

UNIVERSITE DE POITIERS

Faculté de médecine et de pharmacie
École d'orthophonie

MEMOIRE

En vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie

présenté par

Laurence Filipic

BÉNÉFICES D'UN ENTRAÎNEMENT MUSICAL OU
LANGAGIER SUR L'ACQUISITION LEXICALE
CHEZ DES ENFANTS ET ADOLESCENTS PRÉSENTANT
DES TROUBLES ENVAHISSANTS DU DÉVELOPPEMENT :
ÉTUDE DE CAS MULTIPLES.

Directrice de mémoire :

Madame Sophie Donnadiou, Maître de Conférences à l'Université de Savoie, Laboratoire de Psychologie NeuroCognition (UMR 5105)

Soutenance : le 12 juillet 2013 à l'Université de Poitiers

Membres du jury :

Madame Sophie Donnadiou, Maître de Conférences à l'Université de Savoie

Madame Hélène Dupin, orthophoniste au CRA de Poitiers

Madame Sophie Garidou, orthophoniste à l'IME de Chambray-lès-Tours

Madame Michèle Saïdi, orthophoniste au CMPEA de Poitiers

REMERCIEMENTS

Je remercie Madame Sophie Donnadieu pour son encadrement et ses encouragements.

Je remercie également très sincèrement :

- Mesdames Sophie Garidou, maître de stage à l'IME et Colette Gallou, orthophoniste à l'IME pour leur aide et leurs précieux conseils qui m'ont permis de mener à bien mon projet et faciliter sa mise en œuvre ;
- le directeur de l'IME, M. Lestrez, qui m'a accueillie en stage ;
- les professionnels médicaux et paramédicaux de l'IME, tout particulièrement le Docteur Lucquiaud et Madame Nathalie Deletang, psychologue, pour leur partage de connaissances ;
- les éducateurs et les éducatrices de la SEHA et SAHA qui m'ont permis de réaliser ma recherche dans de bonnes conditions ;
- les parents des participants à l'étude pour leur accord ;
- les participants à l'étude qui m'ont beaucoup apporté sur le plan personnel ;
- Fanny Gouville qui a largement contribué à la création du matériel musical
Merci encore pour l'interprétation des comptines, les accompagnements musicaux, les enregistrements, l'animation conjointe de séances ;
- Eloïse Roumeas, étudiante de Master 2 en Psychologie à l'Université de Savoie qui a participé à l'étude (groupe contrôle) ;
- Laure Salomon, orthophoniste au CAMSPS, qui a suivi de près mes avancées ;
- Jean-Baptiste Puyou, mon conjoint, pour son aide technique (son, informatique) ;
- Marie-Noëlle Filipic, ma sœur, pour sa relecture et son expertise orthotypographique ;
- mes enfants qui se sont montrés très compréhensifs à mon égard ;
- mes parents et beaux-parents qui m'ont beaucoup soutenue et qui m'ont fait confiance pour ma reconversion professionnelle.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	2
SOMMAIRE.....	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	6
TABLE DES ANNEXES.....	7
INTRODUCTION.....	8
<u>PARTIE THEORIQUE</u>	10
1. TROUBLES ENVAHISSANTS DU DEVELOPPEMENT	11
1.1 Généralités	11
1.1.1 <i>Définition et classifications actuelles</i>	11
1.1.2 <i>Données épidémiologiques</i>	12
1.1.3 <i>Outils diagnostic</i>	13
1.2 Troubles du langage oral chez les individus avec TED	14
1.2.1 <i>Altération de la communication</i>	15
1.2.2 <i>Altération de l'expression</i>	16
1.2.3 <i>Altération de la compréhension</i>	17
1.3 Théories sous-tendant les troubles langagiers des sujets avec TED	18
1.3.1 <i>Hypothèses d'un dysfonctionnement cérébral</i>	18
1.3.2 <i>Hypothèses d'un déficit cognitif</i>	19
1.3.3 <i>Hypothèses d'un dysfonctionnement des neurones miroirs</i>	20
2. REMEDIATION ORTHOPHONIQUE PAR LA MUSIQUE ?	21
2.1 Bilan et rééducation orthophonique des patients avec TED	21
2.2 La musique comme outil de remédiation du langage ?	24
2.2.1 <i>Musique et langage : deux systèmes interdépendants</i>	24
2.2.2 <i>Effet d'un entraînement musical sur le langage</i>	27
2.2.2.1 <i>Chez des sujets sains</i>	27
2.2.2.2 <i>Cas particulier de l'utilisation des comptines chez les enfants</i>	29
2.2.2.3 <i>Chez des sujets pathologiques</i>	30

3. REMEDIATION DES TROUBLES DU LANGAGE ET DE LA COMMUNICATION PAR LA MUSIQUE CHEZ DES PERSONNES AVEC TED	31
3.1 Sensibilité musicale des individus avec TED	31
3.1.1 <i>Versant réceptif</i>	32
3.1.2 <i>Versant expressif</i>	33
3.2 Effets d'une pratique musicale auprès d'enfants avec TED	34
3.2.1 <i>Variété des entraînements musicaux</i>	34
3.2.2 <i>Impacts sur le comportement et la socialisation</i>	34
3.2.3 <i>Bénéfices sur la communication et le langage</i>	36
<u>PARTIE EXPERIMENTALE</u>	43
1. PARTICIPANTS	44
1.1 Groupe TED	44
1.1.1 <i>Diagnostic et sévérité du trouble</i>	44
1.1.2 <i>Comportement et communication non verbale</i>	45
1.1.3 <i>Compétences langagières générales</i>	46
1.2 Groupe contrôle	47
1.3 Pré-évaluation lexicale générale des sujets	47
1.4 Répartition par groupe	49
2. MATERIEL	50
2.1 Construction des comptines	50
2.1.1 <i>Choix des mots cibles</i>	50
2.1.2 <i>Arrangements musicaux</i>	52
2.1.3 <i>Supports visuels de la phase d'apprentissage</i>	52
2.2 Evaluations lexicales sur les mots cibles	53
2.2.1 <i>Evaluation de la compréhension lexicale</i>	53
2.2.2 <i>Evaluation de la production lexicale</i>	54
3. PROCEDURE GENERALE	55
4. DESCRIPTION DES ENTRAÎNEMENTS	56

4.1	Cadre et plan des séances	56
	4.1.1 <i>Entraînement musical</i>	56
	4.1.2 <i>Entraînement langagier</i>	57
4.2	Comportement et participation individuelle des sujets	59
	4.2.1 <i>Entraînement musical</i>	59
	4.2.2 <i>Entraînement langagier</i>	59
5.	PRESENTATION DES RESULTATS	60
5.1	Hypothèses opérationnelles et calculs réalisés	60
5.2	Description des résultats	62
	5.2.1 <i>Versant réceptif</i>	63
	5.2.2 <i>Versant expressif</i>	65
	5.2.3 <i>Comparaison des deux entraînements</i>	67
	5.2.3.1 <i>En référence au groupe contrôle</i>	67
	5.2.3.2 <i>En référence aux sujets de même âge développemental</i>	68
	5.2.4 <i>Difficultés d'apprentissage ou de généralisation</i>	70
5.3	Analyse qualitative de la parole après entraînement	71
	5.3.1 <i>Nature de l'enrichissement lexical</i>	71
	5.3.2 <i>Bénéfices secondaires sur la parole et le langage</i>	72
6.	DISCUSSION	73
6.1	Impacts des entraînements musicaux et langagiers	74
	6.1.1 <i>Bénéfices de l'entraînement musical</i>	74
	6.1.2 <i>Limites de l'entraînement musical</i>	77
6.2	Critiques méthodologiques	79
6.3	Perspectives	80
6.4	Apports pour la pratique orthophonique	81
	CONCLUSION	82
	BIBLIOGRAPHIE	83
	ANNEXES	92

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : exemples de supports visuels illustrant les mots cibles lors des entraînements..... 53

Figure 2 : extraits de l'évaluation en compréhension (mot cible : pain) et de l'évaluation en expression (mot cible : oculiste)..... 55

Figure 3 : hypothèses d'évolution des compétences lexicales de chaque sous-groupe (GM : groupe musique ; GL : groupe langage ; GSE : groupe sans entraînement) comparativement au groupe contrôle (GC)..... 61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : compréhension et production lexicales testées par la N-EEL et par l'EVIP.....49

Tableau 2 : données diagnostiques, psychométriques et lexicales pour chaque groupe..... 50

Tableau 3 : pourcentage de mots cibles compris et produits, calcul des z-scores, en pré-test et en post-test, pour tous les sujets TED et pour le groupe contrôle..... 62

Tableau 4 : comparaison des améliorations lexicales par type d'entraînement..... 67

Tableau 5 : comparaison des performances en compréhension et en expression de chaque sujet avec les sujets contrôles appariés en âge développemental.....68

Tableau 6 : comparaison des productions obtenues à l'évaluation en post-test et des productions contextualisées, et taux de généralisation par sujet 70

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : compréhension lexicale en pré-test et en post-test des groupes soumis à l'entraînement musical, langagier ou sans entraînement en référence au groupe contrôle.. 63

Graphique 2 : expression lexicale en pré-test et en post-test des trois groupes en référence au groupe contrôle..... 66

TABLE DES ANNEXES

- Annexe I : demande d'accord parental et formulaire de consentement
- Annexe II : récapitulatif des compétences verbales et langagières (orales et écrites) des sujets du groupe TED
- Annexe III : données psychométriques, compétences verbales mesurées par l'EVIP et résultats aux évaluations en compréhension et en expression (pourcentage de mots cibles correctement dénommés et désignés) du groupe contrôle
- Annexe IV : textes des comptines utilisées pour les entraînements
- Annexe IV b : CD des comptines au format mp3 (version chantée et version instrumentale) & matériel d'apprentissage et d'évaluation
- Annexe V : mots cibles des comptines triés par âge d'acquisition estimé et indication de leur classe
- Annexe VI : supports visuels de la phase d'apprentissage
- Annexe VII : feuille de cotation de l'évaluation en expression
- Annexe VIII : matériel d'évaluation de l'expression lexicale
- Annexe IX : feuille de cotation de l'évaluation en compréhension
- Annexe X : matériel d'évaluation de la compréhension lexicale
- Annexe XI : mots cibles exprimés par les sujets avec TED entraînés triés par occurrence et type d'erreurs
- Annexe XII : mots produits entre le pré-test et le post-test pour chaque groupe
- Annexe XIII : mots cibles exprimés par les sujets avec TED en fonction de leur classe
- Annexe XIV : présentation de l'IME
- Annexe XV a : comptes-rendus orthophoniques des sujets du groupe langage
- Annexe XV b : comptes-rendus orthophoniques des sujets du groupe musique
- Annexe XV c : comptes-rendus orthophoniques des sujets du groupe sans entraînement
- Annexe XVI : détail des zones cérébrales impliquées dans le langage chez un sujet sain d'après les études de neuro-imagerie (Price, 2012)
- Annexe XVII : abstract (résumé en anglais)

INTRODUCTION

Les troubles de la communication et des interactions sociales font partie des critères diagnostiques des personnes ayant des Troubles Envahissants du Développement (TED). Plus de la moitié de ces personnes ont un déficit intellectuel associé ainsi qu'un trouble de la parole et du langage plus ou moins sévère. La compréhension verbale est toujours altérée et l'acquisition lexicale, souvent plus lente, présente des particularités comme le figement sémantique dû à des difficultés de généralisation. La neuro-imagerie a mis en évidence, chez ces personnes, une sous activation des zones situées dans l'hémisphère gauche impliquées dans le langage. Des chercheurs ont avancé des hypothèses comme un déficit attentionnel ou un dysfonctionnement des neurones miroirs pour expliquer leurs troubles.

En revanche, les compétences musicales des individus avec TED semblent préservées. Leur réponse cérébrale aux stimuli musicaux confirme une activation importante de certaines zones communes avec le traitement langagier. En effet, la musique et le langage qui présentent des similarités au niveau de leur organisation intrinsèque impliquent des zones cérébrales proches ou identiques. La musique développe non seulement des compétences langagières supérieures chez les musiciens mais aussi chez des enfants ordinaires. Elle est parfois utilisée comme un outil de remédiation orthophonique : elle a déjà fait ses preuves auprès de patients affectés de pathologies neurologiques ou de déficience intellectuelle.

Elle aurait également des effets positifs sur le comportement, les interactions sociales, la communication verbale et non verbale auprès de jeunes ayant un TED.

Quelques études s'intéressent à la musique comme support à l'amélioration du langage chez des jeunes ayant un TED et une déficience associée. Elles concernent la plupart du temps des enfants non verbaux de moins de 8 ans. Ces études visent à évaluer l'impact des entraînements sur la communication non verbale et verbale, mais aucune d'entre elles n'apporte de données précises sur l'enrichissement lexical, à l'exception du travail de Lim (2007) qui a inspiré notre sujet de recherche.

L'objectif de la présente étude est de définir si un entraînement musical, de courte durée et reproductible par une orthophoniste non musicienne, peut apporter un bénéfice langagier à des jeunes avec TED, déficients intellectuels, déjà verbaux et âgés de plus de 8 ans.

Les jeunes ont été répartis en trois groupes (de trois ou quatre sujets) : un groupe soumis à un entraînement musical hebdomadaire d'une durée de 30 minutes, un groupe soumis à un entraînement langagier de même durée, un groupe sans entraînement. L'entraînement musical consiste en une écoute de comptines originales chantées et une phase instrumentale plus dynamique ; l'entraînement langagier consiste en une lecture des mêmes comptines et une phase de manipulation plus active. Ces ateliers qui ont lieu à l'IME de Chambray-lès-Tours durent six semaines. Les dix enfants et adolescents sont évalués en compréhension et en expression sur les 36 mots cibles des comptines avant et après chaque type d'entraînement. Leurs performances lexicales sont comparées à celles d'un groupe contrôle de vingt jeunes appariés en âge développemental non verbal.

Dans une première partie, nous présentons les troubles envahissants du développement, les altérations caractéristiques du langage oral des jeunes atteints de TED et les théories sous-tendant ces troubles. Avant de présenter les similitudes entre langage et musique et les exemples de thérapies musicales qui fonctionnent, nous reprenons les principes généraux de la remédiation orthophonique chez ce type de patients. Ensuite, nous recensons les études présentant les effets positifs de la musique sur le comportement, la communication et le langage de ces jeunes particulièrement sensibles à la musique.

Dans une seconde partie, nous décrivons les participants, et leur répartition par groupe, le matériel d'évaluation et d'apprentissage des mots cibles. Nous présentons ensuite la procédure, les entraînements et les résultats de l'étude expérimentale qui seront ensuite discutés. Les bénéfices, les limites de l'entraînement musical et de l'étude ainsi que les perspectives orthophoniques seront évoqués dans cette dernière partie.

PARTIE THEORIQUE

1. TROUBLES ENVAHISSANTS DU DEVELOPPEMENT

1.1 Généralités

1.1.1 Définition et classifications actuelles

Les Troubles Envahissants du Développement dont fait partie le trouble autistique, sont définis comme *«un groupe hétérogène de troubles qui se caractérisent tous par des altérations qualitatives des interactions sociales réciproques et des modalités de communication et de langage, ainsi que par un répertoire d'intérêts et d'activités restreint, stéréotypé et répétitif.(...) Cette diversité clinique peut être précisée sous forme de catégories (troubles envahissants du développement) ou sous forme dimensionnelle (troubles du spectre de l'autisme)»*, d'après la Haute Autorité de Santé (HAS, 2010). Ces anomalies qualitatives interfèrent dans le quotidien de la personne, en toutes situations, l'empêchant alors de se construire selon les normes développementales et sociales habituelles.

Dans la classification américaine de l'American Psychiatric Association, la DSM IV (2003), et dans la classification internationale, la CIM10 (1993), les critères diagnostiques définissent la triade symptomatique autistique comme : a) des troubles du contact et une anomalie des interactions sociales réciproques (absence de sociabilité et d'empathie, incapacité d'inférer les intentions d'autrui) ; b) des altérations qualitatives des modalités de communication et un trouble du langage ; c) des comportements et des activités répétitifs, restreints et ritualisés (pauvreté du jeu symbolique et imaginaire, rigidité et difficultés d'adaptation aux changements).

L'appellation «trouble autistique» est également utilisée pour des enfants ayant un syndrome reconnu ou une cause neurologique évidente. En effet, une personne ayant un syndrome d'Angelman peut aussi être qualifiée d'autiste si elle a des déficits dans les trois domaines mentionnés précédemment.

Les cinq catégories de TED sont : les troubles autistiques, le syndrome de Rett, le trouble désintégratif de l'enfance, le syndrome d'Asperger et les TED non spécifiés. Le syndrome d'autisme infantile est *«un trouble global et précoce du développement, apparaissant avant l'âge de 3 ans caractérisé par un fonctionnement déviant et/ou retardé dans les interactions sociales, la communication verbale et non verbale, le comportement.»* (HAS, 2010).

Les individus avec TED sont hypoexpressifs (communication extra-verbale réduite), hyperkinétiques et présentent un fonctionnement cognitif atypique. Ils sont soit hyperperceptifs, soit hyposensibles aux stimuli auditifs, visuels, tactiles (etc.); ils réagissent de façon inhabituelle ou paradoxale à certaines sensations.

La symptomatologie la plus fréquemment retrouvée est ainsi résumée par Rogé (2002) : *«Des anomalies sont signalées dans la communication et l'utilisation des symboles, la répétition des sons, les jeux symboliques, les interactions sociales, l'imitation, le geste de pointé, l'utilisation du regard, les activités qui sont répétitives et traduisent un besoin d'immuabilité, l'utilisation des objets. Sont également relevés des maniérismes des mains et des doigts, des activités de flairage des objets et des personnes, la mise en bouche des objets, les réactions atypiques aux sons et aux autres stimulations sensorielles ainsi que des anomalies motrices et posturales.»*

Dans la DSM-V (mai 2013), l'appellation «Troubles du Spectre Autistique» remplacerait définitivement les «Troubles Envahissants du Développement» et regrouperait le trouble autistique, le Syndrome d'Asperger et le TED non spécifié.

1.1.2 Données épidémiologiques

Aujourd'hui, il est admis que l'origine de l'autisme est neurodéveloppementale, plurielle et que des facteurs génétiques seraient impliqués. Il est reconnu que des dysfonctionnements impliquant le néocortex, le cervelet, les noyaux sous-corticaux pourraient expliquer les troubles, de même que des anomalies au niveau des neurotransmetteurs cérébraux (comme la synthèse de la sérotonine).

Les étiologies les plus connues sont : la rubéole, la sclérose tubéreuse (épilepsie incurable) ou des causes génétiques comme le X-fragile, le syndrome d'Angelman, la phénylcétonurie (Rapin, & Dunn, 2003). Mais les troubles autistiques associés à une cause biologique ou génétique ne représentent que 10% des cas selon Fombonne (2003). D'après la HAS (2010), la prévalence estimée des TED était de 7 pour 1000 personnes de moins de 20 ans, soit un enfant sur 150 en 2009. Pour l'autisme infantile, la prévalence estimée est de 2 pour 1 000 personnes de moins de 20 ans. On estime que 100 000 jeunes sont atteints d'un TED en France. Le sex ratio est de quatre garçons pour une fille. Les facteurs de risque connus sont les antécédents de TED dans la fratrie.

