllabique moyen du locuteur 2 en fonction de celui du locuteur 1 et inversement. A partir de ce modèle, un coefficient de régression linéaire  $\beta$  a été extrait pour permettre de procéder aux analyses statistiques.

A partir du pourcentage de réussite aux mini-tâches, des valeurs de la F0 et du débit syllabique moyens, de la convergence sur la F0 et le débit syllabique moyens, un script R a été créé afin de réaliser des statistiques descriptives et inférentielles.

Nous avons effectué un test du Chi2 d'homogénéité pour comparer le pourcentage de réussite à la MapTask entre les enfants *NE* et les enfants *ME*.

Nous avons effectué un *t test pour échantillons indépendants* pour comparer les moyennes de F0, de débit syllabique et la convergence (sur la F0 et le débit syllabique) des enfants *NE* et celles des enfants *ME* dans la condition *Rythme (MEr)* et la condition *Tonal (MEt)* ainsi que pour comparer ces mesures chez l'adulte par rapport à celles obtenues chez les enfants *NE* et les enfants *ME* dans chaque condition de stimulation.

Nous avons effectué un *t test pour échantillons appariés* pour comparer les moyennes de F0, de débit syllabique et la convergence (sur la F0 et le débit syllabique) des enfants *ME* entre la condition *Rythme (MEr)* et la condition *Tonal (MEt)*, ainsi que pour comparer ces mesures chez l'adulte entre les conditions de stimulation.

Pour chacun de ces tests, lorsque que la variance entre les groupes n'était pas homogène, nous avons procédé à un *t test de Welch*

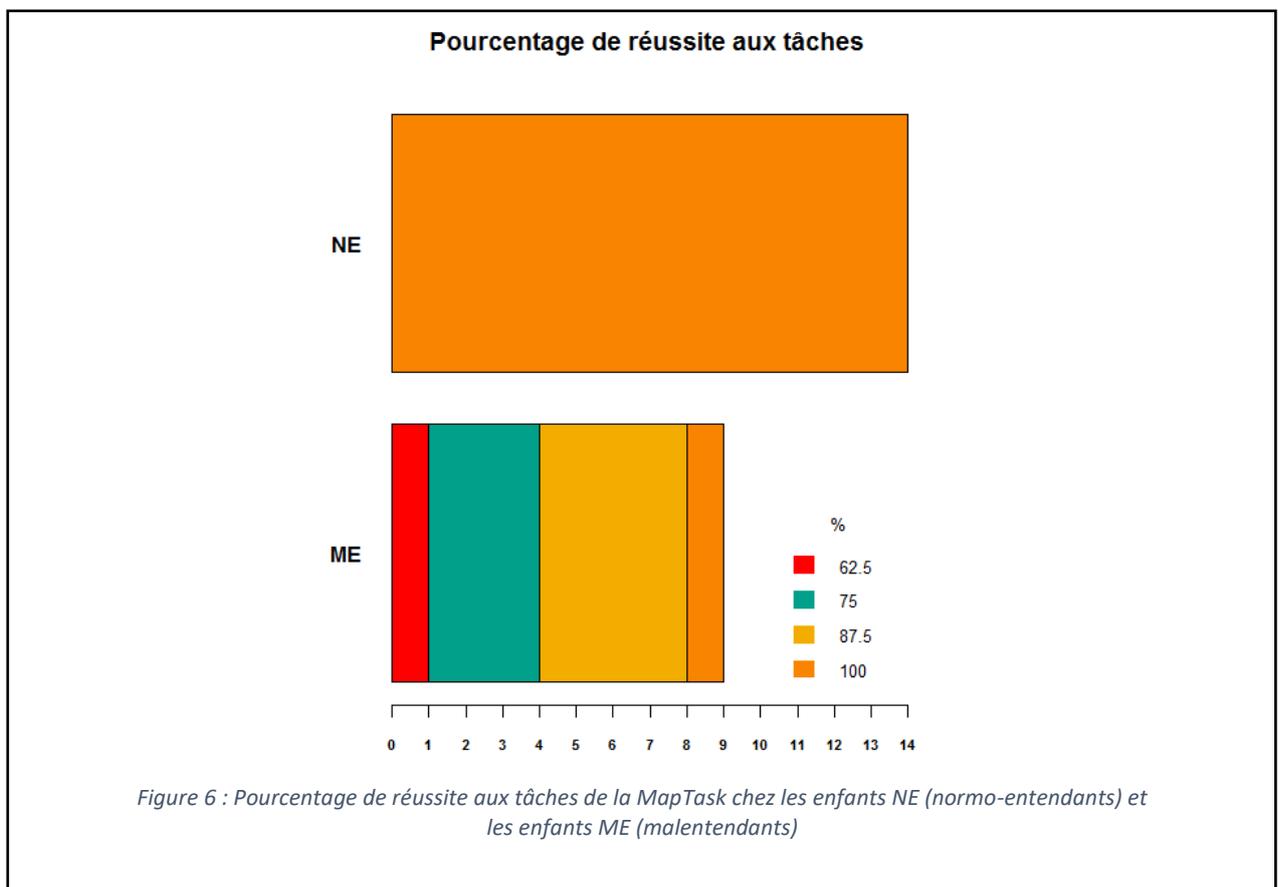
Lorsque la distribution des données n'était pas normale et que la variance entre les groupes n'était pas homogène nous avons procédé à un *test de Wilcoxon* pour analyser les données.

### 3-Résultats :

3.1-Les enfants malentendants réussissent moins bien la MapTask que les enfants normo-entendants :

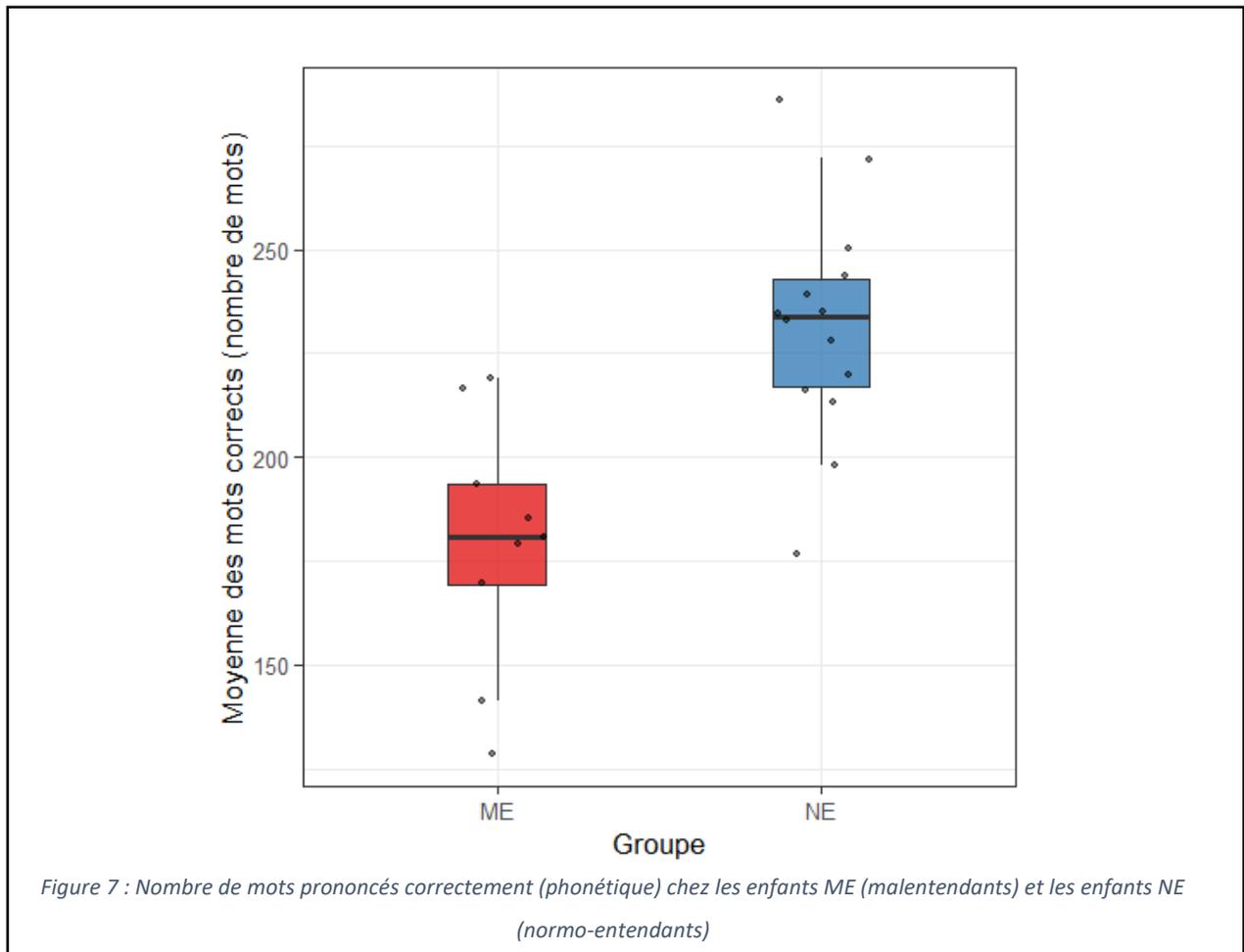
#### 3.1.1-Réussite du nombre de mini-jeux

L'ensemble des enfants de *NE* ont réussi la tâche en entier mais pas les enfants *ME*. Nous observons un effet significatif de la surdité sur la réalisation de la tâche. Ainsi, les enfants *ME* réussissent moins bien la tâche que les enfants *NE* ( $X\text{-squared} = 19.08 ; p < .01$ ).



### 3.1.2-Mots phonétiquement corrects

Le nombre de mots prononcés sans transformation phonétique est plus important chez les enfants *NE* (*NE* :  $M = 179.27$ ,  $SD = 30.21$ ) que chez les enfants *ME* (*ME* :  $M = 231.85$ ,  $SD = 27.74$ ) ( $t(21) = -4,29$ ,  $p < .01$ ). Ainsi, les enfants malentendants sont moins intelligibles que les enfants normo-entendants durant la tâche.



3.2-Les enfants malentendants présentent des valeurs différentes des enfants normo-entendants sur certains paramètres acoustiques ; il n’y pas d’effet de la stimulation rythmique sur ces paramètres

3.2.1-La surdité affecte la F0 des enfants malentendants mais aussi celle de l’adulte

La F0 de l’adulte ( $M = 217.12$ ,  $SD = 13.86$ ) est différente de celle des enfants *NE* ( $M = 253.69$ ,  $SD = 22.45$ ) ( $W = 9$ ,  $p < .01$ ). Elle est également différente de celle des enfants *ME* (*MEr* :  $M = 273.93$ ,  $SD = 14.14$  ; *MEt* :  $M = 289.09$ ,  $SD = 12.50$ ) que ce soit après *stimulation rythmique* ( $M = 232.30$ ,  $SD =$

7.22) ( $t(16) = -7,86, p < .01$ ) ou après *stimulation tonale* ( $M = 232.30, SD = 17.56$ ) ( $t(16) = -11,79, p < .01$ ).

L'adulte a significativement augmenté sa F0 moyenne lors de ses échanges avec les *ME* ( $MEr : M = 232.30, SD = 7.22; MEt : M = 236.68, SD = 17.56$ ) comparé à ses échanges avec les *NE* ( $M = 217.12, SD = 13.86$ ) ( $W = 12, p < .01; W = 23, p = .01$ , pour la condition *Rythme* et *Tonale* respectivement). Sa moyenne de F0 n'a cependant pas varié entre la *stimulation tonale* et la *stimulation rythmique* ( $t(8) = -0,65, p > .1$ ).

Les enfants *ME* ont une F0 moyenne qui semble différente de celle des enfants *NE* ( $M = 253.69, SD = 22.45$ ) après la *stimulation rythmique* ( $M = 273.93, SD = 14.14$ ) ( $t(21) = -2.40, p < .05$ ; effet marginal) et après la *stimulation tonale* ( $M = 289.09, SD = 12.50$ ) ( $t(21) = -4.29, p < .01$ ).

En outre, les F0 des enfants malentendants sont différentes après *stimulation rythmique* et après *stimulation tonale* ( $t(8) = -2.85, p < .05$ ).

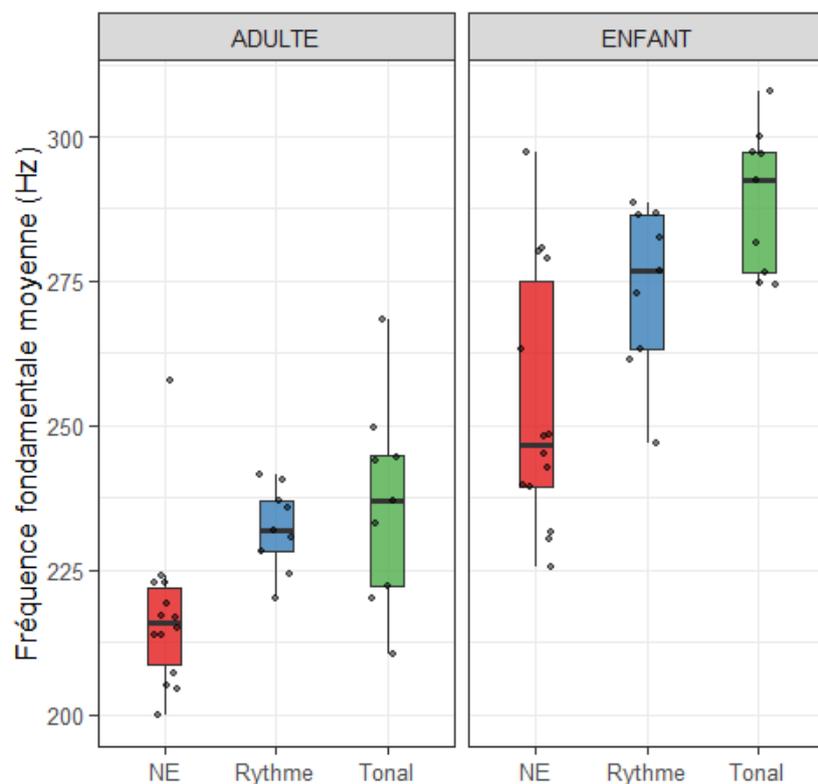


Figure 8 : Fréquence fondamentale moyenne (en Hertz) de l'adulte, des enfants NE (normo-entendants) et des enfants ME (malentendants) après la stimulation rythmique et après la stimulation tonale

### 3.2.2-La surdité n'affecte pas le débit syllabique des enfants malentendants ni celui de l'adulte

L'adulte ne parle pas plus vite ( $M = 4.37, SD = 0.22$ ) que les enfants *NE* ( $M = 4.07, SD = 0.47$ ) ( $t(18.448) = 2.09, p = .05$ ), ni plus vite que les enfants *ME* (*MEr* :  $M = 3.81, SD = 0.50$  ; *MEt* :  $M = 3.32, SD = 0.96$ ) que ce soit après *stimulation rythmique* ( $M = 4.24, SD = 0.24$ ) ( $t(16) = 2.32, p < .05$ ) ou après *stimulation tonale* ( $M = 4.24, SD = 0.30$ ) ( $t(9.021) = 2.80, p < .05$ )

L'adulte ne semble pas avoir un débit syllabique diff rent lorsqu'il interagit avec les enfants *NE* ( $M = 4.37, SD = 0.22$ ), comparé à ses interactions avec les enfants *ME* (*MEr* :  $M = 4.24, SD = 0.24$  ; *MEt* :  $M = 4.22, SD = 0.30$ ), que ce soit après *stimulation rythmique* ( $t(21) = 1.26, p > .1$ ) ou après *stimulation tonale* ( $t(21) = 1.35, p = .1$ ).

En outre, le débit syllabique de l'adulte avec les enfants *ME* ne semble pas diff rent après *stimulation rythmique* et après *stimulation tonale* ( $t(8) = 0.22, p > .1$ ).

Le débit syllabique des enfants *ME* (*MEr* :  $M = 3.81, SD = 0.50$  ; *MEt* :  $M = 3.32, SD = 0.96$ ) ne semble pas diff rent de celui des enfants *NE* ( $M = 4.07, SD = 0.47$ ) après la *stimulation rythmique* ( $t(21) = 1.29, p > .1$ ). Par contre, leur débit est diff rent de celui des enfants *NE* après *stimulation tonale* ( $t(10.509) = 2.20, p = .05$ ; effet marginal).

Cependant, on ne retrouve pas de différence entre le débit syllabique des enfants *ME* après *stimulation rythme* et *stimulation tonale* ( $t(8) = 1.54, p = .1$ ).

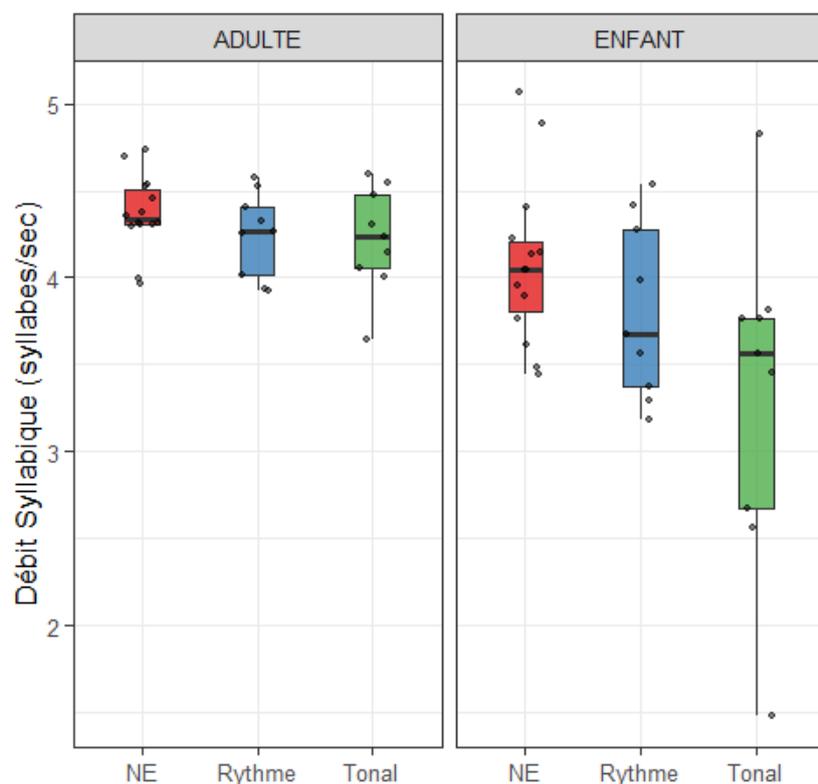


Figure 9 : Débit syllabique (en syllabes/seconde) de l'adulte, des enfants NE (normo-entendants) et des enfants ME (malentendants) après la stimulation rythmique et après la stimulation tonale

3.3-Les enfants malentendants convergent comme les enfants normo-entendants sur les paramètres acoustiques de la parole de l'adulte ; il n'y a pas d'effet de la stimulation rythmique sur la convergence

### 3.3.1-La convergence prosodique

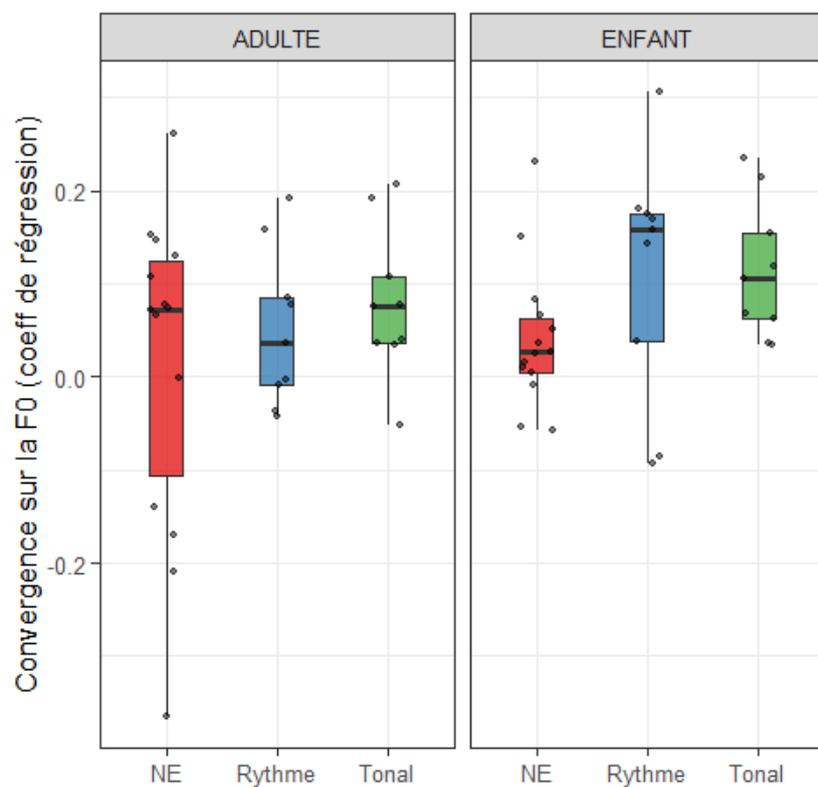
Sur la base des résultats de la fréquence fondamentale moyenne de l'adulte et de l'enfant nous avons recherché s'il existait une convergence entre l'adulte et les enfants.

Au vu des coefficients de régression positifs, l'adulte semble converger avec les enfants NE ( $M = 0.01$ ,  $SD = 0.17$ ) tout comme avec les enfants ME que ce soit après stimulation rythmique ( $M = 0.05$ ,  $SD = 0.08$ ) ou après stimulation tonale ( $M = 0.07$ ,  $SD = 0.08$ ).

L'adulte ne semble pas converger différemment auprès des enfants *NE* qu'auprès des enfants *ME*, que ce soit après *stimulation rythmique* ( $t(19.969) = -0.67, p\text{-value} > .1$ ) ou après *stimulation tonale* ( $t(19.676) = -1.22, p > .1$ ).

De plus, on ne retrouve pas de différence de convergence de l'adulte auprès les enfants malentendants après *stimulation rythmique* et après *stimulation tonale* ( $t(8) = -0.94, p > .1$ ).

La convergence des enfants *ME* sur la F0 après *stimulation rythmique* ( $M = 0.11, SD = 0.13$ ) et après *stimulation tonale* ( $M = 0.11, SD = 0.07$ ) ne semble pas différer de celle des enfants *NE* ( $M = 0.04, SD = 0.07$ ) ( $t(21) = -1.59, p = .1; t(21) = -2.27, p < .05$ , pour la condition Rythme et Tonal respectivement). De plus, on ne retrouve pas non plus de différence de convergence entre les enfants *ME* après *stimulation rythmique* et *stimulation tonale* ( $W = 30, p > .1$ ).



*Figure 10* : Convergence sur la Fréquence fondamentale moyenne (coefficient de régression linéaire) entre l'adulte et les enfants *NE* (normo-entendants) et entre l'adulte et les enfants *ME* (malentendants) après la stimulation rythmique et après la stimulation tonale

### 3.3.2-La convergence syllabique

Sur la base des résultats du débit syllabique moyen de l'adulte et de l'enfant nous avons également recherché s'il existait une convergence entre l'adulte et les enfants au niveau du débit syllabique.

Au vu des coefficients de régression positifs, l'adulte semble converger avec les enfants *NE* ( $M = 0.04$ ,  $SD = 0.06$ ) et les enfants *ME* que ce soit après *stimulation rythmique* ( $M = 0.05$ ,  $SD = 0.08$ ) ou après *stimulation tonale* ( $M = 0.05$ ,  $SD = 0.06$ ).

L'adulte ne semble pas converger différemment auprès des enfants *NE* qu'auprès des enfants *ME*, que ce soit après *stimulation rythmique* ( $t(21) = -0.12$ ,  $p > .1$ ) ou après *stimulation tonale* ( $t(8) = 0.49$ ,  $p > .1$ ). De plus, on ne retrouve pas de différence de convergence de l'adulte auprès des enfants *ME* après *stimulation rythmique* et après *stimulation tonale* ( $t(8) = 0.49$ ,  $p > .1$ ).

La convergence des enfants *ME* sur le débit syllabique après *stimulation rythmique* ( $M = 0.09$ ,  $SD = 0.09$ ) et après *stimulation tonale* ( $M = 0.06$ ,  $SD = 0.12$ ) ne semble pas différer de celle des enfants *NE* ( $M = 0.06$ ,  $SD = 0.11$ ) ( $t(21) = -0.55$ ,  $p > .1$ ;  $t(21) = 0.01$ ,  $p > .1$ , pour la condition Rythme et Tonal respectivement).

De plus, on ne retrouve pas non plus de différence de convergence entre les enfants *ME* après *stimulation rythmique* et après la *stimulation tonale* ( $t(8) = 0.91$ ,  $p > .1$ ).