L'autisme peut être associé à d'autres déficiences sans remettre en cause le diagnostic. De fait, 75% des autistes sont déficients (50% avec un retard mental moyen à grave). Il existe une comorbidité avec d'autres anomalies : déficiences sensorielles (auditives, visuelles), macrocrânie ou dysmorphie, syndromes génétiques, épilepsie et troubles obsessionnels, troubles anxieux, troubles hyperactifs.

L'autisme est un syndrome défini par un trouble comportemental durable aux manifestations polymorphes. Il est évolutif dans le temps du fait de la prise en charge, mais il est présent à vie.

1.1.3 Outils diagnostic

Le diagnostic des TED n'est pas confirmé par des tests biologiques : il est clinique et ses manifestations sont non pathognomoniques. L'altération durable et marquée des fonctions relationnelles affectant diversement les domaines perceptifs, sensoriels, moteurs, mais aussi de la communication et du langage, de la cognition, et enfin des fonctions somatiques constituent des signes d'alerte.

Le diagnostic est posé après un entretien avec la famille pour évaluer la réactivité sociale de l'enfant et après une observation pluridisciplinaire de l'enfant, éventuellement répétée, pour apprécier ses interactions avec l'environnement. Il est établi par des professionnels, organisés en équipe, au sein d'hôpitaux ou de structures spécialisées (Centre Ressource Autisme, CAMSPS, CMPP, etc.) et s'appuie principalement sur deux outils : l'«Autism Diagnostic Interview Revised» (ADI-R de Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994) permet de recueillir la description détaillée du développement précoce et actuel du patient ; l'«Autism Diagnostic Observation Schedule» (ADOS, de Lord, Rutter, Di Lavore & Risi, 1999) consiste en une observation structurée et standardisée du comportement de l'enfant.

L'évaluation inclut nécessairement un examen psychologique, un examen de la communication comprenant le langage, et un examen psychomoteur. L'examen psychologique mesure les capacités intellectuelles et adaptatives du patient. L'échelle de Vineland révisée (Sparrow, 1984) et le «Psychoeducational Profile Revised» (PEP-R, Schopler, 1994) sont des outils permettant respectivement de déterminer les compétences socio-adaptatives du patient et d'élaborer son profil

développemental. L'examen du langage et de la communication a pour objectif de mesurer les aspects formels et pragmatiques du langage (oral, écrit voire gestuel). Pour les plus jeunes ou les plus sévèrement touchés, l'examen se traduit par une observation comportementale et verbale en situation de jeu, de conversation ou de sollicitation. L'Echelle d'Evaluation de la Communication Sociale Précoce (ECSP de Guidetti, & Tourette, 1993) et la grille d'observation de Whetherby et Prutting (1984) sont particulièrement adaptées à ces enfants. Les compétences langagières des enfants plus âgés ou moins sévèrement touchés sont testées à l'aide d'épreuves langagières étalonnées standardisées classiques. La grille de Schuler citée par Courtois du Passage et Galloux (2004) permet d'évaluer les compétences langagières spontanées. Enfin, l'examen du développement psychomoteur et sensorimoteur évalue la motricité, les praxies et l'intégration sensorielle. Enfin, la Childhood Autism Rating Scale (CARS de Pry et Aussilloux, 2000) est utilisée pour apprécier le degré de sévérité autistique.

1.2 Troubles du langage oral chez les individus avec TED

Comme vu précédemment, le retard de développement du langage peut être un signe clinique permettant le dépistage des TED. La moitié des enfants autistes ne développera jamais un langage fonctionnel tandis que l'autre moitié développera un langage utilitaire, plus ou moins correct sur le plan formel, mais sans valeur d'échange. Quand un enfant n'a pas développé de langage à 5 ans, le pronostic est défavorable. Il n'existe pas de profil langagier unique de l'enfant autiste, mais il existe des particularités dans l'expression verbale. Kanner a décrit un retard d'accès au langage, une rétention mnésique curieuse, une écholalie immédiate ou différée, des inversions pronominales (1943). Les autres caractéristiques cliniques retrouvées sont des difficultés sur le plan pragmatique et conversationnel, des néologismes.

Le niveau de langage est très lié aux compétences intellectuelles et au degré de sévérité des troubles autistiques comme en témoignent les études de Lord et Paul (1997). Des études citées par Rapin et al (2003) confirment que les enfants avec TED ayant un quotient intellectuel proche de la norme parviennent à développer un langage expressif de même niveau que des enfants appariés en âge chronologique.

Le niveau de langage dépend aussi de l'âge du diagnostic, de la précocité de la prise en charge, du parcours éducatif, et des stimulations de l'environnement.

1.2.1 Altération de la communication

Le retard en communication non verbale est également proportionnel au retard cognitif et au retrait autistique. Chez les enfants ayant un TED, l'acquisition du langage peut être retardée dans le temps ou déviante sur le plan structurel. Il existe toujours un trouble spécifique majeur sur le plan des fonctions de la communication et de l'usage du langage.

D'après Brūner (1975), les trois principales fonctions de communication sont les actes de communication à des fins de régulation comportementale, d'interactions sociales et d'attention conjointe. Chez les individus avec TED, le langage sert essentiellement à exprimer des besoins, à protester ou à faire des commentaires sur des thèmes qui les intéressent. Il est rarement utilisé à des fins d'attention conjointe ou d'interactions sociales. Chez l'enfant normal, la communication s'inscrit dans un processus de socialisation et l'ajustement à l'autre est spontané. L'absence d'intention de communication (ou la difficulté à la décrypter) et l'anomalie de réciprocité représentent des symptômes caractéristiques des TED. Le déficit des habiletés pragmatique, sémantique et symbolique est permanent et constant, quel que soit le degré de sévérité du trouble. De même, cette incapacité à engager et soutenir une conversation, à s'adapter à l'interlocuteur et à la situation, à prendre en compte la réponse de l'autre est un trait spécifique de l'autisme.

La communication non verbale et verbale supralinguistique (ton, rythme, prosodie, volume) sont toujours atteintes, et concernent aussi bien la compréhension que l'expression, à des degrés variables, et indépendamment de l'expertise langagière. Du point de vue expressif, les changements de ton, les variations d'intensité, les inflexions ou les accentuations de la voix ne représentent pas pour eux des indices permettant d'accéder plus facilement au message. Les signaux non verbaux (regards, mimiques, gestes, postures) sont altérés et souvent mal coordonnés entre eux. Par exemple, le contact oculaire est souvent fugitif ou périphérique et le pointage se limite au pointage proto-impératif.

1.2.2 Altération de l'expression

L'expression peut être absente, retardée ou simplement particulière chez les personnes atteintes d'un autisme dit de « haut niveau » ou d'un syndrome d'Asperger. L'expression est plus ou moins touchée au niveau structurel : les compétences phonologiques des enfants autistes sont plus lentes à se mettre en place que chez des enfants typiques d'après Bartolucci et Pierce (1977). Elles sont variables d'un individu à l'autre et peuvent aller d'un simple retard de parole à un trouble spécifique du langage de type dysphasique comme évoqué par Lord et Paul (1997).

Les compétences phonologiques peuvent être bonnes en répétition, mais très chutées en expression spontanée. Bartak, Rutter et Cox (1975) ont montré un développement ralenti de l'articulation. Plusieurs études récentes (Bishop, Maybery, Wong, Maley, Hill, & Hallmayer, 2004 ; Rapin et al, 2003) montrent que les troubles articulatoires et phonologiques sont prévalents chez les autistes avec déficience associée. Les erreurs ne semblent pas spécifiques par comparaison avec des enfants non autistes, mais elles résistent durablement aux corrections apportées par les adultes.

Les individus avec TED ont un déficit lexical particulièrement marqué sur certaines classes ou sur certaines catégories de mots (actions, états mentaux, émotions, mots abstraits). Inversement, le vocabulaire peut être surabondant dans leurs champs d'intérêts. Cette hétérogénéité lexicale fait partie du tableau langagier typique des individus avec TED. Les mots ont souvent une signification personnelle dépendante de la situation initiale d'apprentissage. Il leur est également difficile de conceptualiser et de généraliser l'emploi d'un mot. Pourtant d'après Tager-Flusberg (1985), leur organisation lexicale serait similaire à celle d'enfants normaux appariés sur le QI verbal ou à celle d'enfants déficients. Ils seraient davantage mis en échec sur des mots abstraits mais n'auraient pas de difficultés spécifiques à catégoriser et à élargir les concepts (mêmes représentations prototypiques, etc.). Certains mots, employés pour d'autres, créent des associations singulières et peuvent être à l'origine d'une impression de jargon. Les néologismes et l'usage idiosyncrasique des mots persistent dans le temps.

En ce qui concerne la syntaxe, Bartak et al (1975) ou Tager-Flusberg, Calkins, Nolin, Baumberger, Anderson, et Chadwick-Dias (1990) constatent un retard de

développement par rapport à l'enfant ordinaire. Les compétences syntaxiques et la longueur moyenne des énoncés produits par les individus avec TED s'apparentent à celles d'enfants ayant un retard mental : phrases simples (sujet verbe) ou mot phrase (Boucher, 2003 ; Eigsti, De Marchena, Schuh, & Kelley, 2011). Le verbe reste bien souvent à l'infinitif. Bartolucci et Albers (1974) montrent néanmoins un déficit plus important dans l'emploi des marqueurs du passé chez les autistes comparativement aux déficients mentaux.

L'écholalie et les difficultés de déclinaison de tous les déictiques, y compris des pronoms, sont caractéristiques de l'autisme. Prizant et Rydell (1984) ont distingué l'écholalie immédiate, répétition en écho de la parole entendue de l'écholalie différée, répétition après un certain délai de bribes de phrases mémorisées (extraits de films, de chansons...). Ces deux formes d'écholalie, souvent présentes chez les autistes, sont particulièrement marquées chez les autistes de dits de «bas niveau». Elles pourraient s'expliquer par l'incapacité à créer leur propre langage ou par le manque de flexibilité mentale. Plusieurs études montrent que les autistes sont moins habiles dans l'utilisation des pronoms que les enfants ordinaires et que les déficients mentaux. L'inversion pronominale je/tu est plus longue et plus marquée chez les enfants autistes comparativement aux enfants typiques (Frith, 1989 ; Lee, Hobson, & Chiat, 1994).

Les stéréotypies verbales qui ont souvent une fonction rassurante en lien avec leurs intérêts obsessionnels peuvent s'expliquer par des difficultés d'autocontrôle. Enfin, au niveau vocal et prosodique, leur expression se caractérise par une absence de modulation (monotonie) ou au contraire par des variations subites des paramètres fondamentaux (hauteur, intensité, débit, intonation).

1.2.3 Altération de la compréhension

Le déficit en compréhension, variable d'un autiste à l'autre, est souvent plus sévère que l'expression (Bartak et al, 1975 ; Tager-Flusberg, 1999 ; Boucher, 2003). En ce qui concerne la phonologie, certains enfants avec TED font des confusions de sons qui s'expliqueraient par un trouble du traitement auditivo-verbal sans trouble perceptif. L'altération de la compréhension lexicale est plus ou moins manifeste, mais elle est permanente chez les autistes avec déficience associée (Eigsti et al, 2011).

La compréhension est souvent meilleure pour les mots concrets et les substantifs par comparaison avec les mots abstraits et les verbes d'action. Il existe des difficultés persistantes pour les mots polysémiques, du fait de leur représentation univoque où un signifiant renvoie à un signifié.

Au niveau syntaxique, la compréhension est souvent déficitaire mais possible en contexte. Elle peut faire illusion, mais elle est souvent partielle. En général, les phrases simples sont comprises, alors que les phrases plus complexes ou plus abstraites (sorties du contexte) peuvent poser problème. Le sens des phrases est souvent moins bien compris que chez des enfants déficients sans trouble autistique de même âge développemental. Le traitement morphosyntaxique (temps des verbes, prépositions, pronoms personnels) semble inopérant. Il semble que le niveau de compréhension verbale soit inversement proportionnel au taux d'écholalie. Les messages verbaux sont compris de façon littérale. Ils n'ont pas accès à l'implicite, au langage imagé, à l'humour et à l'ironie. A la difficulté de compréhension littérale, s'ajoute la difficulté à imaginer les états mentaux de l'autre.

L'état des connaissances sur l'acquisition du langage chez les enfants avec troubles autistiques est un domaine qui évolue constamment depuis les dix dernières années grâce aux nombreuses recherches cliniques dans ce domaine et aux progrès technologiques. Ainsi, des études en neuro-imagerie ont mis en évidence des différences d'activation cérébrale entre les enfants neuro-typiques et ceux avec TED ainsi qu'un déficit du traitement auditif et visuel affectant le développement langagier.

1.3 Théories sous-tendant les troubles langagiers des sujets avec TED

1.3.1 Hypothèses d'un dysfonctionnement cérébral

L'hypothèse d'une organisation corticale différente chez les autistes caractérisée par une sous activation des zones du langage de l'hémisphère gauche a été avancée par des chercheurs. Une étude d'IRM fonctionnelle de Gervais, Belin, Boddaert, Leboyer, Coez, Sfaello et Zilbovicius (2004) montre une activation cérébrale particulière en fonction du type de stimulus sonore perçu chez les sujets autistes. L'activation de ces zones est comparable aux sujets sains (annexe XVI) pour des sons non vocaux, mais elle est réduite pour des sons vocaux, ce qui pourrait expliquer les difficultés

langagières et sociales de cette population. D'autres études mettent aussi en évidence à l'imagerie, lors de la stimulation langagière, une activation moins importante, chez les autistes, de la zone de Broca et une anomalie dans la distribution des réseaux neuronaux situés entre les régions frontales et les régions postérieures (Boddaert, Belin, Chabane, Poline, Barthélémy, Mouren-Simeoni, & Samson, 2003 ; Harris, Chabris, Clark, Urban, Aharon, Steele, & Tager-Flusberg, 2006 ; Lai, Pantazatos, Schneider, & Hirsch, 2012). Néanmoins, selon Tordjman (2005) les anomalies cérébrales constatées chez des adultes autistes dits de « haut niveau » pourraient être la conséquence et non la cause d'une sous activation de l'aire du cortex auditif, impliquée dans le traitement de la voix.

1.3.2 Hypothèses d'un déficit cognitif

Certains auteurs (Kleinmans, Müller, Cohen & Courchesne, 2008 ; Groen, Zwiers, van der Gaag, & Buitelaar, 2008 ; Funabiki, Murai, & Toichi, 2012) ont retenu l'hypothèse d'un déficit de l'attention plutôt que celle d'un déficit cortical auditif. Il existerait un défaut de filtrage des informations auditives, créant un déficit d'attention sélective. Cet état de surcharge sensorielle expliquerait les réactions à certains stimuli auditifs, ainsi que les stéréotypies motrices ou les chantonnements. Boucher (2003) décrit plusieurs hypothèses de déficit cognitif comme le défaut d'intégration sensorielle.

L'hypothèse d'un déficit de traitement spatio-temporel chez les autistes est également défendue. Dans la parole, les changements de sons sont plus rapides que dans la musique, ce qui nécessite une plus grande vitesse de discrimination et de traitement auditifs. Cela pourrait expliquer pourquoi les individus avec TED et déficience associée seraient en difficulté au niveau langagier, mais performants au niveau musical. Une étude de Gepner et Feron (2009) a montré qu'une présentation plus lente des stimuli visuels et vocaux favorisait l'imitation, améliorait les capacités verbales et cognitives notamment chez les autistes avec déficience intellectuelle associée. Le trouble de traitement spatio-temporel pourrait s'expliquer au niveau anatomique par un désordre de synchronisation et de connexion des réseaux neuronaux distribués sur l'intégralité du cortex cérébral.

1.3.3. Hypothèses d'un dysfonctionnement des neurones miroirs

L'hypothèse d'un dysfonctionnement des neurones miroirs a également été avancée afin d'expliquer les problèmes de langage chez les TED (Perkins, Stokes, McGillivray, & Bittar, 2010, et autres auteurs cités par Wan, Demaine, Zipse, Norton, & Schlaug, 2010). Des études anatomopathologiques ont montré, chez des autistes, une épaisseur corticale plus faible dans les régions où sont localisés les neurones miroirs impliqués dans la parole. Ces neurones, mis en évidence par Rizzolatti (2006), sont présents dans l'aire de Broca, le lobe pariétal, le lobe temporal. Non seulement, ils sont impliqués dans la perception et la compréhension des actes moteurs, mais aussi dans la compréhension des états mentaux des autres (empathie) ainsi que dans des fonctions cognitives supérieures (langage, imitation, etc.). Ils sont activés lors de la réalisation d'une action motrice (répétition de mots et de gestes). Lahav, Saltzman et Schlaug (2007) ont constaté, chez des sujets non-musiciens, que les neurones miroirs de la zone sensori-motrice s'activaient aussi bien au repos lors de l'écoute d'une musique apprise récemment que lors de son exécution. Cette découverte renforce aussi «la théorie motrice de la perception de la parole» de Libermann (1985), cité par Dumont et Calbour (2002) : *«Nous entendons notre interlocuteur en évoquant intuitivement les règles d'articulation des phonèmes que nous partageons avec lui et que nous aurions nous-mêmes activées pour prononcer le même énoncé»*.

L'hypothèse d'un dysfonctionnement des neurones miroirs ou d'un défaut d'intégration sensori-moteur, d'un déficit de planification et d'attention conjointe pourraient expliquer l'altération du développement verbal des individus autistes. Un entraînement stimulant ce système de neurones miroirs pourrait être bénéfique aux patients avec TED sur le plan de la communication verbale. Les activités musicales (écoute, pratique active) constituent un support de choix qui permet à la fois de travailler l'intégration d'informations multimodales (informations visuelles, auditives, sensibles, motrices...) et à la fois l'activation de zones miroirs impliquées dans le traitement de la parole et de la musique. Une intervention qui se fonde sur l'amélioration des interactions entre les systèmes auditif et moteur pourrait constituer une aide thérapeutique efficace pour aider les individus avec TED à développer leurs habiletés langagières.

Ces théories apportent des explications permettant de mieux comprendre les troubles langagiers et autistiques. La rééducation orthophonique doit s'appuyer sur les connaissances apportées par les neurosciences pour développer le langage et la communication des patients avec TED. Le rôle de l'orthophoniste et les outils utilisés pour la remédiation langagière auprès de cette population sont présentés dans la partie suivante.