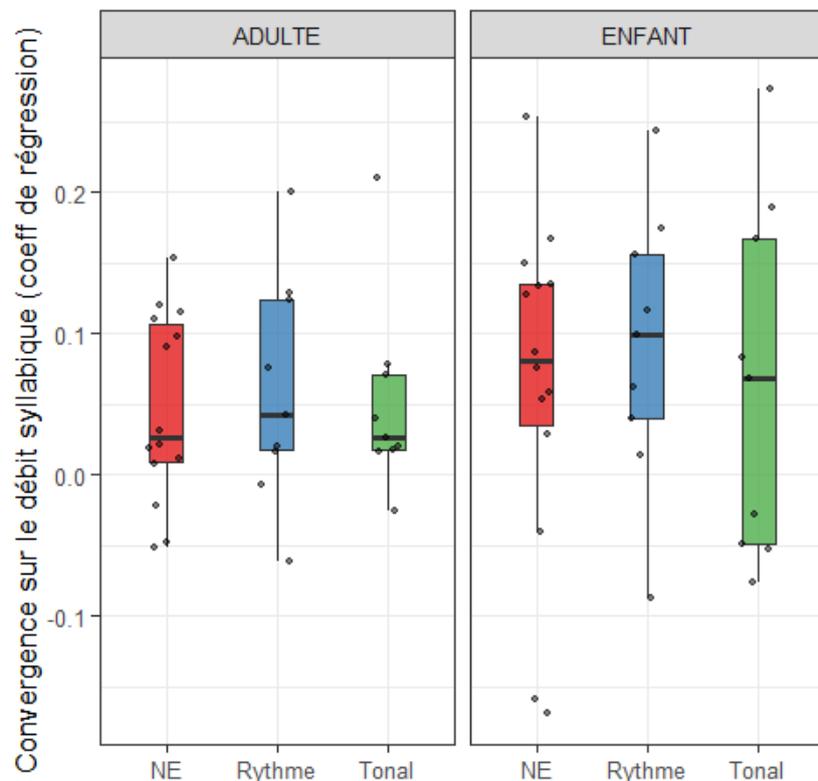


Figure 11 : Figure 7 : Convergence sur le débit syllabique (coefficient de régression linéaire) entre l'adulte, les enfants *NE* (normo-entendants) et les enfants *ME* (malentendants) après la stimulation rythmique et après la stimulation tonale

### 3.4-Synthèse des résultats

Mesures	NE	ME		Adulte		
		Stimulation rythmique	Stimulation tonale	NE	Stimulation rythmique	Stimulation tonale
Mots phonétiquement corrects	231.85	179.27***				
Débit syllabique	4.07	3.81	3.32*	4.37	4.24	4.24
F0 moyenne	253.69	273.93*	289.09***	217.12	232.30***	232.30**
Coefficient de régression : débit syllabique	0.06	0.09	0.06	0.04	0.05	0.05
Coefficient de régression : F0 moyenne	0.04	0.11	0.11*	0.01	0.05	0.05

NE vs ME rythme : \*p<.05 ; \*\*p<.01 ; \*\*\*p<.001  
 NE vs ME tonal : \*p<.05 ; \*\*p<.01 ; \*\*\*p<.001  
 NE vs ME : \*p<.05 ; \*\*p<.01 ; \*\*\*p<.001

*Figure 12 : Paramètres mesurés chez l'enfant et chez l'adulte en fonction des groupes normo-entendants (NE), malentendants (ME) et des stimulations rythmique expérimentale et tonale contrôle*

Mesures	ME		Adulte	
	Stimulation rythmique	Stimulation tonale	Stimulation rythmique	Stimulation tonale
Débit syllabique moyen	3.81	3.32	4.24	4.24
F0 moyenne	273.93*	289.09*	232.30	232.30
Coefficient de régression : débit syllabique	0.09	0.06	0.05	0.05
Coefficient de régression : F0 moyenne	0.11	0.11	0.05	0.05

ME rythme vs ME tonal : \*p<.05 ; \*\*p<.01 ; \*\*\*p<.001

*Figure 13 : Paramètres mesurés chez l'enfant et chez l'adulte en fonction du groupe malentendant (ME) et des stimulations rythmique expérimentale et tonale contrôle*

## 4-Discussion

Dans la présente étude, nous avons créé une tâche conversationnelle de type MapTask afin de comparer les paramètres acoustiques de la parole et les capacités de convergence des enfants malentendants avec ceux d'un groupe d'enfants normo-entendants en situation d'interaction avec un adulte.

Nous avons également cherché à analyser les effets d'une stimulation rythmique versus une stimulation contrôle tonale, sur la variation de ces paramètres acoustiques et les capacités de convergence chez les enfants malentendants.

Nous avons montré que la convergence sur la fréquence fondamentale et sur le débit syllabique entre enfants normo-entendants et adulte est similaire à la convergence entre enfants malentendants et adulte, quelle que soit la stimulation préalable qu'ils aient suivie.

Nous allons tout d'abord discuter des paramètres acoustiques de l'enfant et de l'adulte, ensuite des capacités de convergence des enfants puis de l'effet de la stimulation rythmique expérimentale préalable à la tâche de langage. Nous allons par la suite discuter des analyses qualitatives et enfin des améliorations possibles de la tâche et des analyses.

### 4.1-Les paramètres acoustiques des enfants normo-entendants et malentendants en situation de conversation

#### *Fréquence fondamentale moyenne*

Comme décrit par Nakata et al., en 2012, la surdité impacte la perception et la production de la fréquence fondamentale des enfants sourds implantés cochléaires. En outre les adolescents implantés cochléaires n'utilisent pas les mêmes actes de discours que leurs pairs normo-entendants lors d'une tâche conversationnelle expérimentale de type MapTask (Holt et al., 2017). Ainsi, les actes de discours (tels que les questions par exemple) sont liés à des modifications de la fréquence fondamentale. Les actes de discours employés par les adolescents implantés cochléaires et les adolescents normo-entendants n'étant pas les mêmes, les variations de la fréquence fondamentale sont différentes entre les deux groupes. Dans notre étude, nous retrouvons une différence significative entre la fréquence fondamentale moyenne des normo-entendants et celle des enfants malentendants. Cette différence pourrait ainsi être expliquée par les différents actes de discours produits par ces derniers. Les dialogues que nous avons récoltés lors de notre expérience sont annotés, mais au vu la contrainte temporelle, nous n'avons pas eu le temps de les analyser pour vérifier cette hypothèse. De plus, l'adulte adapte sa fréquence fondamentale à celle des enfants malentendants : elle est significativement plus aiguë qu'avec les normo-entendants. Cette différence pourrait être expliquée par un plus grand nombre de questions posées par l'adulte aux enfants

malentendants. Ainsi, quand il ne comprend pas ce que dit l'enfant, l'adulte lui demande de répéter en lui posant une question ce qui engendre des variations de la fréquence fondamentale supplémentaires et pourrait expliquer les différences de fréquence fondamentale moyenne observées chez l'adulte. Bien que cette explication demande à être confirmée par une analyse comparative du nombre de questions entre les groupes, les difficultés de réussite de la MapTask par les enfants malentendants comparé aux enfants normo-entendants laissent supposer que l'adulte a utilisé des actes de discours différents avec les enfants malentendants, ce qui a possiblement modifié sa fréquence fondamentale moyenne.

### *Débit syllabique*

La surdité semblerait avoir un effet sur le débit syllabique des enfants malentendants en situation d'interaction verbale. Dans leur étude, Freeman & Pisoni (2017) montrent que les enfants implantés cochléaires ont un débit syllabique plus lent que celui des enfants normo-entendants contrairement à ce que nous retrouvons dans notre étude. Ils montrent par ailleurs que les enfants implantés convergent moins que les enfants normo-entendants sur le débit syllabique de l'adulte. Dans notre étude, non seulement nous ne retrouvons pas des différences de convergence entre les deux groupes d'enfants, mais en plus, contrairement à l'étude Freeman & Pisoni (2017) dans laquelle l'adulte ralentit son débit syllabique avec les enfants implantés, le débit syllabique de l'adulte n'est pas différent non plus entre les deux groupes. Les résultats de notre étude laissent supposer que la convergence mutuelle des enfants et de l'adulte ont permis de réduire les différences de débit syllabique entre enfants malentendants et enfants normo-entendants retrouvées dans l'étude de Freeman & Pisoni (2017). En outre, bien que nous n'ayons pas fait une évaluation à partir d'un jury d'écoute, il ne semble pas y avoir de lien entre le débit syllabique et l'intelligibilité. Les enfants malentendants ayant participé à la MapTask présentent plus de difficultés de réalisation phonétique que les enfants normo-entendants bien que leur débit syllabique soit similaire à celui de ces derniers. On peut également se demander si le fait d'avoir inclus dans notre étude des enfants appareillés de manière conventionnelle donc avec un degré de surdité moindre que les enfants implantés, n'a pas modifié les valeurs de débit de parole retrouvées dans l'étude de Freeman & Pisoni (2017) réalisée uniquement sur une population d'enfants implantés cochléaires (Freeman & Pisoni, 2017).

## **4.2-Les capacités de convergence des enfants en situation de conversation**

L'analyse conversationnelle décrit une adaptation mutuelle entre les interlocuteurs lors d'une conversation. Cette imitation réciproque, qualifiée d'« effet Caméléon » (Gregory & Hoyt, 1982) signifie que les interlocuteurs entrent en convergence par l'harmonisation des paramètres acoustiques de la parole mais également par une harmonisation linguistique du message co-construit.

### *Convergence sur la fréquence fondamentale moyenne*

Dans notre étude, les enfants normo-entendants et les enfants malentendants ont convergé avec l'adulte de façon similaire et l'adulte a également convergé de façon similaire avec l'ensemble des enfants normo-entendants et malentendants. Nous retrouvons une imitation réciproque des partenaires de communication : les adultes miment les enfants et les enfants miment les adultes de façon similaire contrairement à l'étude de Nielsen (2014) qui montre un effet de l'âge sur les capacités de convergence des enfants : les enfants convergent plus sur le Voice Onset Time (VOT) que les adultes (Nielsen, 2014). On peut penser que la situation écologique de conversation naturelle utilisée dans notre étude n'est pas aussi sensible qu'une situation contrôlée telle que celle employée dans Nielsen (2014) dans laquelle les productions des mêmes stimuli (images à dénommer) sont comparées dans 2 situations différentes : avant et après perception de la voix de l'adulte modifiée.

Par ailleurs, en 2017, lors d'une expérimentation basée sur une tâche de type MapTask, Holt et al. décrivent une asymétrie de convergence prosodique entre des adolescents implantés cochléaires et l'adulte expérimentateur en comparaison à des dyades d'entendants. Dans notre étude, nous ne retrouvons pas ce résultat. Ainsi, la convergence sur la fréquence fondamentale des enfants malentendants de notre étude semble similaire à la convergence des enfants normo-entendants. Ces résultats non concordants pourraient être expliqués par la différence entre les groupes sélectionnés dans les deux études. Ainsi, les moyennes d'âge des deux groupes d'enfants malentendants de ces deux études sont très différentes, ce qui pourrait évoquer que la convergence sur la fréquence fondamentale n'est peut-être pas la même à tout âge comme le montre Nielsen sur le VOT (Nielsen, 2014). La différence entre les performances d'enfants plus jeunes pourrait être moins marquée que la différence entre des adolescents malentendants et entendants.

De plus, la constitution des groupes d'enfants malentendants est également très différente : chez Holt et al. les malentendants sont tous porteurs d'implant cochléaire, ce qui n'est pas le cas dans notre étude où quatre enfants sont porteurs d'appareils conventionnels. Les implants cochléaires étant associés à une surdité plus importante, les enfants de notre étude pourraient ainsi présenter moins de difficulté à discriminer les contours mélodiques de la parole et ainsi entrer plus facilement en convergence avec l'adulte.

### *Convergence sur le débit syllabique*

Les données de notre expérience confirment les résultats de Street & Cappella (1989) retrouvés dans une tâche de jeu libre avec l'enfant : les enfants convergent sur le débit syllabique de l'adulte en situation d'interaction verbale. Mais, l'étude de la convergence sur le débit syllabique lors du test d'intelligibilité proposé dans l'expérience Freeman & Pisoni en 2017, montre que les enfants implantés présentent des difficultés de convergence sur le débit syllabique de l'adulte plus importantes que le groupe d'enfants contrôle. Les données ainsi retrouvées dans cette dernière étude sont en lien avec la différenciation de débit syllabique entre enfants implantés cochléaires et entendants observée dans leur

étude. Dans notre expérience, la convergence des enfants malentendants sur le débit syllabique de l'adulte ne semble pas différer de celle des enfants normo-entendants. Les méthodologies d'expérimentation sont très différentes dans les deux études. Ainsi, Freeman & Pisoni ont proposé une tâche d'intelligibilité où des phrases produites naturellement par une orthophoniste et répétées par les enfants sont transcrites par plusieurs transcrip-teurs. Dans notre étude, nous avons effectué une tâche de type MapTask qui peut être un matériel plus écologique pour évaluer la convergence du débit syllabique. De plus, l'ensemble des transcriptions du discours des enfants a été effectué par un seul transcrip-teur ce qui pourrait suggérer une plus grande harmonisation de ces transcriptions, mais aussi un manque d'objectivité qui pourrait être comblé en multipliant le nombre de transcrip-teurs.