2. REMEDIATION ORTHOPHONIQUE PAR LA MUSIQUE ?

2.1 Bilan et rééducation orthophonique des patients avec TED

Que ce soit dans une démarche diagnostique ou rééducative, la première entrevue avec le jeune ayant un TED consiste en une observation pour évaluer sa communication verbale et non verbale. Comme expliqué par Denni-Krichel (2007), l'orthophoniste doit effectuer un bilan précis des capacités et des déficits au niveau du langage et de la communication. La définition de stratégies compensatrices découle de la compréhension des difficultés et des points forts du patient. *«Le rôle de l'orthophoniste, dans un premier temps, est de regrouper toutes les informations concernant la manière dont l'enfant communique en toutes circonstances et de réfléchir aux stratégies à mettre en place pour développer petit à petit un mode de communication fonctionnel»* (Cuny, & Gasser, 2007). Bernard-Jaumot (2010) met en avant le fait que l'orthophoniste représente un thérapeute parmi plusieurs ; son projet rééducatif doit s'inscrire dans un programme éducatif plus global comme ABA (Applied Behavioral Analysis ou Analyse appliquée du comportement, Lovaas, 1960) ou TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped CHildren , Schopler, 1966).

Comme le souligne Brousse (2000), l'orthophoniste doit s'adapter au niveau du jeune (dans son message et les activités proposées) et proposer une rééducation qui réponde à la demande de l'entourage. La rééducation peut être individuelle ou en groupe, conjointe avec un autre thérapeute, en libéral ou en institution.

La prise en charge doit débiter le plus précocément possible (avant 3 ans) pour développer les interactions mère-enfant et stimuler l'enfant afin de développer les

prérequis de la communication. «*La spécificité de l'orthophoniste est de stimuler la communication selon trois axes : le désir de communiquer, les capacités cognitives permettant la communication et l'émergence du langage, les moyens de communication (...) avec un souci de généralisation des acquis, de pragmatique et de socialisation.*» (Tanet-Mory, 2002). Le but ultime de la rééducation est de parvenir à une meilleure intégration en société, une autonomisation et un mieux-être du patient. Dansart, Garreau, et Lenoir (1991) décrivent trois cas d'interventions orthophoniques directes : l'éveil au langage, la rééducation de la parole et du langage, la stimulation de la communication et de la cognition.

L'éveil au langage signifie la réalisation d'activités centrées sur le contact visuel, l'attention conjointe, le pointage, l'écoute de l'autre, l'imitation appropriée, les tours de rôle. La compréhension des mimiques faciales et des expressions, l'utilisation et la compréhension des gestes symboliques constituent d'autres axes de travail. Un entraînement de la perception auditive (attention, orientation, discrimination, reconnaissance auditive, imitation de rythmes) doit être mené à ce stade. Au départ, les activités proposées doivent être routinières et prévisibles, puis modifiées pour développer la flexibilité. L'objectif de la rééducation orthophonique est également de faire respecter le cadre, de réduire les troubles du comportement et d'allonger les capacités attentionnelles. Les comptines constituent un support privilégié pour développer des séquences de communication préverbale (contact, pointage, attention visuelle et auditive, imitation gestuelle et vocale, anticipation, coordination entre les gestes, la parole et le regard). Elles permettent aussi l'enrichissement lexical autour du plaisir partagé. Au départ, une simple écoute répétée des comptines peut suffire, puis le thérapeute peut inciter l'enfant à s'exprimer verbalement ou non verbalement (fredonner, taper des mains...) d'abord en lui présentant une aide visuelle ou gestuelle (puis sans aide).

La rééducation de la parole et du langage porte sur toutes les composantes structurelles du langage : des exercices permettant d'améliorer l'intelligibilité de la parole (articulation et phonologie) et de la voix (intensité, modulation...) peuvent être proposés. Un travail sur les praxies oro-faciales peut être envisagé.

Parmi les méthodes utilisées, peuvent être citées la méthode verbo-tonale ou la dynamique naturelle de la parole (DNP), développée par Dunoyer de Segonzac (1975). La méthode verbotonale, développée par Guberina (1950), utilise la prosodie

(rythme, accentuation, accélération, intonation, mélodie) comme levier d'apprentissage du langage oral auprès des enfants sourds. Cette approche polysensorielle utilise le corps pour reproduire à une plus grande échelle les mouvements oro-linguaux-faciaux.

L'amélioration de la compréhension verbale qui passe par l'enrichissement lexical constitue un axe majeur de la rééducation. La compréhension des consignes verbales simples puis de plus en plus complexes sera travaillée. L'expression d'un choix, le travail sur la demande (besoin, aide, récompense, etc.) et les émotions (en compréhension et en expression) font partie des apprentissages prioritaires. L'objectif principal de la remédiation orthophonique est de proposer des moyens pour entrer en relation avec autrui, pour exprimer ses besoins, ses désirs et ses émotions. Les séances représentent un lieu privilégié pour entraîner le jeune à répondre aux sollicitations. Pour les autistes les moins déficients, un travail sur la pragmatique, les scénarios sociaux doit être envisagé. Dans ce cas, les objectifs thérapeutiques sont plus fins : compréhension des règles de la conversation, adaptation à l'interlocuteur et au contexte social. Un travail sur l'implicite, l'humour, l'ironie, les métaphores est envisageable avec des autistes dits de «haut niveau» ou atteints du syndrome d'Asperger.

L'orthophoniste doit proposer et mettre en place avec les parents un système de communication augmentée. Son introduction est essentielle, chez un enfant porteur d'autisme et non verbal, pour favoriser le développement du langage ou pour le remplacer, à terme, quand il ne se développe pas. Ces techniques augmentent les capacités communicatives du jeune en lui offrant des moyens d'expression autres que le langage. Ces aides permettent d'étayer sa compréhension de l'espace et du temps, réduisant ainsi les troubles du comportement. Pour être efficaces, elles doivent être adaptées au niveau cognitif des patients (objets, photos, images, pictogrammes, mots écrits...) et utilisées quotidiennement dans tous les lieux de vie (domicile, institut...). Il existe deux types de moyens de communication augmentée et alternative : le code visuel (objets, photos, images, pictogrammes) ou le code gestuel (signes de LSF, etc). Parmi ces programmes, peuvent être cités le MAKATON et le PECS (Brousse, 2000). L'orthophoniste peut également renforcer le langage écrit (lecture, écriture) qui constitue une aide supplémentaire à la compréhension d'un message oral.

Enfin, *le développement des capacités de communication* implique un travail au niveau de la cognition (mémoire, catégorisation, raisonnement, etc.), de l'abstraction, de la conceptualisation et de la symbolisation. Des activités d'appariement objets-objets, objets-images, images-images sont proposées. Les catégorisations et les associations permettent également de développer les capacités de compréhension. Dans ce cadre, le thérapeute doit inciter le jeune à prendre des initiatives et essayer d'élargir ses centres d'intérêts.

L'orthophoniste a un rôle important à jouer pour améliorer la communication quotidienne du jeune avec TED présentant des troubles du langage. Pour soutenir son expression et sa compréhension orale, il existe des aides visuelles ou gestuelles. Mais est-ce que la musique apporterait une aide supplémentaire efficace auprès de cette population sachant qu'elle est déjà utilisée auprès de patients dont le langage est altéré ? La musique et le langage ont fait l'objet de nombreuses études parce qu'elles présentent des similitudes. L'enjeu théorique est alors de préciser si ces deux systèmes sont régis par les mêmes processus. Ces arguments théoriques et cliniques relatifs au bénéfice possible de la musique sur les compétences langagières sont présentés ci-après.

2.2 La musique comme outil de remédiation du langage ?

2.2.1 Musique et langage : deux systèmes interdépendants

Musique et langage sont des systèmes universels, spécifiques à l'homme, tous deux codifiés, présentant un versant réceptif et un versant expressif. Ils présentent des similitudes dans leur organisation intrinsèque hiérarchique et leur déroulement temporel. Ils sont tous deux composés d'unités discrètes, la note de musique s'apparentant au phonème de la parole, dont la combinaison mène à une infinité d'énoncés. Le langage peut se décomposer en plusieurs dimensions : la syntaxe, la sémantique et les éléments supralinguistiques (prosodiques) que l'on retrouve en musique sous les appellations de contour, d'harmonie, et de timbre. La musique est un système structuré selon des règles harmoniques complexes. Ces deux systèmes véhiculent des informations empreintes d'émotions.

Si l'on considère la genèse du langage, il est évident que le traitement des sons est antérieur au traitement de la parole et du langage. Le fœtus discrimine déjà les fréquences et les bébés deviennent rapidement compétents pour différencier les différents sons de leur langue (consonnes, consonnes/voyelles). Comme en témoignent les études de Trehub et Hannon (2006), le bébé développe très tôt des aptitudes de traitement temporel, fréquentiel et rythmique qui l'aideraient par la suite à identifier, segmenter et analyser la chaîne parlée de ses proches.

A l'extrême opposé, la désintégration du langage (aphasie) et celle de la musique (amusie) présentent également des similitudes : la non reconnaissance musicale peut concerner uniquement certaines composantes musicales (hauteur tonale, timbre, etc) comme dans les aphasies. Les amusies peuvent être réceptives, expressives ou mixtes.

Des processus comparables sont mis en jeu dans le traitement ou la production musicale et langagière. Par exemple, le chant ou le jeu instrumental requièrent des habiletés d'intégration multimodale de plusieurs stimuli, des compétences motrices et cognitives (attention, intention, etc.) ainsi que des capacités d'interprétation des émotions (expression ou compréhension) et de maîtrise des affects.

Du point de vue réceptif, langage et musique reposent sur la même modalité d'entrée. La perception musicale (rythme, mélodie) et verbale nécessitent un traitement temporel (séquentiel) et organisationnel (tri, hiérarchisation, etc.). Le traitement musical est un processus complexe faisant intervenir douze composants et vingt voies anatomiques, d'après les études de Peretz et Coltheart (2003). Plusieurs études affirment que les mécanismes sous-tendant les traitements syntaxiques seraient communs au langage et à la musique (Levitin, & Menon, 2003 ; Patel, Gibson, Ratner, Besson, & Holcomb, 1998 ; Peretz, 2006 ; Schön, Magne, Astésano, & Besson, 2003). La méthode des potentiels évoqués montre qu'une onde P600 apparaissant chez un sujet ordinaire lors de l'écoute d'erreurs syntaxiques langagières apparaît également en cas de violation des règles harmoniques. L'étude de Besson, Faïta, Cztermasty et Kutas (1997), citée par Schön et al (2003) compare le traitement d'une violation rythmique dans le cas d'une phrase parlée et d'une phrase musicale (avec un silence incongru). La réponse obtenue dans les deux situations d'incongruité est l'émission de deux potentiels successifs (N200 puis

P300). Ces résultats montrent que des processus similaires seraient mis en jeu dans le traitement du rythme et de la syntaxe qu'il s'agisse d'un stimulus musical ou verbal. Certains auteurs cités par Besson et Regnault (2000), par Schön et al (2003), par Peretz et Zatorre (2005) ont avancé l'idée qu'un processeur commun pourrait être responsable de l'analyse des séquences de mots ou des séquences de notes.

Par ailleurs, des études en imagerie fonctionnelle cérébrale ont comparé les zones du cerveau impliquées dans les fonctions musicales et celles du langage (annexe XVI). La réception musicale impliquerait les deux hémisphères cérébraux alors que le traitement langagier impliquerait préférentiellement l'hémisphère gauche (sauf les composantes supralinguistiques latéralisées à droite). L'activation de la zone de Broca a été mise en évidence dans des tâches d'écoute musicale, de production chantée et même dans des situations où l'on imagine jouer d'un instrument de musique (neurones miroirs). Certaines tâches musicales activeraient donc des aires dévolues au langage : perception rythmique, tâches de violations harmoniques dans des aires proches de l'aire de Broca, l'analyse tonale et la dénomination d'airs dans le lobe temporal gauche (Jeffries, Fritz, & Braun, 2003 ; Koelsch, Gunter, van Cramon, Zysset, Lohmann, & Friederici, 2002 ; Koelsch, Kasper, Sammler, Schulze, Gunter, & Friederici , 2004 ; Parsons, & Thaut, 2001 ; Platel, 2006).

En ce qui concerne l'expression musicale, Brown, Martinez, et Parsons (2006) ont observé que les zones activées sont comparables dans les situations d'expression de phrases chantées et de phrases parlées, chez des sujets sains non-musiciens. Ces zones incluent le cortex primaire moteur, l'aire motrice supplémentaire, l'aire de Broca, le lobe insulaire antérieur, les cortex auditifs primaire et secondaire, le lobe temporal, les ganglions de la base, le thalamus ventral, le cervelet postérieur. Ces zones sont un peu plus activées au niveau de l'hémisphère gauche pour les phrases parlées même si de nombreuses zones sont activées de façon bilatérale et se chevauchent entre les deux tâches.

Il existe donc, d'après ces différentes études, un recouvrement entre les aires activées pour le langage et celles activées pour la musique. On peut présumer qu'en améliorant certains processus impliqués dans le traitement musical, on améliore aussi la perception et la compréhension de la parole. Certains cas cités par Peretz, Gagnon, Hébert, et Macoir (2004) rapportent d'ailleurs des améliorations du langage

grâce à la parole chantée chez des aphasiques ou des bègues (etc.). Plusieurs chercheurs ont comparé l'anatomie cérébrale de musiciens et de non-musiciens pour mieux comprendre les effets d'une pratique musicale sur le développement cognitif. Des études s'intéressant à l'effet d'un entraînement musical sur les performances langagières de sujets sains et pathologiques sont présentées dans la section suivante.

2.2.2 Effet d'un entraînement musical sur le langage

2.2.2.1 Chez des sujets sains

Plusieurs études, citées notamment par Forgeard, Winner, Norton et Schlaug (2008), ont établi une corrélation entre un entraînement musical et une amélioration de certaines compétences langagières chez des individus non-musiciens comme la mémoire verbale (Brandler, & Rammsayer, 2003 ; Jakobson, Kilgour, & Lewycky, 2007 ; Jakobson, Lewycky, Kilgour, & Stoesz, 2008 cités par Schellenberg, 2009), la discrimination auditive, le lexique (Forgeard et al, 2008), la conscience phonologique et les habiletés en lecture (Moreno, Marques, Santos, & Besson, 2009).

Le renforcement de la mémoire verbale est un des effets les plus fréquemment observés lors d'un entraînement musical. Les textes accompagnés de musique sont mieux mémorisés que ceux sans musique. Peterson et Thaut (2007) ont montré que l'apprentissage de mots avec un support musical renforçait la cohérence des oscillations dans le cortex frontal impliqué dans l'encodage verbal.

Plusieurs études se sont intéressées aux musiciens afin d'évaluer l'impact d'une pratique musicale sur d'autres fonctions cognitives, notamment langagières. Ainsi, Thompson, Schellenberg et Husain (2004) observent que la reconnaissance des émotions et de la prosodie est meilleure chez les musiciens avec 15 ans de pratique comparativement à des non-musiciens. Dans une récente étude, Parbery-Clark, Tierney, Strait, et Kraus (2012) montrent que les capacités de discrimination auditive sont supérieures chez les musiciens par rapport aux non-musiciens. Ces auteurs observent que la discrimination de syllabes proches (ba/da/ga, etc.) et la capacité à isoler un son parmi plusieurs sont nettement plus développées chez les musiciens. Schön et al (2003) ont également mis en évidence que des adultes musiciens présentaient de meilleures compétences sémantico-syntaxiques que les non-

musiciens. Ils détectaient mieux et plus rapidement les variations de hauteur incongrues dans des phrases musicales et dans des phrases langagières, du fait de compétences prosodiques plus développées. Toujours selon ces auteurs, cela serait dû à une organisation anatomo-fonctionnelle cérébrale différente chez les musiciens. Le planum temporal, la partie antérieure du corps calleux, le cervelet et l'aire motrice primaire correspondant à la main sont plus développés chez les musiciens professionnels que chez les non-musiciens, comme le prouvent les études en imagerie cérébrale citées par Münte, Altenmüller, et Jäncke, 2002. La pratique musicale favoriserait le développement de certains modules et l'efficacité fonctionnelle de certaines zones cérébrales spécifiques à la musique et parfois communes avec le langage. Chez les musiciens, le traitement mélodique serait traité par des zones utilisées habituellement pour le traitement langagier chez des non-musiciens. Tous ces exemples illustrent le concept de plasticité cérébrale si cher aux thérapeutes ouvrant ainsi l'espoir d'une réorganisation cérébrale fonctionnelle chez des individus dont le langage serait blessé.

D'autres études ont permis de mettre en évidence qu'une pratique intensive musicale améliorerait nettement les compétences musicales et langagières (en particulier syntaxiques) chez des enfants ordinaires (Jentschke, & Koelsch, 2009 ; Schlaug, Norton, Overy, & Winner, 2005). Dès 15 mois d'entraînement musical, l'organisation cérébrale des sujets en développement est modifiée (Hyde, Lerch, Norton, Forgeard, Winner, Evans, & Schlaug, 2009). Dans l'étude réalisée par Moreno et al (2009), un groupe d'enfants de 8 ans est soumis à un entraînement musical de six semaines. Les pré-tests et les post-tests portent sur des épreuves de jugement de perception de hauteur (appropriée ou non) dans des mélodies et dans des phrases parlées. Les taux d'erreurs et les temps de réponse mesurés en post-test montrent une amélioration des performances et une automatisation des processus de traitement aussi bien sur le plan musical que sur le plan du langage oral chez les enfants entraînés.

Ces différentes observations confirment l'hypothèse selon laquelle un entraînement musical, même de courte durée, est susceptible d'améliorer certaines compétences transversales à la musique et au langage chez des adultes et des enfants en développement. Chez les très jeunes enfants, la musique est utilisée à des fins pédagogiques ou rééducatives. En effet, les comptines représentent un support

privilegié pour développer les apprentissages moteurs, langagiers, cognitifs, comme décrit ci-après.

2.2.2.2 Cas particulier de l'utilisation des comptines chez les enfants

Les comptines sont utilisées de façon très empirique par les orthophonistes dans leur pratique. Grâce aux comptines, l'enfant acquiert des connaissances ou habiletés nouvelles, de façon explicite ou implicite, par le rythme, les sonorités, le comptage de syllabes. Des études ont évalué leur impact sur les différents composants constitutifs du langage. Par exemple, Ben Soussan, Bustarret et Cazalet (2007) ou Gauthier et Lejeune (2008) affirment que les comptines et le chant soutiennent l'acquisition du langage chez le jeune enfant dès son plus jeune âge. La structure répétitive, les rythmes et les rimes faciliteraient la mémorisation verbale, ainsi que leur prononciation. Elles accroîtraient la sensibilité prosodique tout en encourageant l'imitation.

Les comptines joueraient également un rôle dans divers apprentissages comme celui de la temporalité et de la durée grâce à un récit organisé qui permet de confronter fin réelle et fin estimée. Le rythme des comptines place l'enfant dans une régularité et une anticipation constructives. Elles s'appuient sur des séries et utilisent le principe de répétition, jouent avec les mots et les sonorités. Cette prévisibilité est parfois perturbée par des changements qui créent de la surprise.

Les comptines contribueraient à développer une représentation spatiale et temporelle plus fine. Le rythme stimule la motricité de l'enfant. Cette mise en mouvement entraîne une prise de conscience corporelle. Elle permet à l'enfant d'explorer l'espace, ses limites, de reproduire des gestes de façon répétée, et de nuancer toutes ses réponses.