Néanmoins, les résultats de notre étude sur la convergence peuvent être à mettre en lien avec le manque de spécificité de l'extrait de dialogue analysé. Nous avons choisi d'évaluer ce paramètre sur l'ensemble de l'échange entre l'adulte et l'enfant. Or, la recherche d'items-cible entraîne une interaction conversationnelle qui peut être non symétrique entre les interlocuteurs (discours semi-dirigé). Lors de la présentation des items non connus par l'enfant (ou lors de la présentation des items plusieurs fois présents sur le plateau), l'adulte invite souvent l'enfant de manière répétée à « poser des questions ». Cette consigne crée un système de questions-réponses stéréotypé ce qui a pour conséquence un échange non symétrique. Il pourrait être intéressant d'étudier la convergence du débit syllabique uniquement sur l'extrait constitué par la *mini-tâche 3* (discours libre) afin d'analyser un échange plus proche de la conversation réelle et de vérifier et comparer les résultats obtenus, pour les enfants malentendants et pour les enfants normo-entendants.

De plus, les analyses statistiques de notre étude permettent de calculer le coefficient de régression linéaire reliant un énoncé au précédent, autrement dit : à quel point la moyenne de F0 retrouvée dans un énoncé dépend de celle retrouvée dans l'énoncé précédent. L'utilisation d'un modèle linéaire permet une analyse plus fine de la convergence entre les interlocuteurs qu'une analyse sur la production moyenne de F0 sur la globalité des énoncés (ou phrases comme dans Fremann & Pisoni, 2017) ce qui pourrait expliquer les différences retrouvées avec les précédentes études sur la convergence. Ainsi, dans notre étude, selon ce coefficient, l'ensemble des enfants malentendants et entendants a convergé de manière similaire sur l'énoncé précédemment prononcé par l'adulte expérimentateur.

### *Alignement syntaxique*

Lors d'une interaction conversationnelle, des mécanismes d'alignement et d'affiliation se mettent en place entre les interlocuteurs (Guardiola & Bertrand, 2013). Nous n'avons pas pu étudier spécifiquement ces paramètres de convergence entre les enfants malentendants et l'adulte, mais ils pourraient être développés dans une future analyse des données récoltées au cours de cette étude.

### 4.3-Les effets de la stimulation rythmique sur les paramètres acoustiques et les capacités de convergence des enfants malentendants en situation de conversation

L'effet d'une stimulation rythmique sur les compétences d'adaptation temporelle en situation d'interaction verbale des enfants malentendants ayant été précédemment montré (Hidalgo et al., 2017), nous nous attendions à retrouver un effet de la stimulation rythmique, sur les performances de convergence des enfants malentendants, qui est une autre forme d'adaptation entre les interlocuteurs.

#### *Effets de la stimulation rythmique sur la fréquence fondamentale moyenne*

L'étude de paramètres acoustiques dont la fréquence fondamentale (F0) par Grandon et al. en 2019 montre que les enfants malentendants et les enfants normo-entendants traitent ce paramètre de manière différente en production. Dans notre étude, nous retrouvons une différence entre la fréquence fondamentale moyenne des enfants malentendants après la stimulation rythmique et la fréquence fondamentale moyenne après la stimulation tonale. Bien que la F0 soit différente de celle des enfants normo-entendants après les deux types de stimulation, on peut constater que la F0 des enfants malentendants est plus proche de celle des enfants normo-entendants ( $M = 253.69 \text{ Hz}$ ) après la stimulation rythmique ( $M = 273.93 \text{ Hz}$ ) qu'après la stimulation tonale ( $M = 289.09 \text{ Hz}$ ). Ce résultat suggère que la stimulation rythmique a permis aux enfants malentendants d'améliorer leurs capacités d'analyse spectrale de la voix de l'adulte dont la F0 est plus basse, grâce à la synchronisation rythmique sur l'échange. On peut penser aussi que les enfants malentendants ont produit des énoncés contenant moins de questions après la stimulation rythmique comparé à la stimulation tonale, ce qui pourrait diminuer les valeurs de leur fréquence fondamentale moyenne. Ce résultat reste toutefois à analyser.

#### *Effets de la stimulation rythmique sur le débit syllabique*

Suite à notre expérience, nous ne retrouvons pas de différence entre le débit syllabique des enfants malentendants après la stimulation rythmique et le débit syllabique après la stimulation tonale. Cependant nous retrouvons un effet marginal de la stimulation tonale. Ainsi, comme pour la fréquence fondamentale moyenne, le débit syllabique des enfants malentendants est plus proche de celui des enfants normo-entendants ( $M = 4.07$ ) après la stimulation rythmique ( $M = 3.87$  versus  $M = 3.32$ ). La stimulation rythmique aiderait ainsi les enfants à mieux percevoir la rythmicité de l'échange et ainsi à s'adapter au débit syllabique plus rapide de l'adulte comme le font les enfants normo-entendants.

#### *Effets de la stimulation rythmique sur la convergence sur la fréquence fondamentale moyenne*

On ne retrouve pas de différence de performances de convergence sur la fréquence fondamentale entre les enfants malentendants après stimulation rythmique et après stimulation tonale. La stimulation *rythmique* permettrait une synchronisation prosodique par l'entraînement préalable de la rythmicité.

Cependant, comme mentionné plus haut, il se peut que, bien que nos analyses sur la convergence soient fines, notre protocole soit moins sensible que celui de Nielsen (2014). Par ailleurs, notre étude est, à notre connaissance, la première à analyser les capacités de convergence chez l'enfant malentendant. Cette étude demande donc à être répliquée et cette analyse testée avec différents types de stimuli. De plus, et bien que la médiane des coefficients de régression semble plus élevée après la stimulation rythmique suggérant une taille d'effet plus importante après la stimulation rythmique, la stimulation tonale créée repose sur l'entraînement à la perception et la reproduction de hauteur tonale. L'entraînement spécifique de cette habileté pendant la stimulation préalable aurait ainsi permis aux enfants malentendants une bonne adaptation à la fréquence fondamentale de l'examineur à chaque tour pour entrer en convergence avec lui et ne permettrait pas de faire ressortir le possible effet de la stimulation rythmique.

#### *Effets de la stimulation rythmique sur la convergence sur le débit syllabique*

La prédiction temporelle des tours de parole et la sensibilité à la rythmicité des mots échangés avec un interlocuteur seraient améliorées par une stimulation rythmique préalable (Hidalgo et al., 2017). Dans notre étude, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les performances des enfants malentendants en convergence sur le débit syllabique de l'adulte après stimulation rythmique et après stimulation tonale. Le manque de différenciation pourrait être expliqué par la stimulation contrôle. Ainsi, Hidalgo et al. (2017) ont procédé à une stimulation contrôle orthophonique de type linguistique sans composante musicale. A l'inverse, dans notre étude, la stimulation tonale contrôle et la stimulation rythmique sont deux stimulations relevant de paramètres musicaux et la stimulation tonale pourrait mettre en jeu certains patterns rythmiques qui pourraient expliquer la similarité entre les performances après les deux stimulations préalables.

Les différences non significatives entre les performances des enfants malentendants après stimulation rythmique et après stimulation tonale suggèrent également que plusieurs améliorations sont possibles. Une amélioration de la stimulation rythmique proposée pourrait être par exemple, un entraînement rythmique basé sur une fréquence plus rapide que celle proposée, étant donné que la fréquence du débit syllabique est plus rapide que la fréquence d'apparition des tours de parole, pour laquelle la stimulation proposée dans notre étude a été initialement créée.

De plus, il pourrait être intéressant de mesurer l'effet de la stimulation rythmique sur d'autres paramètres d'ordre temporel comme par exemple la durée du tour de parole des enfants et de l'adulte, la durée des pauses entre les tours.

#### 4.4-Analyses qualitatives

Plusieurs données qualitatives nous ont également parues essentielles à exposer.

Tout d'abord, lors de la tâche expérimentale les enfants malentendants semblent peu s'appuyer sur le contexte pour trouver des indices pendant la recherche d'items-cibles contrairement aux normo-entendants. En 2014, Conway et al. avaient déjà entrepris de mesurer, par la répétition de phrases et des tests de vocabulaire, les capacités des enfants implantés à utiliser le contexte syntaxique, pour faciliter la reconnaissance orale de mots. Les résultats montraient que ces derniers n'utilisaient pas le contexte syntaxique mais semblaient traiter la phrase comme une suite de mots indépendants, alors que les mêmes tests chez leurs pairs normo-entendants rapportaient un effet robuste du contexte (Conway et al., 2014). Ainsi, les difficultés syntaxiques rencontrées chez les enfants malentendants pourraient relever d'une difficulté à intégrer l'information temporelle séquentielle du langage oral et être dues à des perturbations des processus de contrôle cognitifs généraux qui sont moins performants que chez les enfants entendants.

Dans leur interaction conversationnelle avec l'adulte pendant la recherche d'items-cibles, les enfants malentendants ne semblent pas non plus utiliser les mêmes stratégies lexicales que les enfants normo-entendants. Ainsi, le phénomène décrit par Holt et al. en 2017 chez des adolescents semble être le même chez les enfants malentendants plus jeunes : les enfants malentendants utilisent peu les requêtes en clarification c'est-à-dire qu'ils utilisent peu les éléments déjà fournis et les éléments en lien avec le contexte, en comparaison aux enfants normo-entendants. Ainsi, dans notre expérience, les enfants normo-entendants semblent être plus enclins à rebondir sur les propos de l'adulte et déduire plus facilement les informations pertinentes à extraire pour trouver le bon item-cible sélectionné par l'adulte. Les enfants malentendants semblent avoir besoin de plus de temps, de guidance et d'étayage de l'adulte. L'ensemble de ces phénomènes couplés à un stock lexical qui semble plus faible que celui des normo-entendants (analyse en cours de traitement) ralentissent l'échange entre l'adulte et les enfants malentendants. Ainsi, les enfants malentendants semblaient connaître un nombre moins important d'items que les enfants entendants (*voir annexe 7*) mais aussi produire moins de reprises lexicales des items-cibles. Ce constat est en accord avec les résultats de l'étude de Geers et al. en 2009 qui postule que seulement 50% des enfants testés par une épreuve de vocabulaire ont des performances en vocabulaire réceptif similaire à leurs pairs normo-entendants.

Ainsi, nous avons montré que la surdité à un effet significatif sur le temps nécessaire pour réaliser l'ensemble de la tâche. Le ralentissement de l'interaction conversationnelle avec les enfants malentendants a nécessité une adaptation de la tâche aux capacités de chaque enfant en cours de passation. Pour respecter la durée dédiée à la réalisation de la tâche de langage (30 minutes), moins d'items et moins de mini-tâches ont été proposés et l'adulte s'est montré beaucoup plus étayant.

#### 4.5-Les améliorations possibles de la tâche expérimentale

La cohorte d'enfant malentendants a été choisie selon l'âge qui constituait le critère principal. En effet, notre design expérimental visant à tester notre hypothèse principale, à savoir l'effet d'une stimulation rythmique sur les capacités conversationnelles des enfants malentendants. Etant un design *within*, autrement dit de comparaison *intra-groupe*, la différence de performance entre une stimulation et une autre suffit à expliquer l'effet de ce type de stimulation, quel que soit le niveau de surdité, le type d'appareillage ou le niveau de langage des enfants. Cependant, pour ce qui est de la comparaison avec la population contrôle d'enfants normo-entendants, le fait que le groupe d'enfants malentendants soit composé d'enfants avec deux implants cochléaires, d'enfants avec un implant cochléaire et une prothèse controlatérale, d'enfants avec deux prothèses auditives a pu engendrer l'absence de différence retrouvée entre les deux groupes. Ainsi, les niveaux de langage des enfants malentendants sont très hétérogènes (en lien avec le degré de leur surdité et donc leur appareillage ou implant auditif) et cette hétérogénéité du groupe pourrait avoir participé à la disparité des résultats obtenus au sein de la population des enfants malentendants.

Dans notre expérience, nous n'avons en outre pas pris en compte l'effet du ralentissement dû à un mauvais balayage visuel ou à une mauvaise stratégie d'exploration visuelle. On peut se questionner sur l'homogénéité du groupe d'enfants malentendants à ce niveau. Il pourrait être envisagé de poser aux enfants un test de barrage par exemple afin de vérifier leur balayage et leur stratégie d'exploration en amont de la tâche de langage afin d'éliminer tout ralentissement visuel.

#### *Matériel expérimental créé*

Afin d'évaluer la convergence entre enfants malentendants et adulte, nous avons créé un matériel permettant une interaction conversationnelle riche entre les deux interlocuteurs : la MapTask. Tout au long de l'élaboration de ce matériel, nous avons entrepris d'adapter les tâches de langage créées à l'âge des enfants constituant notre population test. De plus, nous avons été attentives dans le choix des thèmes *pirate* ou *château fort* et nous avons ainsi choisi de sélectionner un référent pouvant être commun aux enfants malentendants et aux enfants normo-entendants.

Nous avons eu la possibilité de collaborer avec une illustratrice afin de d'améliorer le matériel créé pour notre expérience. Ensemble nous avons réfléchi à un visuel plus harmonieux de la MapTask *thème château* ainsi que des cartes et personnages permettant de reconduire l'ensemble de l'expérience (voir annexe 8). La contrainte temporelle ne nous a pas permis d'effectuer de nouvelles passations avec ce matériel, mais nous espérons qu'il permettra une amélioration des objectifs de notre tâche de langage.

### *Analyses pragmatiques*

Dans notre expérience, les réponses non verbales émises par l'enfant ne sont pas prises en compte. Nous avons choisi d'enregistrer seulement la voix des enfants (nous n'avons pas fait d'enregistrement vidéo). Les mimiques, les gestuelles ne sont donc pas prises en compte ni inscrites dans les transcriptions.

L'ensemble des données de notre étude montre que les enfants malentendants semblent présenter des capacités de convergence similaire aux enfants normo-entendants ce qui laisse supposer que la tâche de type MapTask créé est un support efficace pour mesurer les capacités conversationnelles. Cependant, la réussite de la tâche en collaboration avec l'adulte n'est pas équivalente entre les enfants malentendants et les enfants normo-entendants. Cette différence suggère que les enfants malentendants pourraient être moins efficaces dans leurs stratégies de communication avec l'adulte. Il pourrait être intéressant de procéder à de nouvelles analyses pour comparer l'étendue du lexique dans les deux groupes, mais également d'investiguer l'aspect pragmatique du langage afin d'étudier la qualité et la quantité des informations fournies par les enfants, la détection des requêtes en clarification de l'interlocuteur, la pertinence des réponses à ces requêtes ainsi que l'absence de prise en compte du contexte.

## 5-Conclusion

La présente étude a permis de valider l'utilisation d'un nouvel outil pour l'évaluation des capacités conversationnelles des enfants malentendants et d'apporter des informations supplémentaires aux travaux sur la spécificité de la convergence mise en place lors d'une interaction conversationnelle. C'est en effet la première étude, à notre connaissance, à mesurer les capacités de convergence sur la fréquence fondamentale chez les enfants malentendants et la première à utiliser une tâche écologique de conversation entre un adulte et ces enfants pour mesurer ces compétences.

Ainsi, les données que nous avons récoltées ont mis en exergue des similitudes entre les enfants malentendants et les enfants normo-entendants au niveau de la convergence sur la fréquence fondamentale et sur le débit syllabique de l'interlocuteur. Malgré une surdité profonde, L'implant cochléaire semble permettre comme la prothèse conventionnelle, la mise en place des processus sous-jacents à la communication tels que la convergence syllabique et prosodique.

L'analyse conversationnelle étant un domaine en cours d'exploration, notre protocole expérimental pourrait être reconduit auprès d'une nouvelle population d'enfants malentendants plus homogène et plus importante, afin d'étayer nos connaissances sur les mécanismes de convergence présents au sein de l'interaction conversationnelle dans cette population, ainsi que sur les possibles effets bénéfiques d'une stimulation rythmique sur les compétences conversationnelles.

## 6-Bibliographie

Albert, M. L., Sparks, R. W., & Helm, N. A. (1973). Melodic Intonation Therapy for Aphasia. *Archives of Neurology*, 29(2), 130-131. <https://doi.org/10.1001/archneur.1973.00490260074018>

Audacity® software is copyright © 1999-2020 Audacity Team. Web site : <https://audacityteam.org/>. It is free software distributed under the terms of the GNU General Public License. The name Audacity® is a registered trademark of Dominic Mazzoni.

Bauer, A.-K. R., Jaeger, M., Thorne, J. D., Bendixen, A., & Debener, S. (2015). The auditory dynamic attending theory revisited : A closer look at the pitch comparison task. *Brain Research*, 1626, 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.04.032>

Bedoin, N., Besombes, A.-M., Escande, E., Dumont, A., Lalitte, P., & Tillmann, B. (2018). Boosting syntax training with temporally regular musical primes in children with cochlear implants. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(6), 365-371. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2017.03.004>

Bergmann, K., Branigan, H. P., & Kopp, S. (s. d.). *Exploring the alignment space – lexical and gestural alignment with real and virtual humans*. 18.

Blamey, P., Barry, J., Bow, C., Sarant, J., Paatsch, L., & Wales, R. (2001). The development of speech production following cochlear implantation. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 15(5), 363-382. <https://doi.org/10.1080/02699200010017823>

Boersma, Paul & Weenink, David (2020). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.1.16, retrieved 6 June 2020 from <http://www.praat.org/>

Boons, T., De Raeve, L., Langereis, M., Peeraer, L., Wouters, J., & van Wieringen, A. (2013). Narrative spoken language skills in severely hearing impaired school-aged children with cochlear implants. *Research in Developmental Disabilities*, 34(11), 3833-3846. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.07.033>

Branigan, H. P., & McLean, J. F. (2016). What children learn from adults' utterances : An ephemeral lexical boost and persistent syntactic priming in adult–child dialogue. *Journal of Memory and Language*, 91, 141-157. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.02.002>

*Brigitte Bigi and Christine Meunier (2018)*. Automatic speech segmentation of spontaneous speech. In *Revista de Estudos da Linguagem*. International Thematic Issue: Speech Segmentation. Editors: Tommaso Raso, Heliana Mello, Plinio Barbosa, vol. 26, no 4, e-ISSN 2237-2083.

Caselli, M. C., Rinaldi, P., Varuzza, C., Giuliani, A., & Burdo, S. (2012). Cochlear Implant in the Second Year of Life : Lexical and Grammatical Outcomes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(2), 382-394. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0248\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0248))

- 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. <https://doi.org/10.1037/neu0000115>
- Cason, N., & Schön, D. (2012). Rhythmic priming enhances the phonological processing of speech. *Neuropsychologia*, 50(11), 2652-2658. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.018>
- Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (s. d.). *The Chameleon Effect: The Perception-Behavior Link and Social Interaction*. 18.
- Church, A., Paatsch, L., & Toe, D. (2017). Some trouble with repair: Conversations between children with cochlear implants and hearing peers. *Discourse Studies*, 19(1), 49-68. <https://doi.org/10.1177/1461445616683592>
- Conway, C. M., Deocampo, J. A., Walk, A. M., Anaya, E. M., & Pisoni, D. B. (2014). Deaf Children With Cochlear Implants Do Not Appear to Use Sentence Context to Help Recognize Spoken Words. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(6), 2174-2190. [https://doi.org/10.1044/2014\\_JSLHR-L-13-0236](https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-L-13-0236)
- Eeckhout, P. V. (2010). *Thérapie Mélodique et Rhythmée*. 7.
- Falk, S., Volpi-Moncorger, C., & Dalla Bella, S. (2017). Auditory-Motor Rhythms and Speech Processing in French and German Listeners. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00395>
- Fenk-Oczlon, G., & Fenk, A. (2010). Parallèles entre langage et musique: perspective cognitive et évolutionnaire. *Irène Deliège et al., Musique et évolution, Liège, Mardaga*, 171-186.
- Flaugnacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Montico, M., Zoia, S., & Schön, D. (2015). Music Training Increases Phonological Awareness and Reading Skills in Developmental Dyslexia: A Randomized Control Trial. *PLOS ONE*, 10(9), e0138715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138715>
- Flexible Audio Source Separation Toolbox (FASST 2.2.2) Ozerov, A., Vincent, E., Bimbot, F., et al. (2012). A General Flexible Framework for the Handling of Prior Information in Audio Source Separation A General Flexible Framework for the Handling of Prior Information in Audio Source A General Flexible Framework for the Handling of Prior Information in Audio Source Separation. , 20, 1118–1133. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00626962v4> [Accessed June 10, 2020].
- Freeman, V., & Pisoni, D. B. (2017). Speech rate, rate-matching, and intelligibility in early-implanted cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 142(2), 1043-1054. <https://doi.org/10.1121/1.4998590>

- Garrod, S., & Anderson, A. (1987). Saying what you mean in dialogue : A study in conceptual and semantic co-ordination. *Cognition*, 27(2), 181-218. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(87\)90018-7](https://doi.org/10.1016/0010-0277(87)90018-7)
- Garrod, S., & Clark, A. (1993). The development of dialogue co-ordination skills in schoolchildren. *Language and Cognitive Processes*, 8(1), 101-126. <https://doi.org/10.1080/01690969308406950>
- Geers, A. E., Moog, J. S., Biedenstein, J., Brenner, C., & Hayes, H. (2009). Spoken Language Scores of Children Using Cochlear Implants Compared to Hearing Age-Mates at School Entry. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(3), 371-385. <https://doi.org/10.1093/deafed/enn046>
- Giles, H., Coupland, N., & Coupland, J. (1991). 1. Accommodation theory: Communication, context, and. *Contexts of accommodation: Developments in applied sociolinguistics*, 1.
- Good, A., Gordon, K. A., Papsin, B. C., Nespoli, G., Hopyan, T., Peretz, I., & Russo, F. A. (2017). Benefits of Music Training for Perception of Emotional Speech Prosody in Deaf Children With Cochlear Implants. *Ear and Hearing*, 38(4), 455-464. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000402>
- Grandon, B., Vilain, A., & Gillis, S. (2019). The effect of hearing impairment on the production of prominences : The case of French-speaking school-aged children using cochlear implants and children with normal hearing. *First Language*, 39(2), 200-219. <https://doi.org/10.1177/0142723718819191>
- Gratier, M., Devouche, E., Guellai, B., Infanti, R., Yilmaz, E., & Parlato-Oliveira, E. (2015). Early development of turn-taking in vocal interaction between mothers and infants. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01167>
- Gregory, S. W., & Hoyt, B. R. (1982). Conversation partner mutual adaptation as demonstrated by Fourier series analysis. *Journal of Psycholinguistic Research*, 11(1), 35-46. <https://doi.org/10.1007/BF01067500>
- Guardiola, M., & Bertrand, R. (2013). Interactional convergence in conversational storytelling : When reported speech is a cue of alignment and/or affiliation. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00705>
- Habib, M. G., Waltzman, S. B., Tajudeen, B., & Svirsky, M. A. (2010). Speech production intelligibility of early implanted pediatric cochlear implant users. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(8), 855-859. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.04.009>
- Hausen, M., Torppa, R., Salmela, V. R., Vainio, M., & Särkämö, T. (2013). Music and speech prosody : A common rhythm. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00566>
- Hidalgo, C., Falk, S., & Schön, D. (2017). Speak on time ! Effects of a musical rhythmic training on children with hearing loss. *Hearing Research*, 351, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2017.05.006>

- Hilbrink, E. E., Gattis, M., & Levinson, S. C. (2015). Early developmental changes in the timing of turn-taking: A longitudinal study of mother–infant interaction. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01492>
- Holt, C. M., Yuen, I., & Demuth, K. (2017). Discourse Strategies and the Production of Prosody by Prelingually Deaf Adolescent Cochlear Implant Users: *Ear and Hearing*, 38(2), e101-e108. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000362>
- Intartaglia, B., White-Schwoch, T., Kraus, N., & Schön, D. (2017). Music training enhances the automatic neural processing of foreign speech sounds. *Scientific Reports*, 7(1), 12631. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12575-1>
- Jones, M. R., & Boltz, M. (1989). Dynamic attending and responses to time. *Psychological review*, 96(3), 459.
- Jones, M. R., Moynihan, H., MacKenzie, N., & Puente, J. (2002). Temporal aspects of stimulus-driven attending in dynamic arrays. *Psychological science*, 13(4), 313-319
- Keitel, A., & Daum, M. M. (2015). The use of intonation for turn anticipation in observed conversations without visual signals as source of information. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00108>
- Kim, I., Yang, E., Donnelly, P. J., & Limb, C. J. (2010). Preservation of Rhythmic Clocking in Cochlear Implant Users : A Study of Isochronous Versus Anisochronous Beat Detection. *Trends in Amplification*, 14(3), 164-169. <https://doi.org/10.1177/1084713810387937>
- Kral, A., & Sharma, A. (2012). Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends in Neurosciences*, 35(2), 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2011.09.004>
- Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 599-605. <https://doi.org/10.1038/nrn2882>
- Krivokapic, J. (2012). Prosodic planning in speech production. *Speech planning and dynamics*, 157-190.
- Laakso, M., & Soininen, M. (2010). Mother-initiated repair sequences in interactions of 3-year-old children. *First Language*, 30(3-4), 329-353. <https://doi.org/10.1177/0142723710370534>
- Lété, B., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2004). Manulex: A grade-level lexical database from French elementary-school readers. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 156-166.