Enfin, les ateliers comptines contribueraient aussi à la socialisation de l'enfant, au «faire ensemble en même temps». Elles soutiendraient les apprentissages sociaux et culturels car elles véhiculent un héritage transgénérationnel. Elles sont chargées d'affects, d'émotions, d'histoire commune.

Les comptines, les chansons ou la musique plus largement sont également utilisées dans le cadre orthophonique auprès de patients cérébrolésés, d'enfants ayant un retard de parole ou de langage, d'enfants dyslexiques et d'individus ayant une déficience intellectuelle. Plusieurs exemples sont présentés dans la section suivante.

2.2.2.3 Chez des sujets pathologiques

La thérapie mélodique et rythmée (TMR) issue de la Melody Intonation Therapy (MIT) a prouvé son efficacité pour la rééducation de patients aphasiques. En résumé, les patients non fluents répètent les phrases scandées par le thérapeute sur une structure mélodique contrastée (un son aigu fort suivi d'un son faible plus grave). Cette technique s'appuyait initialement sur l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit à la récupération langagière. Depuis, plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer le succès de la méthode : l'utilisation des composants rythmiques ou mélodiques, l'aide visuelle apportée par le thérapeute (modèle articulatoire), la mise en mouvement simultanée des mains qui stimulerait indirectement des zones corticales prémotrices responsables des mouvements oro-faciaux.

Dans leur étude, Gross, Linden, Ostermann (2010) ont soumis des enfants, âgés de 3;5 à 6 ans, présentant un retard d'acquisition de la parole non spécifique (non dysphasiques), à des périodes de pratique musicale (écoute et improvisation musicale). Les résultats montrent un effet bénéfique sur l'attention et sur les compétences phonologiques (répétition de mots et de phrases) imputable à l'entraînement perceptif et cognitif de la musique.

Concernant les enfants présentant des troubles spécifiques du développement du langage, les études de Santos (2007), Habib et Besson (2008) peuvent être citées. Les enfants dyslexiques sont peu compétents pour la détection d'erreurs tonales dans des phrases verbales ou musicales. Un entraînement purement auditif de courte durée les aiderait à récupérer des compétences les situant dans la norme. Ils gagneraient en performance, non pas directement dans les tâches de lecture, mais dans des tâches de traitement phonologique et des tâches de transcription écrite (Habib, & Besson, 2008).

Par ailleurs, l'éducation musicale d'adultes déficients intellectuels permettrait d'observer des progrès en communication. L'étude de Mac Donald, Davies et O'Donnell (1999) évalue ainsi les effets de dix semaines de pratique rythmique (atelier percussions). Les résultats, mesurés par des échelles d'aptitude standardisées, font état de progrès durables non seulement au niveau musical (rythmes), mais aussi et surtout au niveau de la communication. Dans l'étude

d'Aldridge, Gustroff et Neugebauer (1995), les enfants déficients intellectuels ayant bénéficié de séances de musique améliorent leur qualité d'écoute et font des progrès sur le plan moteur (coordination œil-main), sur celui de la parole, et des interactions sociales. Enfin, Duffy et Fuller (2000) ont également démontré l'amélioration de la communication non verbale (tours de rôle, imitation, vocalisations, contact oculaire) chez des enfants de 5 à 10 ans ayant un retard mental modéré après huit semaines d'entraînement. Hoskins (1988) a montré que des enfants déficients âgés de 2 à 5 ans étaient plus performants aux tests de vocabulaire (EVIP) après un entraînement de dix semaines associant images du test et phrase chantée (reprise en chœur).

Du point de vue de la pratique clinique en orthophonie, ces études suggèrent l'intérêt d'une remédiation par la musique auprès d'enfants présentant un retard de parole et/ou langage ainsi qu'auprès d'individus déficients intellectuels. Les bénéfices concernent non seulement les habilités langagières mais aussi plus largement la communication. De plus, les comptines ou la musique en général remportent une bonne adhésion de la part de tous les enfants et publics. Il est donc intéressant d'envisager cet outil comme moyen de remédiation auprès des patients atteints de TED, en plus des remédiations classiquement proposées. En effet, l'orthophoniste doit s'appuyer sur les forces et les compétences préservées de ses patients pour développer le langage. Ceci nous conduit à la question de savoir si les jeunes atteints de TED avec déficience associée et trouble sévère de la parole et du langage amélioreraient leurs compétences grâce à un entraînement musical régulier, sous forme de comptines chantées.

3. REMEDIATION DES TROUBLES DU LANGAGE ET DE LA COMMUNICATION PAR LA MUSIQUE CHEZ DES PERSONNES AVEC TED

3.1 Sensibilité musicale des individus avec TED

Comme évoqué précédemment, cette population présente des particularités sensorielles. Concernant les stimuli auditifs, les personnes avec TED peuvent ne pas réagir aux bruits proches, forts et soudains, mais réagir à des bruits lointains de faible intensité. Ces réactions paradoxales s'expliqueraient par un défaut d'attention

(hyposensibilité) ou un traitement auditif particulier. Les réponses obtenues sont différentes en fonction des stimuli auditifs perçus (bruits, sons, voix, rythmes, musique, chansons, etc.). Par exemple, une activation moins importante de la zone de Broca est observée lors de la stimulation langagière par comparaison avec des sujets témoins (Lai et al, 2012 ; Boddaert et al, 2003). Par contre, une activation plus importante de ces mêmes régions est observée lors de stimuli musicaux (chansons) dans les mêmes zones (Lai et al, 2012).

Les enfants autistes affichent une préférence pour des stimuli auditifs plutôt que des stimuli visuels à la différence des enfants ordinaires de même âge (Thaut, 1987). Blackstock (1978) avait lui aussi montré un intérêt prolongé des enfants autistes pour les stimuli auditifs (présentés sous forme de musique) alors qu'il n'y avait pas de préférence chez les enfants ordinaires. Enfin, il semble que leurs compétences musicales soient supérieures à leurs compétences langagières au niveau réceptif et expressif.

3.1.1 Versant réceptif

Kanner (1943) avait décrit les compétences musicales exceptionnelles de certains patients. Plusieurs cas d'enfants autistes avec l'oreille absolue sont répertoriés. Dans la continuité de ces observations, plusieurs auteurs suggèrent que la perception musicale des enfants autistes est préservée voire même supérieure aux enfants typiques (Berger, 2002 ; Bonnel, McAdams, Smith, Berthiaume, Bertone, Ciocca, Burack, & Mottron, 2010 ; Heaton, 2009). Une meilleure identification des sons, une sensibilité accrue aux hauteurs et aux timbres ont été démontrées. Simpson et Keen (2011) citent plusieurs études montrant d'excellentes aptitudes à identifier les contours (changements de direction de hauteur) et à percevoir les changements de tonalité par rapport à des enfants au développement typique. Plusieurs observations rapportées par Vexiau (1991) auprès d'enfants autistes indiquent une bonne qualité de mémorisation de l'ordre des chansons écoutées, des mélodies, du rythme, des accords et même des paroles chez des enfants dits de «bas niveau», au langage très limité en compréhension, et incapables d'imiter un son ou un mot. Ils sont capables de mémoriser une structure et d'anticiper, après plusieurs écoutes, la fin d'un morceau.

Les autistes sont connus pour leur inaptitude à reconnaître la prosodie de la parole, mais ils semblent en revanche capables d'associer la mélodie musicale à des émotions. L'étude de Heaton, Hermelin et Pring (1999) montre qu'ils parviennent à associer respectivement des expressions tristes ou gaies (visages) sur des musiques à dominante mineure ou majeure. Ils semblent donc capables de reconnaître les mélodies et de les associer respectivement à tel ou tel affect, ce qui apparaît plus compliqué en situation langagière.

3.1.2 Versant expressif

D'après l'étude de Thaut (1988), la production musicale d'enfants autistes, âgés de 8 ans et plus, a été comparée à celle d'enfants typiques ou déficients. Leur perception et leur exploration de l'instrument est comparable à celle des autres enfants. Par contre, leur production contient des séquences plus courtes, moins complexes et plus répétitives que celle des enfants typiques, se rapprochant davantage de celles des enfants déficients. Cette tendance pourrait s'expliquer par des difficultés à organiser et à mémoriser de longues séquences temporelles ou à s'extraire d'un modèle rythmique par défaut d'initiation. Leur jeu présente les mêmes caractéristiques que leur langage : changements intempestifs et inappropriés d'intensité ou au contraire jeu atone et monotone. Wigram (2000) et Berger (2002) décrivent aussi une certaine inflexibilité dans leurs rythmes, leur intensité, leur timbre. L'étude d'Edgerton (1994) affirme qu'ils sont capables de produire des rythmes variés (sur imitation), de chanter et de jouer à un tempo fixe. Ils seraient même parfois en mesure de proposer et d'initier les échanges musicaux en situation d'improvisation instrumentale.

Etant donné l'intérêt porté à la musique et les aptitudes musicales certaines des jeunes atteints de TED, la pratique musicale apparaît comme un bon média pour développer les interactions entre les deux systèmes (langagier et musical). Plusieurs études ont été réalisées dans le but de prouver l'intérêt d'une pratique musicale régulière pour atténuer les problèmes comportementaux, les difficultés sociales et réduire le déficit langagier et/ou en terme de communication. Nous en faisons un inventaire ci-après.

3.2 Effets d'une pratique musicale auprès d'enfants avec TED

3.2.1 Variété des entraînements musicaux

Selon Peters, d'après l'article d'Accordino, Comer, et Heller (2007), «*la musicothérapie se définit comme une intervention programmée et orientée vers un but, riche en interactions, basée sur l'analyse et l'évaluation des besoins spécifiques de chaque patient, leurs forces et leurs faiblesses et pour lesquels la musique est recommandée afin d'influencer positivement les changements personnels, les habiletés, les pensées, les sentiments, les comportements*».

Plusieurs types de pratiques sont listées, mais il est fréquent d'en associer plusieurs au sein d'une même séance : a) la musicothérapie réceptive consiste à écouter des sons ou des extraits musicaux préenregistrés ou en direct ; b) la musicothérapie active permettrait d'engager, de réguler la communication et les comportements inadaptés ; elle peut se scinder en plusieurs disciplines : l'improvisation musicale qui s'appuie sur des techniques de renvoi en miroir, d'amélioration ou de modulation de la production des patients ; la musicothérapie récréative (pratique ludique d'instruments) ; l'activité musicale (jeux musicaux structurés proposés par le thérapeute) ; et plus rarement, la composition d'une musique originale par le patient.

La musicothérapie est utilisée à différentes fins : sociales, comportementales, et communicatives. En général, les autistes investissent bien ces thérapies qui sont reconnues pour développer leur expression spontanée, la communication et les interactions sociales (Accordino et al, 2007 ; Edgerton, 1994 ; Gold, Wigram, & Elefant, 2006 ; Simpson et al, 2011 ; Trevarthen, 2005 ; Whipple, 2004, etc.).

3.2.2 Impacts sur le comportement et la socialisation

Déjà en 1973, Mahlberg, cité par Gold et al (2006), recensait les effets positifs de la musique, sur un garçon autiste de 7 ans, dans plusieurs domaines : diminution des crises de colère et de l'hyperactivité, prise de conscience de son corps, augmentation de l'attention aux bruits et sons environnants, augmentation des contacts avec le thérapeute, apprentissage de mots. De même, Starr et Zenker (1998), cités par Accordino et al (2007), avaient constaté qu'une chanson pouvait

diminuer les comportements agressifs et la nervosité, dus à un changement d'activité ou à une attente, chez un enfant de 6 ans. L'étude de Orr, Myles, et Carlson (1998), citée par Accordino et al (2007) complète la précédente : l'entraînement rythmique permet de réguler le comportement d'un sujet en proie à un niveau de stress moyen, mais s'avère peu efficace en cas de niveau de stress élevé. Une étude de Lanovaz et al (2011), citée par Simpson et al (2011), montre une diminution des stéréotypies vocales des jeunes autistes grâce à la musique, augmentant alors la disponibilité pour d'autres interventions et les chances d'apprentissage. L'étude de Rapp (2007) fait le même constat en cas de stimulations auditives (écoute de musique préenregistrée). Plusieurs études montrent que les chansons aident les autistes à mieux vivre les périodes de transition souvent génératrices d'angoisse (Baker, 1992 ; Furman, 2001 ; cités par Kern, Aldridge, et Wolery, 2007). Une meilleure acceptation du changement (phases de transition) et une ouverture vis à vis de la nouveauté sont observées en situation d'ateliers musicaux. Grâce à la musique, les jeunes autistes acceptent de prendre part à des expériences nouvelles et retrouvent leur motivation à explorer l'environnement. Thevarthen (2005) écrit à ce sujet : *«La musique peut améliorer l'état d'éveil perturbé d'un enfant, calmant son agitation excessive et facilitant la coordination de ses mouvements. (...) Elle peut également aider à la régulation des émotions et modérer l'expression physique de ses humeurs, en réduisant l'anxiété et le stress».*

Une expérimentation de «cabane musicale» en extérieur a été menée par Kern, Wakeford, et Aldridge (2006) pour essayer de répondre aux objectifs de socialisation fixés pour plusieurs enfants autistes. Il apparaît que la musique et les sons attirent les enfants vers la cabane musicale. Ils jouent côté à côté et s'investissent pendant une durée plus longue qu'à la normale. Par contre, ils ne développent pas de communication entre pairs. Les chansons et les instruments contribuent à créer des routines de jeu en extérieur, propices à la genèse d'interactions, mais sans aboutir à de réels échanges sur la durée de l'observation.

Dans l'étude de Kern et al (2007), des chansons ont été composées puis apprises à deux jeunes autistes et à leurs proches (enseignants et parents) pour faciliter l'apprentissage de routines ainsi que la période de transition entre la maison et la classe. Une amélioration de l'autonomie et une augmentation des salutations avec les autres élèves sont mises en évidence par les auteurs. Kern, Wakeford, Aldridge

(2007) ont comparé l'utilisation de chansons familières à celle de consignes verbales pour l'apprentissage de routines pluriséquentielles (lavage des mains, passage aux toilettes, etc.) pour favoriser l'autonomie d'un petit garçon autiste de 3 ans. Il en ressort une plus grande efficacité des chansons par rapport aux consignes verbales. La musique peut aussi être utilisée comme support à l'apprentissage d'habiletés sociales, contribuant à un meilleur accordage social et émotionnel. L'étude de Brownell (2002), citée par Accordino et al (2007), a mis en évidence une diminution des comportements inadaptés que les enseignements soient écrits (et lus) ou bien qu'ils s'appuient sur un support musical. Mais il émet une réserve sur ce type d'entraînement qui ne semble pas fonctionner avec tous les sujets.

La revue critique de Gold et al (2006) remet en question l'effet des séances quotidiennes de musique sur les problèmes comportementaux des jeunes autistes (2 à 9 ans), l'échantillon étant de trop petite taille pour permettre une conclusion. Les auteurs soulignent l'absence de connaissance sur la généralisation des améliorations comportementales en dehors de séances. Les informations manquent pour pouvoir affirmer que la musique peut agir en toutes circonstances et qu'elle est efficace pour tous les sujets.

3.2.3 Bénéfices sur la communication et le langage

Les auteurs qui se sont intéressés aux effets de la musique sur la communication non verbale constatent une augmentation des échanges non verbaux et des prérequis du langage (regards, imitations, gestes, etc.) parallèlement à la production musicale. Gold et al (2006) analysent les résultats de plusieurs études réalisées sur le sujet et concluent que les sessions musicales améliorent significativement la communication gestuelle et verbale par rapport à une activité «placebo» chez des sujets de moins de 10 ans. Gilseman (2011) passe en revue plusieurs études existantes démontrant une amélioration de l'attention conjointe, des prérequis au langage (tour de rôle, initiation des interactions, jeu symbolique, contact oculaire, etc.), et de la communication verbale (acquisition de mots nouveaux). Quelques séances peuvent même être à l'origine des premiers mots chez des enfants non verbaux (qui exprimeraient moins de dix mots).

L'étude de Starr et al (1998) montre un allongement de la durée de jeu partagé avec le thérapeute (clavier) et de contact oculaire chez un enfant de 5 ans pendant que le thérapeute joue son morceau préféré. L'étude de Kim, Wigram, Gold (2008) réalisée sur des autistes âgés de 3 à 5 ans, verbaux et non verbaux, prouve que les sessions d'improvisation musicale sont plus efficaces que les séances de jeu libre pour favoriser l'attention conjointe et développer les habiletés de communication sociale non verbale. Les tours de rôle, la durée de contact oculaire et le pointage sont mesurés dans les deux conditions. Ils ont également mesuré dans une autre étude (2009) les taux de moments de joie partagée et de «*synchronisation émotionnelle*» qui sont plus élevés et de plus longue durée lors des sessions musicales. L'étude de Gold et al (2006) insiste sur l'amélioration de la communication gestuelle et verbale des jeunes autistes après un entraînement musical régulier de courte durée (une semaine). Siller et Sigman (2002) ont montré que les enfants ayant développé de bonnes qualités d'attention conjointe présentaient les améliorations langagières les plus importantes. Des parents rapportent que leurs enfants non verbaux jusque-là avaient commencé à développer leur langage pendant des séances de musique.

Wimpory, Chadwick, et Nash (1995) ont étudié l'effet de l'utilisation de la musique pour développer les interactions mère-enfant chez un enfant de 3 ans. La harpe et les mouvements de la mère étaient synchronisés pour aider l'enfant à anticiper les actions de la mère. Pendant des séances hebdomadaires, la mère jouait à des jeux de «faire semblant», des jeux sur les genoux, et des chansons pour augmenter les interactions tactiles. Les temps de contact oculaire, d'interactions sociales, de jeux et les prises d'initiatives ont augmenté durablement.

La comparaison entre un entraînement musical réceptif et un entraînement musical productif a été réalisée par Edgerton (1994) auprès d'autistes modérés à sévères, âgés de 6 à 9 ans. Les séances d'improvisation musicale étaient alternées avec des sessions d'écoute musicale seule. Une échelle de notation de la communication non verbale (échanges avec l'animateur) a été utilisée avant et pendant les sessions musicales qui se sont déroulées pendant dix semaines. Les résultats sont en faveur des séances productives pendant lesquelles la communication non verbale et les interactions augmentent (à la différence des séances réceptives pendant lesquelles les interactions diminuent).

Une autre investigation a été menée par Fong et Jelas (2010) pour mesurer l'effet d'un apprentissage de chansons (quinze séances) auprès de cinq sujets autistes dits de «haut niveau», âgés de 8 à 10 ans. Des améliorations au niveau de la communication verbale et non verbale ainsi que sur le plan de la motricité sont enregistrées. En revanche, les auteurs émettent des réserves sur les progrès dans les relations sociales (échanges, initiatives, concentration) et l'expressivité expliquant que la durée de l'apprentissage musical et que le type d'entraînement proposé sont insuffisants.

Une adaptation de la MIT (Melody Intonation Therapy) a vu le jour pour les enfants autistes sous l'appellation de AMMT (Auditory-Motor Mapping Training). Dans l'étude de Wan, Bazen, Baars, Libenson, Zipse, Zuk, Norton, et Schlaug (2011), les résultats d'un entraînement de type AMMT sont mesurés. Six autistes, non verbaux, âgés de 5 à 9 ans suivent quarante séances (cinq jours par semaine pendant huit semaines). Le principe de l'entraînement repose sur une association entre les sons produits à deux mains sur les percussions et les mots ou les phrases entendues. Progressivement, les mots produits par le thérapeute sont induits, puis prononcés par le patient seul, d'abord en répétition immédiate, puis spontanément. La production de mots ou de phrases s'améliore nettement pendant les quinze premières séances et perdure après l'arrêt des séances. De plus, les compétences articulatoires et/ou phonologiques, acquises en séance leur permettent d'améliorer leurs productions en dehors des séances. L'AMMT créerait des liens entre les stimuli auditifs et verbaux. Elle s'appuie sur l'hypothèse que l'action de jouer des percussions «réveillerait» les zones sensori-motrices impliquées dans l'articulation.

Une étude pilote récente de Sandiford, Mainess, et Daher (2012) compare l'effet d'une thérapie mélodique (Melodic Based Communication Therapy) à une thérapie langagière «classique» pour faire émerger le langage chez douze autistes non verbaux, âgés de 5 à 7 ans. La MBCT consiste à écouter des mots sur des mélodies spécifiques préenregistrées (un mot : une mélodie) sans utiliser d'instrument. Les clappements de main sont encouragés car ils sont reconnus comme des activateurs corticaux permettant d'améliorer la production syllabique chez des enfants ayant un retard de parole ou langage. Petit à petit, le thérapeute incite les participants à frapper des mains à l'unisson, puis à compléter les mots cibles entendus jusqu'à les dire intégralement sans aide. Le nombre de mots produits, de mots correctement

prononcés et leur utilisation en dehors des séances (via un questionnaire adressé aux parents) sont mesurés. Les enfants progressent dans les deux conditions (quatre séances de 45 minutes hebdomadaires pendant cinq semaines), mais un peu plus rapidement dans le cas de l'entraînement MBCT (dès la première et troisième semaine d'entraînement). Les tentatives de production verbale et la généralisation semblent meilleures dans le cas de la MBCT si l'on compare les résultats à ceux obtenus après un entraînement langagier traditionnel.

Certains auteurs se sont interrogés sur l'impact relatif des composants musicaux sur les compétences langagières. C'est le cas de l'étude de Buday (1995) dans laquelle l'auteur a comparé l'utilisation d'un support musical et d'un support rythmique pour l'apprentissage de mots signés auprès d'enfants autistes. Le nombre de signes et de mots prononcés correctement était plus élevé dans le cas d'un support musical par rapport à un support rythmique seul car les enfants étaient plus attentifs.

Par ailleurs, plusieurs études ont montré qu'une présentation multimodale de nouveaux mots (auditive et visuelle) était bénéfique aux enfants autistes. Ainsi, d'après l'étude de cas de Thaut (1987), un support musical (chanson) renforcerait la mémorisation de consignes verbales pluriséquentielles et l'utilisation d'un indice visuel permettrait une meilleure compréhension du message. L'étude de Simpson et al (2011) constate également une amélioration durable de la compréhension verbale des mots quand l'apprentissage des mots et des pictogrammes associés est aussi soutenue par une chanson spécifiquement créée.

Dans une méta-analyse sur l'effet d'un traitement musical auprès de jeunes autistes âgés de 3 à 21 ans, Whipple (2004) aboutit à une indication de thérapie musicale auprès d'enfants et d'adolescents avec autisme. Mais cette indication ne fait pas l'unanimité car les résultats de certaines études sont parfois controversés. Ainsi, dans l'étude de Wimpory et al (1995), évoquée précédemment, les bénéfices pourraient être attribués à un simple effet développemental. Dans l'étude d'Edgerton (1994), des proches interrogés sur l'attitude sociale des patients après l'entraînement musical ne constatent aucune persistance des progrès. Dans la revue critique de Gilsenan (2011), les sessions d'entraînement musical n'améliorent pas le pointage et la communication gestuelle à l'inverse d'un entraînement langagier plus classique. D'après Gold et al (2006), les études réalisées jusque-là ne mesurent pas toujours la persistance des améliorations dans le temps et la transposition des acquis à d'autres

contextes. Les méthodologies utilisées (absence de groupe témoin, partialité dans les cotations), l'absence d'analyse statistique due au petit nombre de cas étudiés, l'hétérogénéité des résultats obtenus (entre les différents sujets), ainsi que la diversité des interventions réalisées (ou le manque d'informations sur leur nature) ne permettent pas de tirer de conclusion très précise. En revanche, aucune contre-indication à la pratique musicale n'est formulée à l'exception de patients souffrant d'hyperacousie.

L'étude de Lim (2007) observe l'effet d'un entraînement musical sur le développement de différentes composantes du langage (lexique, phonologie, prosodie, etc.) chez cinquante patients âgés de 3 à 5 ans avec un trouble de spectre autistique. Un tiers des participants suit un entraînement musical, un tiers suit un entraînement verbal (vidéo à l'appui) et le dernier tiers n'est pas entraîné. Les séances consistent à écouter six comptines originales comportant 36 mots cibles. Les individus sont évalués, avant et après l'entraînement, sur leur niveau de compréhension verbale et sur leur expression verbale au sens large englobant la phonologie, la pragmatique, et la prosodie. Les individus ayant bénéficié des entraînements améliorent significativement leurs performances en production et en compréhension lexicale. Les participants ayant suivi l'entraînement musical font des progrès plus importants sur le versant expressif que ceux soumis à l'entraînement verbal sans musique. L'étude met en évidence une relation entre le niveau d'expression lexicale et le niveau d'efficacité non verbale lui-même dépendant du degré de sévérité du trouble. L'entraînement musical semble particulièrement bénéfique aux participants dits de «bas niveau» si l'on en juge par leurs performances expressives en post-test. Les participants dits de «haut niveau» bénéficieraient aussi bien de l'entraînement musical que de l'entraînement langagier. Les sujets écholaliques feraient des progrès plus importants que les autres suite à l'entraînement musical.

Plusieurs auteurs ont démontré qu'il existait des intrications fortes entre les deux systèmes (langage et musique). Chez les autistes déficients, le système sous-tendant les deux est plus efficace pour le traitement de la musique que pour celui de la parole et du langage. L'hypothèse d'une réhabilitation langagière par la musique est pertinente auprès des autistes déficients ayant un trouble de la parole et du langage non seulement parce que la musique mobilise leur attention, mais aussi

parce qu'elle représente un point fort sur lequel s'appuyer pour faire progresser leurs compétences langagières. En d'autres termes, *«la musique engage la coordination centrale des mouvements du corps en imitant sa dynamique. C'est une médiation effective pour créer un accès thérapeutique aux motivations désorganisées d'un enfant autiste et pour rencontrer l'enfant là où sa coordination fonctionne suffisamment bien et où son développement peut être étayé»* (Trevvarthen, 2005). De plus, l'intégration à une activité en groupe offre un cadre privilégié à d'autres interactions sociales, d'autres situations et d'autres modalités de communication.

Nous venons d'exposer plusieurs études qui s'attachent à apprécier l'utilisation de la musique pour développer la communication non verbale et faire émerger les premiers mots chez des jeunes autistes déficients non verbaux. En outre, peu d'entre elles s'intéressent à des sujets plus âgés déjà verbaux ayant un retard langagier massif. De surcroît, beaucoup d'entre elles décrivent les améliorations observées pendant les séances, sans mesurer la généralisation des acquis langagiers en dehors des séances. Il n'existe pas non plus d'études réellement orientées vers la pratique orthophonique, à l'exception de celle de Gilsenan (2011) ; elles font en général le point sur des pratiques utilisées par des musicothérapeutes.

En revanche, il existe plus d'études évaluant l'amélioration de la production que de recherches s'intéressant à l'amélioration de la compréhension. Pourtant le déficit en compréhension est symptomatique du trouble du langage constaté chez les individus avec TED. Les recherches sur l'enrichissement lexical, chez des jeunes déjà verbaux, sont limitées. L'amélioration du stock lexical chez des sujets de plus de 8 ans avec TED et déficience associée représente un axe thérapeutique intéressant pour améliorer la compréhension générale. Ceci nous interroge sur l'impact d'un entraînement musical de courte durée sur l'appropriation d'un stock de mots nouveaux et leur réutilisation dans un autre contexte. L'étude réalisée a pour objectif de définir si la musique peut faciliter la compréhension, l'expression et la mémorisation de nouveaux mots et contribuer à l'amélioration langagière de jeunes avec TED et déficience intellectuelle. C'est pourquoi, une évaluation de plusieurs sujets avec TED est réalisée avant et après un entraînement musical de six semaines, sur un stock lexical de 36 mots cibles (en compréhension et en expression). Les performances lexicales des sujets soumis à l'entraînement musical sont comparées à plusieurs groupes : des sujets soumis à un entraînement

langagier, des sujets non entraînés et enfin des sujets contrôles appariés sur l'âge développemental non verbal.

PARTIE EXPERIMENTALE

1. PARTICIPANTS

Un groupe de dix sujets présentant des TED et un groupe de vingt sujets (enfants et adolescents) ordinaires appariés en âge développemental non verbal ont participé à cette étude.

1.1 Groupe TED

Dix enfants et adolescents présentant des troubles envahissants du développement (deux filles et huit garçons) avec déficience intellectuelle (retard mental léger ou moyen) ont participé à l'étude. Ils sont âgés de 8;1 ans à 17;4 ans (avec une moyenne à 12;3 ans ; écart-type : 3 ans). Tous les sujets sont recrutés à l'IME de Chambray-lès-Tours en région Centre (annexe XIV) après accord parental (annexe I). Les sujets sont scolarisés au sein de l'IME à une fréquence hebdomadaire variable. Sur le plan orthophonique, ils bénéficient tous d'une prise en charge hebdomadaire individuelle et, pour quatre d'entre eux («M.», «Li.», «V.», «T.») d'une prise en charge collective (ateliers comptines). «H.» participe à des ateliers musique trois fois par semaine avec les éducatrices. Les sujets les plus âgés bénéficient de séances d'expression corporelle, d'ateliers musicaux récréatifs et d'ateliers d'improvisation musicale. La musique fait partie intégrante de leur quotidien au sein de la structure. Elle est utilisée par les éducateurs et les thérapeutes à différentes fins (évaluation, détente, travail, récompense). Les sujets choisis n'ont a priori pas de handicap perceptif, ni de réaction de rejet à la musique. Ils sont suivis sur le plan ORL et aucun d'entre eux ne souffre de déficience auditive.

1.1.1 Diagnostic et sévérité du trouble

Ils ont été diagnostiqués TED selon les classifications internationales en vigueur (CIM10 et/ou DSMIV). Parmi les dix participants, huit sont diagnostiqués TED avec troubles autistiques et deux d'entre eux sont diagnostiqués TED atypiques ou non spécifiés («H.», «R.»).

Leur degré de sévérité autistique, évalué à l'aide de l'échelle d'évaluation de l'autisme infantile (CARS de Pry et Aussilloux, 2000), se situe entre 32 et 38, pour les

sept sujets testés à l'aide de cette échelle. Pour les trois autres sujets, les données ne sont pas disponibles. Ainsi, six patients présentent des troubles autistiques légers à modérés (CARS comprise entre 30 et 37), un patient présente des troubles modérés à sévères (CARS supérieure à 37). L'étude exclut de fait les jeunes souffrant de troubles autistiques sévères à profonds.

Les performances globales (verbales et non verbales) des sujets ont été calculées au moyen de l'EDEI-R ou de la WISCIII. Les sujets de l'étude sont atteints d'un retard mental léger (QI compris entre 50 et 70) ou modéré (QI compris entre 35 et 49) avec une moyenne à 52. Ils ont des profils hétérogènes toujours en défaveur du domaine verbal. Leur équivalent en âge développemental non verbal moyen se situe à 8;0 ans (écart-type : 3;4 ans). Les données psychométriques et âges de cette population figurent dans les tableaux 1 (section 1.3) et 2 (section 1.4). Les jeunes souffrant d'une déficience profonde ont été exclus de l'étude car ils sont souvent non verbaux et dans l'incapacité de comprendre les consignes.

1.1.2 Comportement et communication non verbale

Tous les sujets présentent un trouble de la communication non verbale plus ou moins sévère. Les prérequis de la communication sont présents quoique déficitaires (regard, attention conjointe, imitation, etc.). La pathologie des participants s'accompagne souvent d'un trouble massif de l'attention. Poursuite oculaire et attention conjointe sont facilement interrompues et de courte durée. Une forte incitation verbale peut être nécessaire pour obtenir un geste en imitation. Deux tiers d'entre eux sont capables de faire des gestes symboliques et non symboliques sur demande ou imitation.

Les interactions entre pairs sont rares et souvent non verbales. Il leur arrive de s'interpeller, de manifester de l'agressivité, gestuellement, mais la plupart du temps l'indifférence absolue prévaut. Les interactions verbales et non verbales avec l'adulte semblent plus nombreuses. Un descriptif détaillé du comportement et de la communication de chaque sujet figure en annexe XV.

1.1.3 Compétences langagières générales

Tous les sujets ont un trouble de la parole et/ou du langage, secondaire à leur pathologie, touchant les versants réceptif et expressif, à des degrés de sévérité variables. Un récapitulatif de leurs compétences verbales et langagières figure en annexe II. Des extraits de bilans ou de projets thérapeutiques orthophoniques sont joints en annexe XV.

- Compréhension orale

Le niveau de compréhension globale des sujets est très altéré. Ils répondent à leur prénom, aux stimuli auditifs, aux questions et aux consignes simples en contexte. Ils ont une bonne compréhension des interdits. Mais la compréhension hors contexte et la compréhension sociale sont très altérées. Ils ont un déficit majeur au niveau de leur stock lexical (en compréhension et en expression).

- Expression orale

Des troubles articulatoires et phonologiques peuvent être constatés chez certains sujets. Un tiers d'entre eux présente des troubles praxiques ayant pour conséquence un défaut majeur d'intelligibilité. Un tiers d'entre eux présente des troubles articulatoires et phonologiques moins prononcés et un tiers ne présente aucun trouble de la parole.

Les sujets sont non fluents en situation duelle. Ils n'initient pas d'échange et produisent des mots ou des phrases sur sollicitation verbale. Leur niveau expressif est également hétérogène : leur langage spontané peut se réduire à un mot pour certains ou bien à un monologue peu informatif avec des tournures idiosyncrasiques pour d'autres. Leur niveau syntaxique est, pour la moitié d'entre eux, limité au mot phrase ou à une phrase très simple. Pour ceux ayant le niveau le plus élevé, les erreurs dyssyntaxiques sont fréquentes. Leur langage est utilitaire ; il est réduit à des fonctions élémentaires (demande, refus, approbation, choix, réassurance). Ils n'ont pas de stéréotypies verbales à l'exception de «Li.». En revanche, deux tiers des sujets ont une expression écholalique.

- Langage écrit

Les sujets les plus âgés de l'échantillon sont lecteurs, mais ils présentent une hyperlexie et/ou une dyslexie secondaire à leur pathologie avec un défaut majeur de

compréhension. Pour les autres, la lecture est en cours d'apprentissage. Elle restera globale pour certains et sera possible pour d'autres.

1.2 Groupe contrôle

Le groupe contrôle est composé de vingt enfants et adolescents au développement typique, recrutés dans des écoles de Valence (école maternelle Louise Michel, école primaire Albert Camus) ou au centre de loisirs le Grand Charran à Valence. Ils sont appariés sur l'âge développemental non verbal des enfants et adolescents du groupe expérimental. Ce groupe comprend : quatre enfants de 4 ans, deux de 5 ans, deux de 6 ans, quatre de 8 ans, deux de 9 ans, quatre de 10 ans et deux de 16 ans. Ils sont âgés de 4;6 à 16;8 ans (moyenne : 8;6 ans ; écart-type : 3;5 ans) et comprennent trois filles (deux âgées de 5 ans et une de 16 ans) pour dix-sept garçons. Les enfants en difficulté scolaire (RASED, psychologue scolaire, PPE, etc.), ceux bénéficiant d'une prise en charge orthophonique, ceux ayant des antécédents familiaux de trouble du langage oral ou écrit, ceux présentant une scolarité chaotique ou ceux issus de milieux bilingues n'ont pas été inclus dans cette étude.

Les performances globales des sujets ont été évaluées au moyen des matrices de Raven (QI non verbal) et de l'EVIP (QI verbal). Le test des matrices est extrait de la WISCIV (test de 6 à 16;11 ans) ou du WIPPSI3 pour les enfants de moins de 6 ans. Leurs performances aux matrices varient de 8 à 13 sur 19 avec une moyenne à 10,7 ($\pm 1,8$) comme indiqué en annexe III. Aucun des participants de ce groupe ne présentait de score en dessous ou au-dessus des normes. Les recrutements et les passations ont été réalisés par une étudiante de Master 2 en psychologie de l'Université de Savoie.

1.3 Pré-évaluation lexicale générale des sujets

L'évaluation lexicale normalisée des sujets avec TED a pour objectif de constituer deux groupes homogènes appariés sur leur niveau lexical et de définir un niveau de vocabulaire permettant de composer des comptines adaptées.

Les compétences lexicales générales des sujets sont testées au moyen de l'EVIP (Dunn, & Theriault-Whalen, 1993) et de la N-EEL (Chevrie Muller, Plaza, Fournier, & Rigoard, 2001), tests aux consignes simples et de passation rapide ; l'EVIP, test de

vocabulaire destiné aux 3-18 ans, permet d'évaluer le niveau langagier de chaque individu (avec TED et contrôle) en compréhension. Il donne un QI verbal et un équivalent en âge lexical.

L'épreuve expression-vocabulaire (vocabulaire 1 et 2 en dénomination) de la N-EEL, batterie pour les 3;7 à 8;7 ans, est utilisée pour définir le niveau d'expression lexicale. La notation prend en compte leurs difficultés phonologiques ; les résultats sont sans ébauche orale. Cette épreuve n'étant pas utilisée à l'IME, tout effet test et re-test est évité. Les sujets du groupe contrôle qui sont supposés avoir ni retard de parole, ni retard de langage, ne sont pas testés au moyen de la N-EEL sur le versant expressif.

- Compréhension lexicale

Les sujets avec TED présentent un déficit lexical massif en compréhension par rapport à l'âge chronologique. L'équivalent en âge obtenu à l'EVIP est compris entre 2 ans et 7;3 ans, ce qui équivaut à un score brut compris entre le minimum (40) et 68 avec une moyenne à 3;8 ans (écart-type : 1;7 ans). Ils ont un retard lexical moyen en réception de 4 ans par rapport à l'âge développemental non verbal et de 8 ans par rapport à l'âge chronologique mais avec une grande variation intragroupe.