- Magne, C., Schön, D., & Besson, M. (2006). Musician Children Detect Pitch Violations in Both Music and Language Better than Nonmusician Children : Behavioral and Electrophysiological Approaches. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(2), 199-211. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.2.199>
- Magyari, L., & de Ruiter, J. P. (2012). *Frontiers in Psychology*, *3*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00376>
- Manson, J. H., Bryant, G. A., Gervais, M. M., & Kline, M. A. (2013). Convergence of speech rate in conversation predicts cooperation. *Evolution and Human Behavior*, *34*(6), 419-426. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2013.08.001>
- Most, T., Shina-August, E., & Meilijson, S. (2010). Pragmatic Abilities of Children With Hearing Loss Using Cochlear Implants or Hearing Aids Compared to Hearing Children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *15*(4), 422-437. <https://doi.org/10.1093/deafed/enq032>
- Mukherjee, S., D'Ausilio, A., Nguyen, N., Fadiga, L., & Badino, L. (2017). The Relationship Between F0 Synchrony and Speech Convergence in Dyadic Interaction. *Interspeech 2017*, 2341-2345. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2017-795>
- Nakata, T., Trehub, S. E., & Kanda, Y. (2012). Effect of cochlear implants on children's perception and production of speech prosody. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *131*(2), 1307-1314. <https://doi.org/10.1121/1.3672697>
- Natale, M. (1975). Social Desirability as Related to Convergence of Temporal Speech Patterns. *Perceptual and Motor Skills*, *40*(3), 827-830. <https://doi.org/10.2466/pms.1975.40.3.827>
- Newport, E. L., Gleitman, H., Gleitman, L. I. L. A., Snow, C. E., & Ferguson, C. A. (1977). Talking to children: language input and acquisition.
- Nielsen, K. (2014). Phonetic Imitation by Young Children and Its Developmental Changes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *57*(6), 2065-2075. [https://doi.org/10.1044/2014\\_JSLHR-S-13-0093](https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-S-13-0093)
- Ninio, A., & Catherine, E. Snow. 1996. *Pragmatic development*.
- Ninio, A., & Snow, C. (1999). The development of pragmatics: Learning to use language appropriately. *Handbook of child language acquisition*, 347-383
- Overy, K. (2000). Dyslexia, Temporal Processing and Music : The Potential of Music as an Early Learning Aid for Dyslexic Children. *Psychology of Music*, *28*(2), 218-229. <https://doi.org/10.1177/0305735600282010>

- Overy, K., Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Clarke, E. F. (2003). Dyslexia and music : Measuring musical timing skills. *Dyslexia*, 9(1), 18-36. <https://doi.org/10.1002/dys.233>
- Parbery-Clark, A., Tierney, A., Strait, D. L., & Kraus, N. (2012). Musicians have fine-tuned neural distinction of speech syllables. *Neuroscience*, 219, 111-119. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.05.042>
- Pardo, J. S. (2006). On phonetic convergence during conversational interaction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119(4), 2382-2393. <https://doi.org/10.1121/1.2178720>
- Patel, A. D. (2012). The OPERA hypothesis : Assumptions and clarifications: Patel. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 124-128. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06426.x>
- Patel, A. D. (2014). Can nonlinguistic musical training change the way the brain processes speech? The expanded OPERA hypothesis. *Hearing Research*, 308, 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.08.011>
- Peretz, I., Champod, A. S., & Hyde, K. (2003). Varieties of musical disorders: the Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 58-75.
- Phillips-Silver, J., Toiviainen, P., Gosselin, N., Turgeon, C., Lepore, F., & Peretz, I. (2015). Cochlear implant users move in time to the beat of drum music. *Hearing Research*, 321, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2014.12.007>
- Pickering, M. J., & Garrod, S. (2004). Toward a mechanistic psychology of dialogue. *Behavioral and Brain Sciences*, 27(02). <https://doi.org/10.1017/S0140525X04000056>
- Pisoni, D. B., Kronenberger, W. G., Roman, A. S., & Geers, A. E. (2011). Measures of Digit Span and Verbal Rehearsal Speed in Deaf Children After More Than 10 Years of Cochlear Implantation: *Ear and Hearing*, 32, 60S-74S. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181ffd58e>
- Przybylski, L., Bedoin, N., Krifi-Papoz, S., Herbillon, V., Roch, D., Léculier, L., Kotz, S. A., & Tillmann, B. (2013). Rhythmic auditory stimulation influences syntactic processing in children with developmental language disorders. *Neuropsychology*, 27(1), 121-131. <https://doi.org/10.1037/a0031277>
- Reifinger, J. L. (2018). Music Education to Train Hearing Abilities in Children with Cochlear Implants. *Music Educators Journal*, 105(2), 57-63. <https://doi.org/10.1177/0027432118809404>
- Renfrew, C. (1997). *Bus Story Test*. Bicester.
- Richards, B. J. (1994). Child-directed speech and influences on language acquisition: Methodology and interpretation. *Input and interaction in language acquisition*, 74-106.

- Rocca, C. (2015). Developing the musical brain to boost early pre-verbal, communication and listening skills : The implications for musicality development pre- and post-cochlear implantation. It is not just about Nursery Rhymes! *Cochlear Implants International*, 16(sup3), S32-S38. <https://doi.org/10.1179/1467010015Z.000000000277>
- Rochette, F., Moussard, A., & Bigand, E. (2014). Music Lessons Improve Auditory Perceptual and Cognitive Performance in Deaf Children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00488>
- Salas-Provance, M. B., Spencer, L., Nicholas, J. G., & Tobey, E. (2014). Emergence of speech sounds between 7 and 24 months of cochlear implant use. *Cochlear Implants International*, 15(4), 222-229. <https://doi.org/10.1179/1754762813Y.00000000046>
- Schauwers, K., Gillis, S., & Govaerts, P. J. (2008). The Characteristics of Prelexical Babbling After Cochlear Implantation Between 5 and 20 Months of Age: *Ear and Hearing*, 29(4), 627-637. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e318174f03c>
- Schon, D., & Morillon, B. (2018). Music and Language. In *The Oxford Handbook of Music and the Brain*.
- Schön, D., & Tillmann, B. (2015). Short- and long-term rhythmic interventions : Perspectives for language rehabilitation: Rhythmic interventions for language rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 32-39. <https://doi.org/10.1111/nyas.12635>
- Slater, J., & Kraus, N. (2016). The role of rhythm in perceiving speech in noise : A comparison of percussionists, vocalists and non-musicians. *Cognitive Processing*, 17(1), 79-87. <https://doi.org/10.1007/s10339-015-0740-7>
- Stahl, B., Kotz, S. A., Henseler, I., Turner, R., & Geyer, S. (2011). Rhythm in disguise : Why singing may not hold the key to recovery from aphasia. *Brain*, 134(10), 3083-3093. <https://doi.org/10.1093/brain/awr240>
- Street, R. L., & Cappella, J. N. (1989). Social and linguistic factors influencing adaptation in children's speech. *Journal of Psycholinguistic Research*, 18(5), 497-519. <https://doi.org/10.1007/BF01067313>
- Toe, D. M., & Paatsch, L. E. (2013). The conversational skills of school-aged children with cochlear implants. *Cochlear Implants International*, 14(2), 67-79. <https://doi.org/10.1179/1754762812Y.00000000002>
- Torppa, R., Faulkner, A., Huotilainen, M., Järvikivi, J., Lipsanen, J., Laasonen, M., & Vainio, M. (2014). The perception of prosody and associated auditory cues in early-implanted children : The role of auditory working memory and musical activities. *International Journal of Audiology*, 53(3), 182-191. <https://doi.org/10.3109/14992027.2013.872302>

Tucker, A. W. (1950). A two-person dilemma. *Prisoner's Dilemma*.

Van Eeckhout, P., Backchine, S., Chomel De Varagnes, S., Francois, C., Belin, P., & Samson, Y. (1995). La thérapie mélodique et rythmée. *Rééduc. Orthophonique*, 33, 379-399.

van Wieringen, A., & Wouters, J. (2015). What can we expect of normally-developing children implanted at a young age with respect to their auditory, linguistic and cognitive skills? *Hearing Research*, 322, 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2014.09.002>

Wilson, M., & Wilson, T. P. (2005). An oscillator model of the timing of turn-taking. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(6), 957-968. <https://doi.org/10.3758/BF03206432>

Wong, P. C. M., Skoe, E., Russo, N. M., Dees, T., & Kraus, N. (2007). Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns. *Nature Neuroscience*, 10(4), 420-422. <https://doi.org/10.1038/nn1872>

## 7-Annexes

### Annexe 1 : Tableau des données démographiques

#### Enfants normo-entendants (NE) :

Enfant NE	Age (en mois)	Sexe
1	76	F
2	108	F
3	89	M
4	68	F
5	86	M
6	85	M
7	85	F
8	82	M
9	110	M
10	111	F
11	86	M
12	75	F
13	73	M
14	86	F

## Enfants malentendants (ME) :

Enfants	Age (en mois) première passation	Age (en mois) deuxième passation	Type de surdité	Type d'appareillage	Age d'appareillage	Durée d'utilisation de l'appareillage (en mois)	Perte auditive moyenne	Scolarisation	Origine de la surdité
Q - E	103	107	Profonde Bilatérale	2 IC	IC OD: 32 mois IC OG : 84 mois	71 19	OD : 23,75dB OG : 28,75 dB	Ordinaire + AVS	Inconnue
A - S	84	87	Moyenne � Sévère, Bilatérale	1 IC	IC OD : 79 mois	5	CL : 28,75 dB OD : 32,5 dB	Ordinaire + AVS	Génétique
D - L	76	79	Moyenne Bilatérale	2 PC	Appareillage : 16 mois	60	OD : 60 dB OG : 58 dB CL : 27,5 dB	Ordinaire + SSEFS	Génétique
M - V	73	76	Inconnue	2 IC	IC OD : 28 mois IC OG : 37 mois	45 36	OD : 31,25 dB OG : 25 dB CL : 32,5 dB	Ordinaire + AVS	Congénitale
Z - C	59	62	Moyenne, Bilatérale	2 PC	Appareillage : 39 mois	20	OD : 37,5 dB OG : 27,5 dB CL : 25 dB	Ordinaire	Inconnue
J - W	72	76	Sévère, Bilatérale	2 PC	Appareillage : 8 mois	64	OD : 22,5 dB OG : 20 dB CL : 28,75 dB	Ordinaire + SSEFS + AVS	Congénitale
H - N	86	89	Profonde, Bilatérale	1 IC 2 IC	IC OD : 20 mois IC OG : 36 mois	66 50	OD : 26,25 dB OG : 30 dB	ULIS TFA	Génétique
P - G	62	65	Profonde, Bilatérale	1 IC + 1 PC	IC OG : 19 mois	43	OD : non fiable OG : 26,25 dB	Ordinaire	Génétique
T - F	62	65	Sévère, Bilatérale	PC	Appareillage : 5 mois	57	OD : 35dB OG : 32,5 dB CL : 33,75 dB	Ordinaire	Génétique

*IC* = Implant Cochléaire ; *PC* = Prothèse Conventionnelle

*OD* = Oreille Droite ; *OG* = Oreille Gauche

*CL* = Champ-Libre

*AVS* = Auxiliaire de Vie Scolaire

*SSEFS* = Service de Soutien à l'Education Familiale et à la Scolarité

*ULIS* = Unités Localis es pour l'Inclusion Scolaire

*TFA* = Trouble de la Fonction Auditive



## Annexe 3 : Détails des éléments constitutifs de la MapTask

### *Introduction des thèmes*

*Exemple d'introduction thème pirate* : « Alors comme tu vois, on est sur l'île des pirates. Je vais te donner un petit personnage et un bateau. Alors on est sur une île et il va falloir qu'on trouve le trésor de l'île. Il est caché quelque part, et donc pour le trouver il va falloir qu'on se déplace un peu sur la carte et qu'on trouve plein d'endroits. A chaque endroit qu'on trouvera, tu vas gagner une petite pièce, et à la fin, quand on aura toutes les pièces, tu pourras trouver le trésor. »

*Exemple d'introduction thème château fort* : « On est dans un château fort et il y a un dragon qu'il va falloir combattre. Ta petite fille/ton petit garçon a un arc et des flèches pour pouvoir combattre le dragon, mais son arc et ses flèches ne sont pas assez forts pour le combattre. Il va donc falloir qu'il/elle trouve un arc magique pour battre le dragon. Il est caché quelque part dans le château et il va falloir qu'on le trouve. Je vais pouvoir t'aider à le trouver en te donnant des petits indices. Mais pour que je te donne les indices, il va falloir que tu trouves des lieux dans le château. A chaque lieu que tu trouveras, je te donnerai un indice et tous les indices te permettront à la fin du jeu de retrouver l'arc magique. »

### *Exemples d'échanges enfant-adulte*

*Exemple d'un échange avec un enfant NE* :