Les performances verbales moyennes sont équivalentes ou deux fois moins élevées que les performances non verbales. Pour ce qui concerne les sujets du groupe contrôle, et comme attendu, la moyenne de l'âge lexical obtenu à l'EVIP correspond à la moyenne des âges chronologiques et des âges développementaux. Le QI verbal obtenu est proche de 100 (moyenne : 98;2 ; écart-type : 28). Les résultats du groupe TED aux tests verbaux sont présentés dans le tableau 1, ci-après, tandis que les résultats du groupe contrôle sont joints en annexe III.

- Production lexicale

Le niveau lexical en expression des sujets avec TED est très chuté par rapport à leur âge chronologique. Le score moyen obtenu par les dix sujets à l'épreuve de vocabulaire est de 33 sur 72. D'après l'étalonnage de la N-EEL, leur niveau lexical en expression est inférieur ou égal à 4 ans à l'exception de «C.» (niveau 8 ans) et de «Lo.» (niveau supérieur à 8 ans). Ils se situent en dessous de leur âge développemental sauf «C.» et «R.» dont la production lexicale est cohérente avec l'âge développemental non verbal.

Certains d'entre eux ont la représentation du mot, mais ne le produisent pas. Ils produisent des définitions par l'usage («laver les mains» à la place de «lavabo», «allumer le feu» pour «allumettes») ou des paraphrasies sémantiques («bougies» pour «allumettes», «poivron» pour «poireau») ou verbales («poire» ou «poireau» pour «poêle», «mouche» ou «loupe» pour «louche»). L'ébauche orale ne les aide pas. Les résultats au test de production lexicale du groupe TED figurent dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : compréhension et production lexicales testées par la N-EEL et par l'EVIP

Sujets	Age chronologique	Age dév. non verbal	Compréhension lexicale (EVIP)		Production lexicale (N-EEL)	
			QI Verbal	Equiv. âge	Voca 1 (sur 72)	Equiv. âge
H.	8;1	4	47	2;9	15	< 4
Lu.	17;4	10	< 40	4	52	7
Li.	11;3	5	< 40	4	16	< 4
C.	12	8	65	7;3	61	8
M.	10;3	6	< 40	2	15	< 4
T.	11;1	9	< 40	2;4	28	4
Lo.	16;6	16	45	6;8	68	> 8
E.	16	8	< 40	3;3	27	4
V.	11;1	10	< 40	2;4	25	4
R.	9;0	4	43	3;3	22	4
Moyenne TED	12;3 ± 3	8;0 ± 3,4	< 44	3;8 ± 1;7	33 ± 20	4
Groupe Contrôle	8;6 ± 3;5	-	98 ± 23	8;6 ± 5;8	-	-

(-) : non réalisé

1.4 Répartition par groupe

Les sujets sont répartis en trois groupes en se fondant sur leur âge lexical moyen. Ce dernier correspond à la moyenne des deux équivalents en âges obtenus aux épreuves de compréhension et d'expression lexicale précédemment décrites.

Chaque groupe d'entraînement est composé de trois sujets (deux garçons et une fille) alors que le groupe témoin compte quatre sujets (quatre garçons). Ils comptent, chacun, deux sujets de «bas niveau» lexical (3 à 4 ans) et un sujet de niveau lexical plus élevé (5;6 ou 7;7 ans). Ainsi, l'âge lexical des sujets du groupe musique est compris entre 3;2 et 5;6 ans ; celui du groupe langage et du groupe témoin est compris entre 3;2 et 7;7 ans.

«E.» est affecté d'emblée au groupe témoin car il n'aime pas les comptines chantées. Initialement «V.» faisait partie du groupe d'entraînement musical qui comptait alors quatre sujets. Compte-tenu de ses difficultés de comportement et d'adaptation aux deux premières séances, il a été affecté au groupe sans entraînement. Les données importantes (âge, QI, sévérité du trouble autistique, niveau de performance non verbale et niveau lexical moyen) correspondant à chaque sous-groupe ainsi que les données individuelles figurent dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : données diagnostiques, psychométriques et lexicales pour chaque groupe

Sujets	Condition	Âge	QI global	Degré sévérité autistique (CARS)	Equivalent en âge non verbal	Âge lexical moyen (compréhension et expression)
H. Li. Lu.	Musique	8;1 11;3 17;4	47 40 50	32 nd nd	4 5 10	3;2 3;9 5;6
C. M. T.	Langage	12 10;3 11;1	61 44 56	34 38 36	8 6 9	7;7 2;9 3;2
E. Lo. R. V.	Sans entraînement	16 16;6 11;1 9;0	38 72 40 70	36,5 nd 33,5 32,5	8 16 4 10	3;7 7;7 3;7 3;2

nd : non défini

2. MATERIEL

2.1 Construction des comptines

2.1.1 Choix des mots cibles

Trois comptines ont été composées dans le cadre de l'étude (annexes IV et IV b) afin d'éviter que les participants ne les connaissent et pour qu'elles soient plus adaptées à leur âge et à leurs préoccupations : 1) la comptine 1, intitulée *La boulangerie*, repose sur le principe de l'encastrement ; 2) la comptine 2, intitulée *Ma journée*,

s'inspire de l'emploi du temps d'un jeune à l'IME ; 3) la comptine 3, intitulée *La tache*, décrit des mésaventures et résout un problème matériel courant.

Ces comptines contiennent 34 mots cibles toujours placés en fin de phrase. Deux comptines comptabilisent 9 mots cibles chacune, et la troisième, plus longue, en compte 16.

Les comptines doivent comptabiliser une moitié de mots connus par les sujets dont l'âge lexical moyen se situe autour de 4 ans, ceci afin de maintenir leur attention. L'autre moitié de mots ne doit pas faire partie du vocabulaire des sujets afin de s'assurer un potentiel d'apprentissage lexical lors des séances d'entraînement. Ainsi la moitié des mots choisis sont acquis avant l'âge de 4 ans. Un quart d'entre eux sont normalement acquis entre 3 et 6 ans, et le quart restant est peu fréquent et acquis après 7 ans.

Compte-tenu de l'hétérogénéité lexicale des sujets, des mots usuels et fréquents ont été sélectionnés (pain, main, etc.) puis complétés, en fonction des contraintes de rimes, par des mots plus rares et délibérément plus ardues (fournil, oculiste, etc.). Pour déterminer les âges d'acquisition au niveau lexical, plusieurs bases de données ont été exploitées, mais les mots cibles n'y figuraient pas toujours («Mots connus par les enfants de 3 ans, 4 ans, 5 ans» de Boisseau ; CHACQFAM de Lachaud, 2006 ; Manulex de Lété, Sprenger-Charolles, & Colé, 2004). L'âge d'acquisition retenu est celui pour lequel 75% des enfants de la classe d'âge réussissent à dénommer l'image présentée. Les mots cibles et les âges d'acquisition présumés sont présentés en annexe V. Les mots cibles, majoritairement des noms usuels de personnes, d'objets, de lieux ou des verbes d'action, sont facilement imageables.

Dans *La boulangerie*, le vocabulaire utilisé appartient au même champ sémantique que le titre (de même pour *La tache*) alors que dans *Ma Journée*, le vocabulaire appartient à des champs sémantiques très différents. Le style des comptines relève du registre oral et les rimes sont très libres. Les mots cibles appartiennent à différentes classes grammaticales (annexe V):

- 24% de verbes dont des formes pronominales, passives, infinitives ou conjuguées (présent et futur), des tournures impersonnelles (c'est l'heure de, il faut, on peut, etc.) ou conjuguées à la première personne du singulier ;
- 24% d'adjectifs (dont des participes passés verbaux) ;

- 53% de noms communs précédés majoritairement d'articles (singulier et pluriel). Dans *La tache*, il y a une concentration de noms communs.

2.1.2 Arrangements musicaux

Toutes les comptines sont enregistrées sur un CD (annexe IV b). Elles sont enregistrées par une chanteuse qui anime régulièrement des ateliers d'improvisation musicale à l'IME. Elle a choisi de les interpréter à une tessiture moyenne pour permettre à tous les sujets de les chanter. Elle s'accompagne à la guitare pour les deux morceaux les plus courts (1 minute). La version instrumentale d'un standard du jazz aux sonorités inspirées de la musique latine (flûte, trompette, piano, trombone, percussions) lui sert d'accompagnement pour la comptine la plus longue (2 minutes). Les rythmes sont binaires, mais ils varient (2/2, 4/4). Les tempos sont rapides pour soutenir l'impression d'accumulation ou d'empilement souhaitée dans *Ma journée*, et *La boulangerie*.

- Comptine 1 : dans *Ma journée*, la mélodie est enjouée (accords majeurs), la rythmique est régulière (2/2/6 pieds) et les sonorités se répètent jusqu'au milieu de la comptine. L'amplitude vocale est inférieure à l'octave, mais elle devient de plus en plus aiguë jusqu'à la rupture. C'est la comptine au tempo le plus rapide.

- Comptine 2 : *La boulangerie* ressemble beaucoup à la comptine précédente (rythme binaire, mélodie répétitive et enjouée, tessiture moyenne). La mélodie est facile à reproduire et à mémoriser. Le changement rythmique en milieu de comptine peut surprendre créant ainsi un effet d'accélération.

- Comptine 3 : *La tache* a des similitudes avec les autres comptines à plusieurs différences près : rythme plus varié (arrêts, reprises, improvisation musicale au trombone et congas), tempo plus lent, intervalles de tons réduits malgré une amplitude vocale supérieure à l'octave, accords mineurs.

2.1.3 Supports visuels de la phase d'apprentissage

Les mots cibles des comptines sont illustrés par des photographies couleur au format A4, issues de Google Images et de la photothèque d'Orthomalin (2012). Les mêmes illustrations sont présentées aux deux groupes lors des entraînements pour

permettre leur compréhension et favoriser la rétention des mots cibles. Elles sont différentes des images utilisées pendant les évaluations. Des exemples de supports visuels illustrant les mots cibles sont présentés dans la figure 1 ci-dessous. L'intégralité des supports visuels de la phase d'apprentissage est annexée (annexe IV b et annexe VI).



Figure 1 : exemples de supports visuels illustrant les mots cibles lors des entraînements

2.2 Evaluations lexicales sur les mots cibles

Deux évaluations ont été élaborées : l'une d'elle sert à évaluer la compréhension des mots cibles et l'autre la capacité à les produire. Elles sont respectivement présentées dans les annexes X et VIII.

2.2.1 Evaluation de la compréhension lexicale

Cette évaluation s'inspire de l'EVIP dans sa présentation ainsi que dans les consignes administrées. Le sujet doit désigner l'image correspondant au mot cible parmi quatre images en couleur de taille identique.

Les images qui proviennent principalement de deux sources (Photothèque d'Orthomalin, 2012 ; Vocabulaire en images de C. Leboeuf) sont homogènes dans leur présentation. Trois distracteurs sont introduits en regard de l'image cible : a) une image correspondant à un intrus phonologique ; b) une image correspondant à un intrus sémantique ; c) une image pouvant être un contraire, une cause, une conséquence, ou autre. Par exemple, le mot cible «pain» (3) est opposé à :

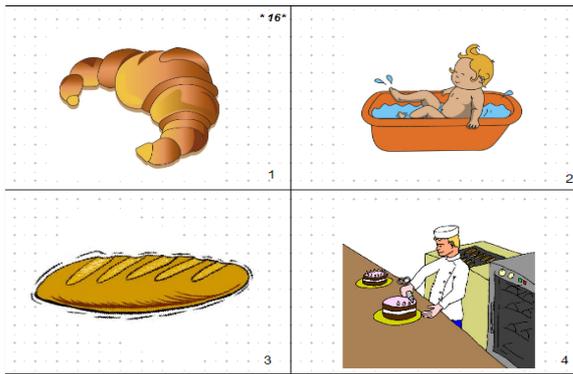
«croissant» (1), «bain» (2), «pâtissier» (4), comme illustré dans la figure 2 ci-après. Les illustrations des mots cibles sont placées aléatoirement dans l'un des quatre cadrans de la page (position 1 à 4). Les images des mots cibles des trois comptines sont présentées dans le désordre (non-respect de l'ordre d'apparition dans les comptines). L'ordre de présentation diffère également entre l'évaluation en compréhension et celle en expression.

Lors de la passation, «montre-moi» suivi du mot cible sans déterminant est demandé au sujet. Le numéro de l'image choisie par le sujet est noté pour chaque item. Le score correspond au nombre de désignations correctes. La feuille de cotation fait partie des annexes (annexe IX). La durée de l'évaluation est d'environ 15 minutes.

2.2.2 Evaluation de la production lexicale

L'évaluation est réalisée sur les mêmes mots cibles que ceux testés en compréhension. Elle repose sur le principe des phrases inductrices. Une image en couleur, supposée claire et non ambiguë, au format A4, est présentée au sujet. Elle est commentée par une phrase inachevée. Le sujet doit terminer la phrase avec le mot cible attendu. Les phrases sont différentes de celles composant les comptines. Les mots cibles se trouvent toujours à la fin. Par exemple, le mot cible «oculiste» est attendu lorsque l'image de la figure 2 est présentée en même temps que la phrase à compléter : «*Le docteur des yeux s'appelle un...*».

Les automatismes verbaux sont évités (sauf dans l'expression «*baguette magique*»). Le déterminant est donné, ainsi que le pronom réfléchi pour les verbes pronominaux. Chaque image n'est utilisée qu'une fois. Les images présentes dans l'évaluation sont différentes de celles utilisées dans l'évaluation de la compréhension. A cette étape, la cotation est considérée comme juste, même si le mot est énoncé avec une déformation phonologique ou une erreur morphosyntaxique, mais il doit être reconnu par l'examineur. La feuille de cotation est présentée dans l'annexe VII. Lors de l'évaluation initiale, le mot exact n'est pas prononcé par l'examineur même si le jeune est mis en échec. La durée de l'évaluation est d'environ 10 minutes.



Le docteur qui s'occupe des yeux s'appelle un

Figure 2 : extraits de l'évaluation en compréhension (mot cible : pain) et de l'évaluation en expression (mot cible : oculiste)

3. PROCEDURE GENERALE

Tous les sujets sont évalués individuellement sur leur compréhension et leur capacité à produire les mots cibles avant les séances d'entraînement. L'évaluation en expression est réalisée une semaine après celle en compréhension pour éviter tout effet d'apprentissage. Pour l'épreuve de dénomination, les sujets sont enregistrés. Tous les sujets avec TED y compris ceux du groupe témoin sont évalués à trois mois d'intervalle en utilisant les mêmes épreuves lexicales.

Trois sujets préalablement sélectionnés sont soumis à un entraînement hebdomadaire musical de 30 minutes en petit groupe. Les trois autres sujets sont soumis à un entraînement hebdomadaire langagier de même durée. Les séances sont inscrites dans leur agenda ou sur leur planning. Elles ont lieu dans la même salle. Elles ont été filmées avec le consentement parental. L'entraînement musical est encadré par deux adultes en moyenne. Deux séances sont co-animées avec la musicienne intervenante tandis que l'entraînement langagier est encadré par un seul adulte.

Les sujets ont participé à six séances pendant cinq semaines consécutives, la sixième séance ayant lieu après une interruption de deux semaines. Un sujet du groupe langage («C.»), absent à la cinquième séance, se verra dispenser une

séance individuelle de rattrapage. Son évaluation lexicale post-entraînement sera décalée d'une semaine par rapport aux autres sujets.

Les sujets du groupe contrôle ne sont évalués qu'une fois. Les passations sont effectuées parallèlement par une étudiante de Master 2 en Psychologie à l'Université de Savoie.

4. DESCRIPTION DES ENTRAÎNEMENTS

4.1 Cadre et plan des séances

4.1.1 Entraînement musical

Les séances sont très ritualisées. Le début est marqué par le bâton de pluie et quelques phrases introductives sont adressées à chacun. Une musique de transition est écoutée à chaque changement d'activité musicale. En guise de conclusion, une musique en langue étrangère est écoutée, quelques phrases sont prononcées et les instruments sont rangés. A la toute dernière séance, une autre musique très rythmée est choisie pour les inviter à danser et pour clôturer l'activité. Chaque séance est construite en quatre temps d'une durée de 5 à 10 minutes :

1. Eveil musical (5 minutes) :

L'objectif est d'éveiller le sens auditif des sujets. Ce temps est censé faire le lien entre la réalité et le monde sonore. Trois ou quatre extraits musicaux avec bruitages sont entendus (averse, cigales, mer, reinettes, etc.). Lors des premières séances, le titre du morceau écouté est donné. Pendant les séances suivantes, les sujets doivent les reconnaître. Des objets en lien avec le thème sont parfois utilisés (le parapluie pour l'averse, par exemple).

2. Travail d'attention conjointe (5 minutes) :

Un extrait de musique classique est «scénarisé» dans le but d'attirer l'attention conjointe des sujets sans surcharge langagière. Le même morceau est écouté pendant deux séances consécutives. Les extraits suivants ont été entendus : *le Vol du bourdon* de Rimsky-Korsakov, *le Duo des chats* de Rossini ou *la Symphonie des jouets* de Mozart.

3. Apprentissage des comptines (10 minutes) :

Les trois comptines sont écoutées successivement deux fois (à partir d'un enregistrement sur CD ou chantées en direct). Des supports visuels sont présentés simultanément pour soutenir la compréhension des mots cibles. L'objectif de cette phase est l'apprentissage de nouveaux mots grâce aux stimuli visuels et auditifs. L'ordre d'écoute des comptines varie d'une séance à l'autre.

4. Stimulation de l'expression autour des comptines (10 minutes) :

Des instruments de musique (sifflet, grelots, crécelle, percussions, maracas, tambourin, mini djembé, castagnettes, sonnette de vélo) sont distribués aux participants afin qu'ils deviennent acteurs des comptines et qu'ils s'approprient les paroles, les rythmes et les mélodies. Les sujets sont aussi encouragés à taper dans leurs mains, à fredonner l'air. Les versions chantées ou instrumentales préenregistrées sont alors réécoutées jusqu'à trois fois chacune. A partir de la troisième séance, les sujets sont encouragés à chanter et à produire les paroles avec l'aide des supports visuels. Le texte des chansons est proposé au seul sujet lecteur.

4.1.2 Entraînement langagier

Les séances sont moins ritualisées que les séances musicales, mais elles démarrent et finissent par les mêmes phrases. Pour signifier la fin de la séance, les jouets sont rangés et quelques phrases de fin sont prononcées. A la dernière séance, un message verbal a été adressé pour signifier la fin de l'activité. Chaque séance est construite en trois temps d'une durée de 5 à 15 minutes :

1. Lecture d'album (5 minutes) :

Un album, en rapport avec une des thématiques des comptines, est lu aux participants pendant deux séances successives (leurs titres figurent dans la bibliographie). L'objectif principal est de capter l'attention des sujets et de les préparer à intégrer simultanément des informations verbales et visuelles.

2. Apprentissage des comptines (10 minutes) :

Les comptines sont lues en direct (pas d'enregistrement sonore) à un rythme un peu plus lent que dans leur version musicale. Les supports visuels sont présentés simultanément pour soutenir la compréhension des mots cibles. Les comptines sont

lues deux fois à l'exception de la comptine scénarisée qui n'est lue qu'une fois. L'objectif est de permettre l'apprentissage des mots cibles grâce aux stimuli visuels et verbaux. L'ordre de lecture des comptines varie d'une séance à l'autre.

3. Scénarisation d'une comptine (15 minutes) :

Une même comptine est travaillée pendant deux séances de suite. Une présentation pluri sensorielle et ludique de quelques mots cibles contenus dans le texte est faite. L'objectif de cette phase est aussi bien le renforcement de la compréhension des mots cibles que leur production. Lors de la présentation du matériel, plusieurs sens sont mobilisés (audition, odorat, sens tactile, goût, vue). Plusieurs objets renvoyant au même mot sont présentés, dénommés, manipulés. Des activités thématiques courtes sont proposées successivement aux jeunes : une vidéo brève (sans son) commentée avec les mots cibles est projetée ; des photos extraites de catalogues sont utilisées pour la dénomination. Quelques exemples concrets de matériel utilisé sont listés ci-dessous :

- Pour *La tache*, des vêtements de poupée (tachés ou propres, mouillés ou secs) sont touchés, observés, sentis et mis à sécher sur un fil ; les sujets sont incités à jouer avec des machines à laver miniaturisées, une buanderie «Barbie» et des poupées (à habiller, à préparer).
- Pour *La boulangerie*, des échantillons de plusieurs sortes de pains sont goûtés. Levure, farine et pâte sont apportés. Des saynettes entre le boulanger, la boulangère et des clients sont jouées avec la boulangerie Playmobil.
- Pour *Ma journée*, les sujets règlent les heures de la comptine sur un réveil, une pendule ou une montre ; des voitures sont distribuées pour faire semblant de se stationner, etc.

4.2 Comportement et participation individuelle des sujets

4.2.1 Entraînement musical

Les sujets viennent facilement en séance. Lors de la première séance, deux sujets se lèvent à la fin de certains extraits musicaux imaginant à chaque fois que l'activité est finie. Mais, il semble que les repères temporels et que la structure de la séance commencent à être intégrés dès la troisième séance puisque leur comportement se régule.

L'écoute, l'attention visuelle et la participation sont de qualité pour deux participants sur trois. Les sujets «H.» et «Lu.» sont très attentifs aux stimuli visuels présentés à la différence de «Li.» dont le regard et l'attention conjointe sont de courte durée.

«Lu.» semble prendre du plaisir à écouter les comptines, mais son investissement au cours des séances est variable. Il a souvent besoin d'être sollicité pour jouer des percussions. Lors d'une séance, il produit spontanément la mélodie. Il accepte de lire les textes des comptines et de chanter aux deux dernières séances.

«H.» accroît sa participation et manifeste un plaisir grandissant au fil des séances. Il joue avec les instruments quand il y est incité. Il s'empare des supports visuels et tourne les pages du classeur en rythme. Dès la quatrième séance, il produit spontanément certains mots cibles mais toujours avec une altération phonologique.

«Li.» exprime verbalement ou gestuellement, à chaque séance, son opposition à participer (sauf aux temps 1 et 2 de la séance). Ce rejet peut être interprété par de l'anxiété générée par une nouvelle activité au sein d'un nouveau groupe. En revanche, elle tait ses stéréotypies verbales. Elle est très envahie par sa gestuelle et ne regarde pas toutes les aides visuelles présentées. Elle ne complète pas les phrases avec les mots cibles malgré l'incitation verbale.

4.2.2 Entraînement langagier

Les trois sujets viennent facilement en séance même si «M.» peut se montrer opposante, se mettre en colère ou pleurer face à la frustration. «M.» et «C.» sont en permanence attirés par d'autres stimuli (fenêtres, bruits extérieurs, jouets, livres, etc.) et se lèvent fréquemment. En revanche, leur attention est de meilleure qualité quand

un support visuel leur est présenté. Ils sont très réceptifs au matériel et aux échantillons présentés ; par contre le jeu libre est souvent de très courte durée.

Les interactions avec l'adulte (recherche d'attention et demandes) sont plus développées dans ce groupe par rapport au groupe soumis à l'entraînement musical. «T.» se montre très attentif pendant toute la séance et interpelle facilement l'adulte. Il dénomme spontanément sur présentation des supports visuels. Il ne se corrige pas malgré les corrections apportées ; il persévère : «la classe» pour «absent», «du pain» pour «boulangerie», «réparer» pour «préparer».

«C.» est facilement distrait et présente une grande instabilité motrice. Il accepte de lire à voix haute les comptines à la cinquième séance. Son écoute est de qualité à la première présentation. Il répète les mots cibles ou les donne sur sollicitation.

L'attention de «M.» est très labile. Son regard est de qualité quand elle accepte l'activité. Elle ne produit pas de mots cibles spontanément. Elle peut les produire sur sollicitation verbale ou les répéter avec des déformations phonologiques. Elle jargonne beaucoup. Elle exprime son refus verbalement et exprime quelques demandes spontanées verbales ou gestuelles à l'adulte (pointage).

5. PRESENTATION DES RESULTATS

5.1 Hypothèses opérationnelles et calculs réalisés

Toutes les hypothèses opérationnelles sont présentées sur la figure 3. On appelle «pré-test» la phase d'évaluation ayant lieu avant l'entraînement et «post-test» la phase d'évaluation après l'entraînement. En pré-test, on s'attend à ce que les compétences lexicales en compréhension et en expression des sujets avec TED soient inférieures à celles du groupe contrôle apparié en âge développemental non verbal. Après l'entraînement musical ou langagier, les compétences lexicales des sujets avec TED devraient devenir équivalentes à celles des sujets du groupe contrôle. A l'inverse, les performances lexicales du groupe TED sans entraînement devraient peu évoluer entre les deux périodes et elles devraient rester inférieures à celles du groupe contrôle.

Une comparaison qualitative des deux types d'entraînement (musical versus langagier) pourrait permettre de se prononcer en faveur de l'un ou de l'autre.

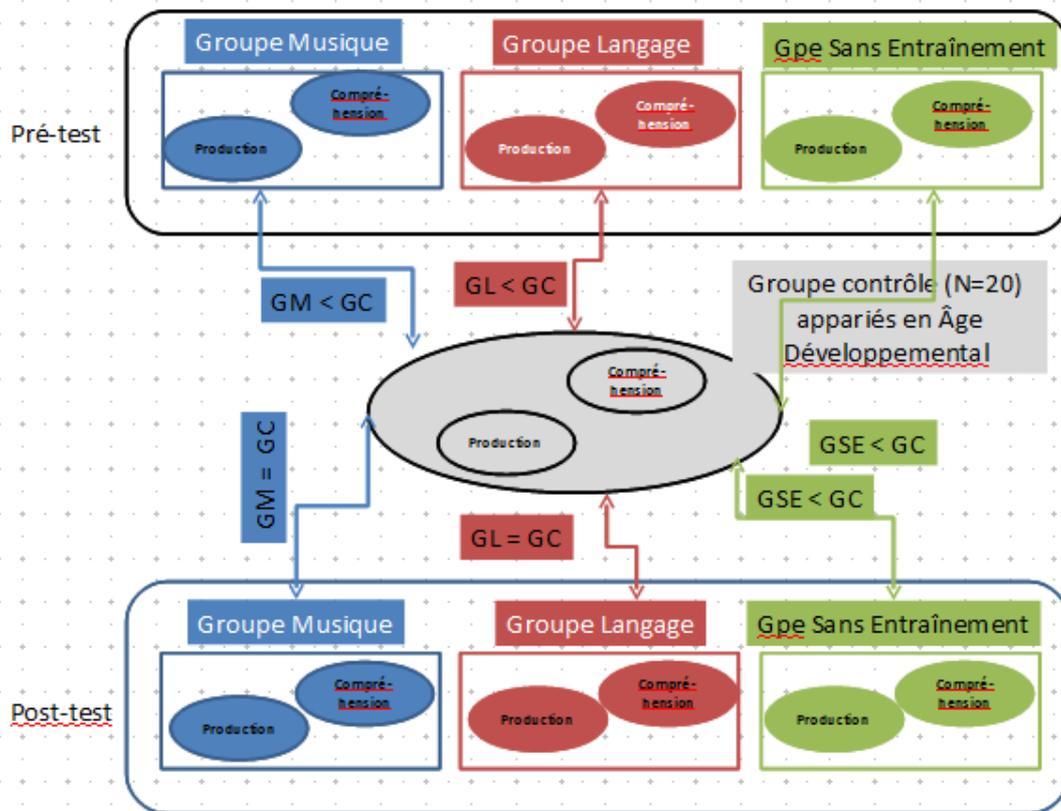


Figure 3 : hypothèses d'évolution des compétences lexicales de chaque sous-groupe (GM : groupe musique ; GL : groupe langage ; GSE : groupe sans entraînement) comparativement au groupe contrôle (GC)

Un taux de mots cibles correctement désignés est calculé pour chaque individu dans les quatre groupes de sujets (musique, langage, sans entraînement et contrôle). Un taux de mots cibles correctement produits (sans tenir compte des déformations phonologiques) est également calculé pour chaque individu de chaque groupe. Les performances de chaque sujet avec TED sont comparées à celles du groupe contrôle en compréhension et en expression grâce au calcul du z-score. L'écart est considéré significatif dès lors que le z-score est de $-1,5$. Le seuil critique est atteint quand la valeur du z-score devient inférieure ou égale à $-1,5$. Elle est dans la norme quand elle est comprise entre $-1,4$ et supérieure à 0 . La comparaison des z-scores avant et après l'entraînement permet de déterminer s'il y a un effet d'apprentissage.

Le passage d'un z-score inférieur au seuil pathologique à un z-score situé dans la norme prouve le bénéfice de l'entraînement.

$$\text{Z-score} = \frac{(\text{score individuel} - \text{score moyen du groupe contrôle})}{\text{écart-type du groupe contrôle}}$$

5.2 Description des résultats

Le tableau 3 présente les pourcentages de mots cibles compris et produits, avant et après l'entraînement, pour chaque sujet avec TED entraîné, ainsi que les z-scores permettant d'apprécier l'impact individuel de l'entraînement.

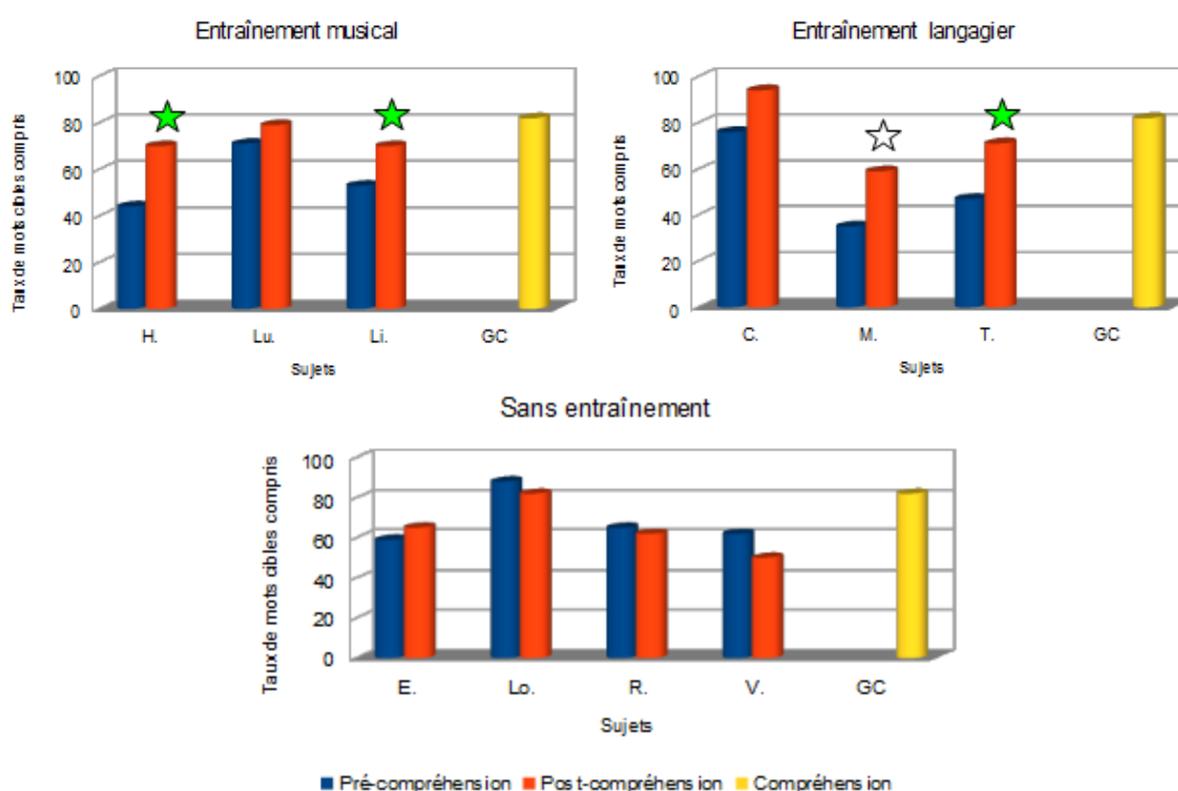
Les scores obtenus aux évaluations en compréhension et en production de mots cibles sont cohérents avec les résultats obtenus aux tests lexicaux standardisés (EVIP, N-EEL). «C.» et «Lo.» présentent les pourcentages de réponses correctes en désignation et en dénomination les plus élevés parmi les sujets avec TED. A l'opposé, «H.», «M.», et «T.» présentent les pourcentages de réponses les plus bas sur les deux versants. On constate que le niveau de compréhension lexicale sur les mots cibles est souvent deux fois plus élevé que le niveau d'expression lexicale aussi bien en pré-test qu'en post-test (comme habituellement pour les enfants ordinaires).

Tableau 3 : pourcentage de mots cibles compris et produits, calcul des z-scores, en pré-test et en post-test, pour tous les sujets TED et pour le groupe contrôle

Sujets	Condition	Compréhension				Production			
		Pré-test	z-score	Post-test	z-score	Pré-test	Z-score	Post-test	z-score
H. Li. Lu.	Musique	44%	-2,8	70%	-0,8	23%	-2,2	32%	-1,7
C. M. T.	Langage	76%	-0,4	94%	0,9	50%	-0,7	68%	0,3
E. Lo. R. V.	Sans entraînement	59%	-1,7	65%	-1,3	26%	-2,1	32%	-1,7
		88%	0,5	82%	0	62%	0	62%	0
		65%	-1,3	62%	-1,5	29%	-1,9	32%	-1,7
		62%	-1,5	50%	-2,4	32%	-1,7	35%	-1,5
GC	Moyenne ET (min - max)	82% ±13% (55-100%)	-	-	-	62% ±17% (23-97%)			

5.2.1 Versant réceptif

Le graphique 1, présenté ci-dessous, illustre l'évolution des scores obtenus à l'évaluation de la compréhension lexicale en pré-test et en post-test. Ils sont exprimés en pourcentage de mots correctement désignés. Les différences significatives sont désignées par une étoile verte. «Significatif» veut dire que le z-score est passé d'un seuil critique en pré-test à un score normal en post-test, en référence à un groupe contrôle apparié sur l'âge développemental non verbal. L'étoile blanche signifie que les progrès, bien qu'importants, ne sont pas jugés significatifs du point de vue statistique.



★ Différence significative entre pré et post-test en référence aux scores du groupe contrôle

Graphique 1 : compréhension lexicale en pré-test et en post-test des groupes soumis à l'entraînement musical, langagier ou sans entraînement en référence au groupe contrôle

- Groupe sans entraînement

Deux sujets sur quatre ont un niveau lexical en compréhension significativement inférieur au groupe contrôle. C'est le cas de «E.» (z-score de -1,7), de «V.» (z-score

de -1,5) ; le sujet «R.» avec un z-score de -1,3 en pré-test ne se démarque pas significativement des sujets contrôles malgré un score proche de la significativité. Le sujet «Lo.» se situe au même niveau que celui du groupe contrôle avec un z-score de 0,5. L'absence d'amélioration entre les deux périodes pré et post-test sont conformes aux hypothèses. En effet, en post-test deux sujets sur quatre présentent des scores significativement inférieurs à ceux du groupe contrôle (-1,5 pour «R.» et -2,4 pour «V.»). Pour ce qui concerne le sujet «R.», on constate une diminution des performances puisqu'il présente un score significativement moins bon que celui des sujets contrôles en post-test alors qu'il était dans la norme en pré-test. Seul le sujet, «E.» progresse spontanément : son pourcentage en compréhension lexicale passe de 59% à 65% du pré-test au post-test, ce qui le conduit d'un z-score de -1,7 (seuil critique) à -1,3 (seuil proche du seuil critique mais néanmoins dans la subnormalité par rapport au groupe contrôle). Cette amélioration lexicale peut s'expliquer par les effets des autres prises en charge (orthophonie, classe, etc.) et des stimulations environnementales. Le sujet «Lo.» dont le score était équivalent en pré-test à celui du groupe contrôle reste dans la norme en post-test (z-score supérieur à 0 dans les deux cas).

- Groupe soumis à l'entraînement musical

Le pourcentage de mots cibles compris par les sujets augmente significativement pour deux sujets sur trois. Les taux en compréhension de «H.» et «Li.» passent respectivement de 44% à 70% et de 53% à 70%. Leur z-score en compréhension passe d'un score significativement inférieur au groupe contrôle à un score équivalent à ce dernier (z-score passant de -2,8 à -0,8 pour «H.» et de -2,2 à -0,8 pour «Li.»). Par contre, pour «Lu.», les résultats ne sont pas probants dans la mesure où son niveau de compréhension lexicale qui est déjà élevé en pré-test (71%) reste donc identique à celui du groupe contrôle en post-test (z-score passant de -0,8 à -0,2).

- Groupe soumis à l'entraînement langagier

Le pourcentage de mots cibles compris augmente significativement pour «T.». Pour «M.» dont le pourcentage en compréhension passe de 35% à 59%, le score se rapproche de celui du groupe contrôle en post-test sans l'atteindre du fait d'un déficit initial massif. «C.» qui a une compréhension lexicale comparable au groupe contrôle avant l'entraînement semble même progresser. La variation du z-score (+1,3) et le

taux de compréhension de 94% en post-test supportent l'idée d'un réel effet d'apprentissage.

En résumé, deux sujets sur trois ayant bénéficié d'un entraînement musical et deux sujets sur trois ayant bénéficié d'un entraînement langagier (même si le z-score reste en dessous du seuil critique, les progrès de «M.» étant tellement remarquables) améliorent significativement leur compréhension lexicale des mots cibles. Pour un sujet du groupe musique et un sujet du groupe langage, il n'y a pas d'amélioration significative.