- Adulte : « Quelle question tu pourrais me poser pour euh trouver la bonne fée ? »
- Enfant : « Est ce qu'elle a un chapeau vert ? »
- Adulte : « Ah je t'ai dit j'ai pas d'indice sur les couleurs »
- Enfant : « Est ce qu'elle est près d'un ordinateur sur l'eau ? »
- Adulte : « Très bonne question ! Oui, elle est près d'un ordinateur »

*Exemple d'un échange avec un enfant ME* :

- Adulte : « Quelle question tu peux me poser pour trouver la bonne ? »
- Enfant : « Je crois c'est la bleue »
- Adulte : « Non c'est pas la bleue »
- Enfant : « Je crois c'est le jaune rouge ? C'est la verte ? »
- Adulte : « C'est pas la rouge, oui c'est la verte très bien ! »

### *Système de récompense*

*Exemple de présentation du système de récompense :* « Chaque fois que tu trouveras un endroit, je te donnerai une petite pièce. On va les mettre sur la carte au fur et à mesure et à la fin quand on aura toutes les pièces. on ira chercher le trésor. »

*Exemple d'obtention de la première pièce :* « Bravo tu as trouvé ! Tu gagnes ton premier indice, je te donne ta première pièce ! »

*Exemple de présentation du système de récompense :* « Chaque fois que tu trouveras un endroit, je te donnerai un morceau de puzzle. On regardera tous les morceaux à la fin, ça va faire un puzzle qui nous dira où aller chercher l'arc magique. »

*Exemple d'obtention du premier morceau de puzzle :* « Bravo tu as trouvé ! Donc tu gagnes un premier indice ! Je te le mets là et à la fin on fera le puzzle ensemble. »

*Exemple de fin :* « Maintenant que tu as tous les indices, on va refaire le puzzle ensemble pour trouver l'arc magique comme ça on pourra battre le dragon. »

### *Fréquences des items sélectionnés*

#### Thème château-fort :

<b>Ordre de présentation</b>	<b>Items</b>	<b>Nombre de choix possibles</b>	<b>Fréquence lexicale CP</b>	<b>Fréquence lexicale CE1</b>	<b>Commentaires</b>
1	Fontaine	2	12,36	27,63	Les deux objets représentés sur la carte ayant des caractéristiques visuelles très différentes, l'exploitation des différences par l'enfant est facile pour comprendre le fonctionnement de la tâche.
2	Chaudron	4	0,42	23,89	Les différences se situent au niveau des couleurs et de la taille, ainsi que de la présence/absence de feu. Ce deuxième item, un peu plus complexe que le premier permet de

					confirmer la compréhension du fonctionnement de la tâche par l'enfant.
3	Merman	2	NC	NC	Ce mot anglais est absent du vocabulaire des enfants. Cet item permet de tester leur réaction face à un mot inconnu (ex : requête en clarification, reprise lexicale, ...), de voir leur adaptation et les stratégies lexicales qu'ils mettent en place.
4	Trompette	3	78,85	49,20	Les différences se situent au niveau de la couleur et de la présence/absence de manche (discrimination plus fine). En fonction du niveau langagier de l'enfant, se présentent deux possibilités d'exploitation de cet item : soit la toponymie (si l'enfant a de bonnes capacités langagières), soit les couleurs.
5	Fée	3	118,94	178,12	Les différences se situent au niveau de la couleur et de la position sur la carte. En fonction du niveau langagier de l'enfant, se présentent deux possibilités d'exploitation de cet item : soit la toponymie (si l'enfant a de bonne capacités langagières), soit les couleurs.
6	Trusk	14	NC	NC	Cet item est un non-mot. Il est donc absent du répertoire lexical des enfants. Dans notre tâche, Trusk fait référence à un personnage. Cet item permet de tester leur réaction face à un mot inconnu (ex: requête en clarification, reprise lexicale, ...), de voir leur adaptation et les stratégies lexicales qu'ils mettent en place.

					Le non-mot Trusk arrive aux 2/3 de la tâche quand l'enfant a vraiment pu s'approprier la méthodologie employée au sein du jeu.
7	Animal	4	700,06	1029,76	Le mot est généralement connu des enfants. En fonction du niveau langagier de l'enfant, différentes possibilités d'exploitation de l'item sont possibles.
8	Quelque chose où on peut s'asseoir	4	NC	NC	Après avoir décodé le sens de la phrase, l'enfant doit déduire quel est l'objet dont on parle. Cet item fait appel aux capacités de déduction et d'abstraction de l'enfant et offre de multiples possibilités pour construire l'échange.
9	Objet anachronique	4	0	0,34	Le mot et le concept d'anachronisme sont généralement inconnus par l'enfant. Cela lui permet d'émettre des hypothèses en posant des questions, afin de comprendre le concept. Le but recherché par cet item est de susciter de nombreux échanges pour que l'enfant puisse trouver l'objet auquel il fait référence.

NC = non communiqué

Thème pirate :

Présentation de l'item	Items	Nombre de choix possibles	Fréquence lexicale manulex CP	Fréquence lexicale manulex CE1	Commentaires
1	Rivière	2	471,25	268,54	Les deux lieux représentés sur la carte sont facilement identifiables par l'enfant. Les différences de taille et forme sont facilement identifiables par l'enfant, ce qui permet à l'enfant de comprendre le fonctionnement de la tâche.
2	Lac	2	107,33	68,71	La différence se situe au niveau de la taille. Ce deuxième item, un peu plus complexe que le premier permet de confirmer la compréhension du fonctionnement de la tâche par l'enfant.
3	Oiseau	3	840,92	1002,26	Les différences se situent au niveau de la taille et des couleurs. Il y a trois types d'oiseaux différents : parmi eux, deux oiseaux sont identiques, seule leur taille change. En fonction du niveau langagier de l'enfant, se présentent plusieurs possibilités d'exploitation de cet item : soit la toponymie (si l'enfant a de bonnes capacités langagières), soit les couleurs.
4	Trusk	14	NC	NC	Cet item est un non-mot. Il est donc absent du répertoire lexical des enfants. Dans notre tâche, Trusk fait référence à un animal. Cet item permet de tester leur réaction face à un mot inconnu (ex : requête en clarification, reprise lexicale,

					<p>...), de voir leur adaptation et les stratégies lexicales qu'ils mettent en place.</p> <p>Le non-mot Trusk arrive quand l'enfant a pu commencer s'approprier la méthodologie employée au sein du jeu.</p>
5	Epave	4	0	0	<p>Le mot « épave » est généralement absent du répertoire lexical des enfants.</p> <p>Cet item permet de tester leur réaction face à un mot inconnu (ex: requête en clarification, reprise lexicale, ...), de voir leur adaptation et les stratégies lexicales qu'ils mettent en place.</p>
6	Ancre	1	0,50	0,36	<p>Le mot « ancre » est généralement absent du répertoire lexical des enfants de cette tranche d'âge.</p> <p>Il ne correspond qu'à un seul objet sur la carte, mais la difficulté réside dans la compréhension du terme.</p> <p>Il est très souvent confondu avec le gouvernail.</p>
7	Tête de mort	5	NC	NC	<p>Les différences se situent au niveau de la taille et de la position sur la carte.</p> <p>4 objets sont facilement identifiables par l'enfant. Hors, l'item sélectionné est celui qui est représenté sur le « bateau-pion » de l'enfant et est généralement absent de la recherche de l'enfant en première intention, ce qui permet d'instaurer un dialogue plus riche.</p>
8	Objet en bois	4	NC	NC	<p>Après avoir décodé le sens de la phrase, l'enfant doit déduire de quel type d'objet</p>

					<p>on parle en émettant des hypothèses tout en posant des questions. Cet item fait appel aux capacités de déduction et d'abstraction de l'enfant (il doit ainsi isoler la matière composite des items présentés).</p> <p>Le but recherché par cet item est de susciter de nombreux échanges pour que l'enfant puisse trouver l'objet auquel il fait référence.</p>
9	Arme	4	6,99	22,50	<p>Les différences se situent au niveau de la nature des armes. Cet item fait donc appel au vocabulaire maîtrisé par l'enfant.</p> <p>Il y a trois types d'armes différents : parmi elles, deux sont identiques, seule leur orientation change.</p>

NC = non communiqué

La base de données utilisée pour la fréquence des mots est *Manulex*. La *fréquence lexicale* correspond à la fréquence d'usage du mot pour 1 million de mots.

L'âge moyen des enfants malentendants est 6,4 ans ce qui correspond à un niveau scolaire de CP. L'âge moyen des enfants normo-entendants est 7,3 ans ce qui correspondant à un niveau de CE1.

### *Mini jeux*

*Consigne mini-jeu 1 version pirate* : « Pour faire partir le Capitaine Crochet, tu vas devoir faire une petite épreuve. Alors comme tu vois tu as une photo de l'ours de l'île. Moi j'en ai plusieurs dans mes mains. Je vais te poser des questions pour retrouver celle que tu as. Il faut que tu caches l'image que tu as dans les mains pour pas que je la voie ».

*Consigne mini-jeu 1 version château fort* : « Pour faire partir le dragon, tu vas devoir faire une petite épreuve. Alors comme tu vois tu as une photo d'une petite souris. Moi j'en ai plusieurs dans mes mains. Je vais te poser des questions pour retrouver celle que tu as. Il faut que tu caches l'image que tu as dans les mains pour pas que je la voie »

*Consigne mini-jeu 2 version pirate* : « Pour faire partir le Capitaine Crochet, je te donne trois images, il faut que tu les remettes dans l'ordre et que tu me racontes l'histoire »

*Consigne mini-jeu 2 version château fort* : « Pour faire partir le dragon, je te donne trois images, il faut que tu les remettes dans l'ordre et que tu me racontes l'histoire »

*Consigne mini-jeu 3 version pirate* : « Pour faire partir le Capitaine Crochet, il faut que tu me racontes ton film ou ton dessin animé préféré »

*Consigne mini-jeu 3 version château fort* : « Pour faire partir le dragon, il faut que tu me racontes ce que tu vas faire/as fait pendant les vacances »

*Consigne mini-jeu 4 version pirate* : « Pour faire partir le Capitaine Crochet, il faut qu'on trouve le plus de différences possibles entre ces deux images »

*Consigne mini-jeu 4 version château fort* : « Pour faire partir le dragon, il faut qu'on trouve le plus de différences possibles entre ces deux images »

## Stimulation rythmique :

### **Exercice 1 : introduction**

L'enfant et l'orthophoniste prennent chacun une paire de claves.

1-« *Allez on marche* » L'enfant marche et on marche à côté en s'adaptant à lui.

2-On continue de marcher à son rythme en tapant plus fort des pieds. « *on tape fort des pieds* »

3-L'orthophoniste prend les claves et tape le rythme de la marche de l'enfant « *je tape sur les claves comme tu marches* »

4-L'enfant prend ses claves et tape sur ses claves au rythme de la marche de l'orthophoniste « *toi tu tapes pareil que moi je marche maintenant* ». L'orthophoniste commence à taper en même temps que l'enfant puis s'estompe.

Puis 3 et 4 en alternance : « *à moi* » « *à toi* »

5-L'orthophoniste tape sur les claves en étant statique et l'enfant se déplace au rythme des claves de l'orthophoniste. Rythme régulier mais changement de tempo (accélération, ralentissement).

« *Maintenant on s'arrête et je vais taper sur mes claves. Toi tu marches comme moi je tape : si je tape lentement tu marches lentement, si je tape vite tu marches vite* »

### **Exercice 2 : le chef d'orchestre**

L'orthophoniste et l'enfant prennent chacun un tambourin.

1-L'orthophoniste fait un rythme avec son tambourin, l'enfant reproduit ce rythme son tambourin. « *Je vais taper un rythme et toi tu vas taper le même sur ton tambourin* »

3-L'enfant tape un rythme avec son tambourin, l'orthophoniste reproduit ce rythme sur son tambourin. « *Maintenant c'est toi le chef ! Tu fais un rythme sur ton tambourin et moi je dois refaire le même !* »

Les étapes 1 et 2 sont faites en alternance.

3-Sur un enregistrement audio, l'orthophoniste et l'enfant écoute des rythmes et reproduisent les mêmes avec leur tambourin lors des pauses « *On écoute le rythme et on va refaire la même chose sur le tambourin tous les deux* »

### **Exercice 3 : Dalcroze meter**

L'orthophoniste et l'enfant se déplacent ensemble en fonction du rythme de la musique. 4 phases d'accélération. Faire deux fois.

1. On marche côte à côte tranquillement en suivant le rythme (noire).
2. L'orthophoniste prend le bras de l'enfant et sur le 1er temps de la pulsation, on pousse à droite ou à gauche en suivant le rythme (triolet) ⇒ 1 grand pas, 2 petits pas.
3. L'orthophoniste prend une main de l'enfant et on avance sur le 1er temps en levant le bras puis on recule sur le 3ème temps en baissant le bras en suivant le rythme (2 croches).
4. L'orthophoniste prend les 2 mains de l'enfant que l'on croise et on tourne en suivant le rythme (4 doubles).

### **Exercice 4 : La leçon de musique**

Avec des claves. L'enfant écoute une première fois

1. L'orthophoniste chante les paroles et on frappe ensemble les 2 croches noires de la fin de mesure sur les claves pour que l'enfant se repère.
2. L'orthophoniste chante les paroles, commence à frapper avec l'enfant puis s'estompe pour le laisser frapper seul sur les claves

NB : l'enfant n'est pas obligé du tout de chanter, c'est comme il le sent

### **Exercice 5 : Tokoto**

1. Face à face, on fait en imitation une séquence de tokoto (les mains qui frappent les joues en alternance) pam (les 2 mains sur les cuisses) tokoto pam tokoto pam tokoto pam (rythme : triolet/noire)
2. Un fait tokoto l'autre fait pam et on inverse (on se répond)

## Exercice 6 : Poumpoum tchak tikitiki (beat box)

1.Face à face on fait en imitation une séquence de *poumpoum* (sur la poitrine à gauche) tchak (frappé dans les mains)

Puis : *poumpoum tchak poumpoum tchak tiki poumpoum tchak poumpoum tchak tiki* (les 2 doigts au-dessus de la tête en arc de cercle)

2.On fait une interjection chacun à tour de rôle. 1/ *poum poum* 2/ *tchak* 1/ *poumpoum* 2/ *tchak* 1/ *tiki* 2/ *poumpoum* = les rôles s'inversent. On se répond.

## Stimulation tonale :

### **Exercice 1 : Balles**

La balle sert à marquer la hauteur du son. Si le son est aigu, la balle doit se diriger vers le haut, si le son est grave, elle doit se diriger vers le bas.

#### **1- Notes isolées :**

1. L'orthophoniste produit un son aigu ou grave. Ensembles avec l'enfant, ils positionnent la balle vers le haut ou le bas en fonction de la hauteur du son chanté par l'orthophoniste. Puis, l'orthophoniste s'estompe et laisse l'enfant positionner la balle seul vers le haut ou vers le bas en fonction du son.

2. Si l'enfant le souhaite, il produit des sons et l'orthophoniste positionne sa balle en fonction de la hauteur du son.

1. et 2. Peuvent être faits en alternance

3. Écoute de sons à partir d'un enregistrement audio et positionnement de la balle en fonction de la hauteur des sons. Pour chaque son, on écoute la note et on dit si on la trouve plutôt grave ou aiguë, puis on fait le geste.

#### **2- Sirènes :**

1. L'orthophoniste produit une sirène de l'aigu vers le grave (sirène montante) ou du grave vers l'aigu (sirène descendante). Ensembles avec l'enfant, ils font un mouvement du bas vers le haut si la sirène est montante et un mouvement du haut vers le bas si la sirène est descendante. Puis, l'orthophoniste s'estompe et laisse l'enfant faire le mouvement adéquat seul avec sa balle.

2. Si l'enfant le souhaite, il produit des sirènes et l'orthophoniste positionne sa balle en fonction de la sirène produite par l'enfant.

1. et 2. Peuvent être faits en alternance

3. Enregistrement audio : écoute de sirènes et mouvements de la balle en fonction de la direction de la sirène. Pour chaque sirène, on écoute et on dit si on la trouve plutôt montante ou descendante, puis on fait le geste.

## **Exercice 2 : Frère Jacques**

1. Chanter la comptine « Frère Jacques » à deux. On s'arrête après les deux premières phrases.
2. Déplacer la balle sur le corps de manière verticale en suivant le contour de la mélodie/la hauteur des notes (grave = bas / aigu = haut)

## **Exercice 3 : Xylophone**

1. L'enfant se saisit du xylophone. Le xylophone comprend seulement trois notes : do, mi et sol. L'enfant comprend que les trois notes sont trois hauteurs de sons distincts : un plutôt grave, un médium et un aigu.
2. L'orthophoniste produit de petites mélodies avec 3 notes (puis plus) et l'enfant les reproduit avec aide visuelle.
3. L'orthophoniste produit de petites mélodies avec 3 notes (puis plus) et l'enfant les reproduit sans aide visuelle.

Dans un premier temps, les mélodies sont essentiellement ascendantes pour enlever une difficulté à l'exercice, puis les 3 notes peuvent être mélangées pour créer des mouvements plus anarchiques.

## **Exercices 4 : Pareil / Pas Pareil**

Ecoute de deux contours mélodiques sur un enregistrement audio. Soit les deux sont identiques, soit ils sont différents.

L'enfant doit dire s'ils sont « pareils » ou « pas pareils ». Pour cela, il appuie sur une sonnette si les deux séquences sont identiques, il n'appuie pas si elles sont différentes.

Plusieurs niveaux de difficultés croissants.

Annexe 5 : Tableau de contrebalancement des stimulations et des MapTask chez les enfants malentendants

Enfants	Sessions	Stimulation rythmique	Stimulation tonale	MapTask thème pirate	MapTask thème chateau
Enfant Q - E	Session 1		X	X	
	Session 2	X			X
Enfant A - S	Session 1		X	X	
	Session 2	X			X
Enfant D - L	Session 1	X		X	
	Session 2		X		X
Enfant M - V	Session 1		X	X	
	Session 2	X			X
Enfant Z - C	Session 1		X		X
	Session 2	X		X	
Enfant J - W	Session 1	X			X
	Session 2		X	X	
Enfant H - N	Session 1		X		X
	Session 2	X		X	
Enfant P - G	Session 1	X			X
	Session 2		X	X	
Enfant T - F	Session 1	X		X	
	Session 2		X		X

## Annexe 6 : Description de la procédure de traitement des dialogues avec SPPAS

1. Ouvrir le logiciel SPPAS et ajouter le fichier son (exemple : *4CH001I\_a.wav*), les fichiers de transcription correspondant s'ouvrent automatiquement
2. Sélectionner les fichiers *.wav* et *.txt* → Fill in IPU → Perform Annotations

Le logiciel crée un fichier *.xra*

3. Sélectionner les fichiers *.txt* et *.xra* → Text Normalization → Perform Annotations

Le logiciel crée un fichier *-merge.xra* et un fichier *\_token.xra*

4. Sélectionner le fichier *-token.xra* → Phonetization → Perform Annotations

Le logiciel crée un fichier *-phon.xra*

5. Sélectionner les fichiers *-phon.xra*, *-token.xra* et *.wav* → Alignment → Perform Annotations

Le logiciel crée un fichier *-palign.xra*

6. Sélectionner le fichier *-palign.xra* → Syllabification → Perform Annotations

Le logiciel crée un fichier *-syll.xra*

7. Sélectionner le fichier *-token.xra* → Activity → Perform Annotations

Le logiciel crée un fichier *-activity.xra*

8. Sélectionner le fichier *-merge.xra* → Export → TextGrid

Le logiciel crée un fichier *-merge.TextGrid*

## Annexe 7 : Tableaux récapitulatifs des connaissances des items par enfant

### •MapTask château : enfants malentendants (ME)

ME château	E	S	L	V	Z	J	H	P	F	Nombre de connaissance / nombre de présentations
fontaine	x	o	x	x	x	x	x	o	x	<b>6/9</b>
chaudron	x	o	x	o	x	x	o	x	o	<b>5/9</b>
merman	o	o	o	o	o	o	o	o	o	<b>0/9</b>
trompette	x	x	x	x	x	x	x	x	x	<b>9/9</b>
fée	x	x	x	x	x	o	x	x	x	<b>8/9</b>
trusk	o	o	o	o	o	<i>NP</i>	o	o	o	<b>0/8</b>
animal	<i>NP</i>	x	x	x	x	<i>NP</i>	x	x	<i>NP</i>	<b>6/6</b>
objet sur lequel on peut s'asseoir	<i>NP</i>	x	x	x	<i>NP</i>	<i>NP</i>	x	x	x	<b>6/6</b>
objet anachronique	<i>NP</i>	o	<i>NP</i>	o	<i>NP</i>	<i>NP</i>	<i>NP</i>	<i>NP</i>	<i>NP</i>	<b>0/2</b>

### •MapTask pirate : enfants malentendants (ME)

ME pirate	Q	A	D	M	C	W	N	G	T	Nombre de connaissance / nombre de présentations
rivière	<i>NP</i>	o	x	x	x	o	x	x	x	<b>6/9</b>
lac	x	o	x	o	x	o	x	o	o	<b>4/9</b>
oiseau	x	x	x	x	x	x	x	x	x	<b>9/9</b>
trusk	o	o	o	o	o	o	o	o	o	<b>0/9</b>
épave	o	o	o	o	o	x	x	o	o	<b>2/9</b>

ancre	<i>NP</i>	o	o	o	o	o	o	x	o	<b>1/8</b>
tête de mort	<i>NP</i>	<i>NP</i>	x	o	o	<i>NP</i>	x	x	x	<b>4/6</b>
objet en bois	x	o	x	o	x	<i>NP</i>	x	x	<i>NP</i>	<b>5/7</b>
arme	<i>NP</i>	<i>NP</i>	<i>NP</i>	o	<i>NP</i>	<i>NP</i>	<i>NP</i>	x	<i>NP</i>	<b>1/2</b>

•MapTask château : enfants normo-entendants (NE)

NE château	1	3	6	7	12	13	14	Nombre de connaissance / nombre de présentations
fontaine	x	x	x	x	x	o	x	<b>6/7</b>
chaudron	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
merman	o	o	o	o	o	o	o	<b>0/7</b>
trompette	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
fée	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
trusk	o	o	o	o	o	o	o	<b>0/7</b>
animal	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
objet sur lequel on peut s'asseoir	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
objet anachronique	o	o	o	o	o	x	o	<b>1/7</b>

•MapTask pirate : enfants normo-entendants (NE)

NE pirate	2	4	5	8	9	10	11	Nombre de connaissance / nombre de présentations
rivière	x	x	x	o	x	x	x	<b>6/7</b>
lac	o	o	x	o	x	o	x	<b>3/7</b>
oiseau	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
trusk	o	o	o	o	o	o	o	<b>0/7</b>
épave	o	o	x	o	x	x	o	<b>3/7</b>
ancree	x	x	x	o	x	x	o	<b>5/7</b>
tête de mort	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
objet en bois	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>
arme	x	x	x	x	x	x	x	<b>7/7</b>

NP = non présenté

x = connu par l'enfant

o = non connu par l'enfant

Annexe 8 : Illustration de la nouvelle MapTask château

MapTask



Personnage et arc magique



**Mini-jeu 1 : « Qui-est-ce ? »**



**Mini-jeu 2 : Remettre les images dans l'ordre et raconter l'histoire**



*Mini jeu 4* : Retrouver les sept différences entre deux images





## Résumé

Une interaction conversationnelle efficace nécessite que les interlocuteurs possèdent des capacités conversationnelles telles que des capacités de convergence et pragmatique. La surdité pourrait engendrer des difficultés à développer ces capacités. Cependant, ces deux domaines nécessitant des conditions d'évaluation écologiques, ils sont encore peu explor es. Par ailleurs, l'hypothèse OPERA postule que la musique et le langage partagent des caractéristiques et des processus de traitements communs et que la pratique musicale remplit les conditions nécessaires à un effet de transfert des compétences musicales vers les compétences langagières. Selon la Dynamic Attending Theory, le rythme serait l'élément musical clé qui permettrait d'améliorer le traitement du langage grâce au développement de capacités de prédiction.

Le but de notre étude était de créer une tâche conversationnelle permettant de tester les capacités conversationnelles des enfants malentendants (ME) pour les comparer à celles d'un groupe d'enfants normo-entendants (NE). De plus, elle avait pour visée de tester l'effet d'un entraînement rythmique versus un entraînement contrôle tonal sur ces capacités.

Nos hypothèses étaient d'une part que les performances conversationnelles des enfants ME seraient moins élevées que celles des enfants NE et d'autre part que la convergence entre l'adulte et les enfants ME serait améliorée par l'entraînement rythmique.

Le paradigme expérimental mis en place est une situation de conversation semi-dirigée entre un enfant et un adulte à l'aide d'un support - une MapTask - crée dans le but d'induire différents types d'interactions verbales. Cette tâche écologique a été testée auprès d'enfants NE âgés de 5 à 9 ans puis auprès d'enfants ME appari es en âge, à la suite d'un entraînement rythmique et tonal de 30 minutes.

Les paramètres conversationnels  tudi es montrent peu de différence entre enfants ME et NE et un effet mesur e de la stimulation rythmique. La contrainte temporelle n'a pas permis d'effectuer des analyses à visée pragmatique.

**Mots clés :** surdité - langage - convergence - interaction - conversation - MapTask - enfants - stimulation rythmique - stimulation tonale - orthophonie