5.2.2 Versant expressif

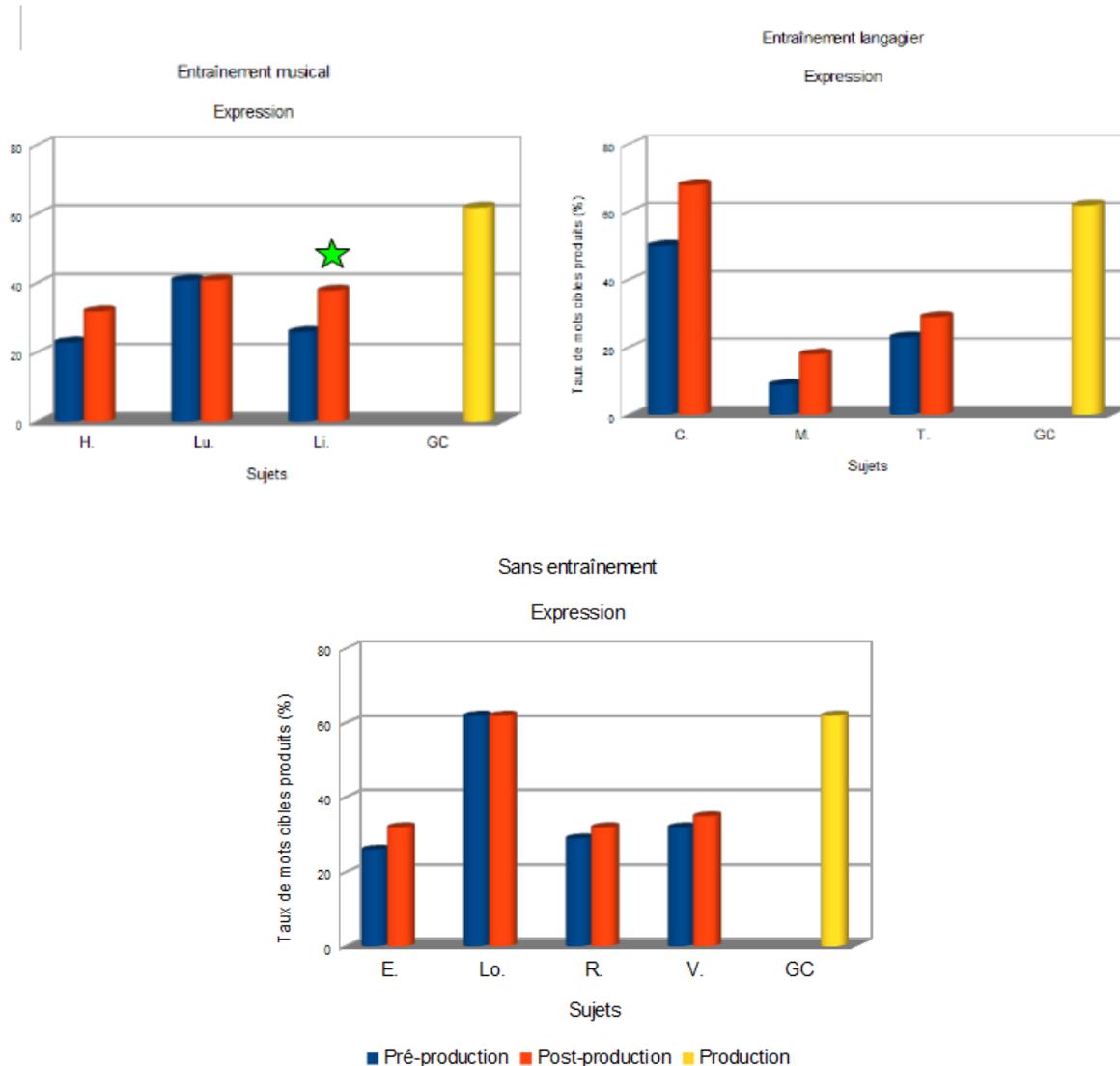
Le graphique 2 ci-dessous illustre les scores en production lexicale obtenus au pré-test et au post-test. Ils sont exprimés en pourcentage de mots correctement dénommés. Les différences significatives sont désignées par une étoile.

- Groupe sans entraînement

Trois sujets sur quatre ont un niveau de production lexicale significativement inférieur au groupe contrôle (z-score de -2,1 pour «E.», de -1,9 pour «R.» et de -1,7 pour «V.»). Le taux de mots produits se situe autour de 30% à l'exception de «Lo.» qui se démarque par des performances comparables au groupe contrôle (60%) et un z-score nul pour le pré-test et le post-test. Comme prévu, les pourcentages de production lexicale restent sensiblement identiques entre les deux périodes et significativement inférieurs au groupe contrôle (z-score de -1,7 pour «E.» et «R.», -1,5 pour «V.»).

- Groupe soumis à l'entraînement musical

Le pourcentage de mots cibles produits par les sujets du groupe musique augmente significativement pour un sujet sur trois («Li.») dont le taux de mots cibles produits progresse de 26% à 38% avec un z-score de -2,1 en pré-test et de -1,4 en post-test. Le score de «H.» reste significativement inférieur à celui du groupe contrôle après l'entraînement (z-score de -2,2 en pré-test et de -1,7 en post-test). Pour «Lu.», dont la production lexicale est dans la subnormalité par rapport au groupe contrôle, aucun progrès n'est constaté puisque son z-score le situe toujours au même niveau après l'entraînement.



★ Différence significative entre pré et post-test en référence aux scores du groupe contrôle

Graphique 2 : expression lexicale en pré-test et en post-test des trois groupes en référence au groupe contrôle

- Groupe soumis à l'entraînement langagier

Le pourcentage de mots cibles produits en pré-test est significativement inférieur au groupe contrôle pour deux sujets sur trois (avec des z-scores de -3,1 pour «M.» et -2,2 pour «T.»). Leurs performances lexicales restent significativement inférieures à celles mesurées dans le groupe contrôle après l'entraînement (avec des z-scores respectifs de -2,6 et -1,9). Pour «C.» dont la production lexicale est comparable au groupe contrôle avant l'entraînement, le taux de mots cibles exprimés progresse de 50 à 68%. Mais d'après l'analyse statistique, cette progression (avec un z-score de -0,7 en pré-test et de +0,3 en post-test) ne peut pas être directement imputée à

l'entraînement. En revanche, grâce à une analyse plus qualitative de ses productions, force est de constater qu'il s'est approprié des mots cibles peu fréquents probablement peu utilisés dans son environnement (fournil, ourlet, etc.). On peut donc en conclure qu'un sujet du groupe langage aurait amélioré sa production lexicale sans pouvoir le prouver statistiquement.

5.2.3 Comparaison des deux entraînements

5.2.3.1 En référence au groupe contrôle

Le tableau 4 synthétise les résultats précédents afin de comparer les effets d'un entraînement musical à ceux d'un entraînement langagier chez des sujets avec TED. Il est impossible d'affirmer la supériorité d'un entraînement par rapport à l'autre. Étant donné la petite taille de l'échantillon, aucune analyse statistique n'est possible, mais une analyse plus qualitative peut être réalisée.

- Compréhension

Dans le groupe musique comme dans le groupe langage, deux sujets améliorent significativement leur compréhension lexicale. «M.» est comptabilisée même si elle se situe à la limite inférieure (déficit initial massif) étant donné les progrès réalisés.

Tableau 4 : comparaison des améliorations lexicales par type d'entraînement

Sujets	Condition	Améliorations significatives en compréhension	Améliorations significatives en production
H. Li. Lu.	Musique	+ + nc	- + nc
C. M. T.	Langage	nc (+) +	nc (+) - -

nc : non concerné car score comparable (ou dans la subnormalité) par rapport au groupe contrôle

- Expression

Dans le groupe musique, un sujet progresse significativement par rapport au groupe contrôle. Dans le groupe langage, aucun sujet n'améliore significativement son expression lexicale sauf «C.» qui d'après les mots produits semble avoir bénéficié de l'entraînement langagier.

Les deux entraînements semblent bénéfiques sur le plan de la compréhension lexicale. L'entraînement musical permet à un sujet d'améliorer significativement son expression tandis que l'entraînement langagier semble bénéfique pour un sujet déjà performant sans pouvoir le prouver statistiquement. Les entraînements musicaux et langagiers pourraient améliorer l'expression. Ces conclusions nécessiteraient d'être confirmées sur un plus grand nombre de sujets.

5.2.3.2 En référence aux sujets de même âge développemental

Une autre analyse qualitative s'impose étant donné la grande disparité des âges développementaux couverts par l'étude. Un rapprochement des performances lexicales des sujets avec TED et des sujets de même âge développemental permettrait d'apprécier les progrès réalisés individuellement afin de savoir si l'entraînement a permis de combler le retard initial supposé (en compréhension ou en expression). Les données sont présentées dans le tableau 5 ci-dessous.

Les résultats confirment globalement les conclusions précédentes sur les effets des entraînements. Ces données sont à considérer avec précaution dans la mesure où chaque sujet avec TED est comparé à deux ou quatre sujets contrôles, ce qui est insuffisant d'un point de vue statistique.

Tableau 5 : comparaison des performances en compréhension et en expression de chaque sujet TED avec les sujets contrôles appariés en âge développemental

Sujet	Condition	ÂD	Compréhension			Expression		
			Sujet TED Pré-test	Sujet TED Post-test	Sujets appariés (%)	Sujet TED Pré-test	Sujet TED Post-test	Sujets appariés (%)
H. Li. Lu.	Musique	4	44%	70%	59;68;68;71	23%	32%	23; 41;44;53
		5	53%	70%	56;68	26%	38%	44;73
		10	71%	79%	82;88;94;99	41%	41%	50;62;68;68
C. M. T.	Langage	8	76%	94%	82;85;88;91	50%	68%	56;59;68;71
		6	35%	59%	76;79	9%	18%	56;71
		9	47%	71%	88;97	23%	29%	68;73
E. Lo. R. V.	Sans entraînement	8	59%	65%	82;85;88;91	26%	32%	56;59;68;71
		16	88%	82%	100;97	62%	62%	91;97
		4	65%	62%	59;68;68;71	29%	32%	23; 41;44;53
		10	62%	50%	82;88;94;99	32%	35%	50;62;68;68

ÂD : Âge Développemental

- Compréhension

«Li.» n'aurait pas de déficit initial en compréhension par rapport à des sujets de même âge développemental. Pour «H.», le retard en compréhension semble confirmé et l'entraînement semble le combler. «Lu.» qui semble avoir des performances légèrement inférieures aux sujets de même âge développemental se situerait toujours dans la subnormalité après l'entraînement.

Tous les sujets du groupe langage présenteraient un retard par rapport aux sujets appariés du groupe contrôle. L'entraînement semble combler le retard de «C.» qui rattraperait son léger retard, mais ni celui de «M.», ni celui de «T.».

En résumé, dans le groupe musique, un sujet sur trois rattraperait son retard en compréhension par rapport à sa tranche d'âge et un sujet s'en rapprocherait (un sujet n'étant pas concerné). Dans le groupe langage, un sujet sur trois également rattraperait son léger retard en compréhension par rapport aux sujets de même âge développemental. On ne peut pas se prononcer en faveur d'un type d'entraînement pour l'amélioration de la compréhension.

- Expression

«Li.» se situerait en dessous des performances des sujets de même âge développemental au pré-test d'expression lexicale. L'entraînement ne lui permet pas de rattraper son retard. «Lu.» semble avoir des performances inférieures aux sujets de même âge développemental au pré-test et se situerait toujours en dessous après l'entraînement. Pour «H.», le retard en expression perdurerait après l'entraînement.

Deux sujets sur trois du groupe langage présenteraient un retard par rapport aux sujets appariés en âge au pré-test d'expression. Seul «C.» se situerait dans la subnormalité au pré-test et égalerait les sujets de même âge au post-test. Les deux autres sujets ne parviendraient pas à rattraper leur retard en expression après l'entraînement.

Les effets des deux entraînements en faveur de l'expression lexicale ne sont pas flagrants, aucun des deux ne permettant de combler le retard existant en expression par rapport à des sujets de même âge développemental. Un seul individu, le moins déficitaire des six sujets entraînés (âge développemental et âge lexical proches, QI de 60), parvient à combler son retard en expression lexicale grâce à l'entraînement. La durée de l'entraînement sera évoquée dans la partie intitulée discussion.

5.2.4 Difficultés d'apprentissage ou de généralisation

Les sujets avec TED entraînés ne parviennent pas tous à combler leur retard lexical par rapport à leur âge développemental. Il convient de vérifier si leurs faibles scores aux post-tests provient d'une difficulté à transposer leurs acquis verbaux à d'autres situations. Lors des post-tests, il leur est aussi demandé de produire le mot cible dans le contexte d'apprentissage avec l'aide visuelle et les phrases des comptines (mais sans musique pour le groupe musique). On s'attend à ce que le pourcentage de mots cibles produits en contexte soit meilleur à celui obtenu à l'évaluation de l'expression des mots cibles en post-test.

Le taux de généralisation, ratio entre la production de mots cibles en post-test et la production contextualisée, est calculé pour chaque individu. Un taux de généralisation élevé indique une bonne capacité à réutiliser les mots appris dans un nouveau contexte. Les résultats figurent dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : comparaison des productions obtenues à l'évaluation en post-test et des productions contextualisées, et taux de généralisation par sujet

Sujets	Condition	Production pré-test (%)	Production post-test (%)	Production contextualisée (%)	Taux de généralisation (%)
H. Li. Lu.	Musique	23 26 41	32 38 41	62 35 76	52 108 54
C. M. T.	Langage	50 9 23	68 18 29	88 24 56	77 75 53

Comme prévu, le pourcentage de mots cibles dénommés en contexte est supérieur à celui dénommé dans une nouvelle présentation, à l'exception de «Li.». Le taux de généralisation est une variable individuelle spécifique à cette pathologie et difficilement prévisible (et évaluable). Il peut varier du simple au double entre deux individus.

Pour trois sujets («H.», «Lu.», «T.»), les difficultés d'expression lexicale mesurées en post-test proviennent de leur incapacité à généraliser. Mais pour deux autres sujets («Li.» et «M.»), le faible score obtenu en expression s'explique autrement : elles ne parviennent pas non plus, en fin d'apprentissage, à produire la moitié des mots cibles

présentés à l'aide du même matériel. Les difficultés d'expression lexicale révèlent en réalité des difficultés d'apprentissage lexical. «M.» acquiert de nouveaux mots (elle triple son score) mais conserve un déficit lexical en production important compte-tenu de son déficit initial massif. «Li.» progresse et généralise tous les mots appris malgré un comportement opposant en groupe et des difficultés massives d'attention conjointe qui limitent son apprentissage.

5.3 Analyse qualitative de la parole après entraînement

5.3.1 Nature de l'enrichissement lexical

Les entraînements semblent enrichir le stock lexical des participants, mais il convient de vérifier que les apprentissages concernent toutes les sortes de mots (classe grammaticale, longueur, fréquence, champ sémantique, etc.). On pourrait s'attendre à un apprentissage sélectif en défaveur des actions (verbes) comme évoqué dans la partie théorique. Une comparaison des occurrences et une analyse des mots cibles produits avant et après l'entraînement tentent d'y répondre. Un tableau, figurant en annexe XII, présente le nombre d'évocations de chaque mot cible dans les différents groupes.

Pour le groupe musique, le taux de bonnes réponses en production passe de 31% à 37% et pour le groupe langage de 27% à 35%. Les performances obtenues dans les groupes entraînés sont apparemment meilleures que dans le groupe sans entraînement (35% à 38%). L'interprétation de ces progrès est à considérer avec précaution dans la mesure où le seuil de significativité n'a pas été calculé. Le pourcentage de mots dénommés par la moitié des sujets entraînés passe de 26% à 38%. Inversement, le pourcentage de mots qui ne sont jamais dénommés régresse de 12%.

Le tableau, présenté en annexe XI, compare les mots produits en pré-test et en post-test. En partant du postulat qu'il y a un effet d'apprentissage dès lors qu'un individu additionnel produit le mot en post-test, 40% de mots cibles semblent concernés par cet effet d'apprentissage. Il s'agit de : *fermé, propre, laver, machine, couturier, fournil, ourlet, se préparer, stationné, absent, maman, magique, mouillé, pâte.*

Ces mots appartiennent à différentes catégories grammaticales. Les sujets dénomment les actions et qualifient les substantifs aussi bien en pré-test qu'en post-test. Chaque catégorie syntaxique est représentée conformément à sa fréquence initiale, comme indiqué dans le tableau figurant en annexe XIII. Parmi les mots appris figurent aussi des mots plus longs et moins fréquents. Une majorité de mots appris appartiennent à la comptine *La tache*, ce qui était prévisible car elle comptabilise à elle seule la moitié des mots cibles. Son format plus long n'a pas été un handicap pour l'apprentissage de mots.

5.3.2 Bénéfices secondaires sur la parole et le langage

Une comparaison qualitative des productions lexicales en pré-test et en post-test pourrait mettre en évidence d'autres bénéfices induits par l'entraînement notamment sur le plan sémantico-pragmatique. Certaines réponses données à l'évaluation lexicale après entraînement sont inadaptées : les sujets évoquent, par exemple, une couleur ou un détail à la place du mot cible attendu («voiture» ou «stop» pour «rue»). Leur réponse peut être erronée parce que la phrase inductrice n'est pas comprise malgré l'illustration jointe ; par exemple, un sujet répond «se couche» au lieu de «se réveille» dans la phrase : «c'est le matin, il ouvre un œil, il se ... ». Ces erreurs qualifiées de dyspragmatiques disparaissent après l'entraînement, en particulier, pour «Li.» qui en comptabilisait trois en pré-test ; cet effet serait la conséquence d'une amélioration de la compréhension, déjà prouvée par ailleurs.

Mais, d'autres réponses erronées enregistrées au pré-test lexical (figurant en annexe XI) semblent résister à l'effet d'apprentissage, comme par exemple :

- les erreurs dérivationnelles (confusions entre boulangerie, boulanger, boulangère).
- La redondance du mot «boulangerie» dans la comptine du même nom n'a pas favorisé son apprentissage ;
- le non-respect de la forme syntaxique attendue (nom à la place d'un verbe ou d'un adjectif) ;
 - l'évocation incongrue ou plaquée («Madame, je veux du pain» pour boulangère, etc.).

L'impact des entraînements sur la fluence verbale est variable : le nombre de non réponses diminue pour «Li.» et «M.» (qui passent respectivement de 16 à 11, de 25

à 18), mais ce n'est pas le cas pour «H.». On appelle «non réponse» un silence ou une affirmation du type «je ne sais pas». L'effet sur l'écholalie immédiate dépend également des sujets : elle a tendance à diminuer chez «T.» et «Li.» mais à augmenter chez «M.».

Un autre objectif de l'analyse qualitative est d'estimer si l'amélioration des compétences lexicales s'accompagne d'autres améliorations langagières (phonologie, voix), comme le suggère Lim (2007) dans son étude. Une comparaison des enregistrements des pré-tests et des post-tests conduit aux constatations suivantes pour ce qui est de la qualité d'expression des sujets entraînés : certains mots cibles qui n'étaient pas verbalisés lors du pré-test peuvent être exprimés avec une altération phonologique lors du post-test (apprentissage avec déformation phonologique). Aucune amélioration phonologique n'est perceptible entre l'évocation pré-test et post-test chez les sujets ayant tendance à l'altération. Prenons l'exemple de «H.» qui altère trois mots en pré-test et en post-test à cause d'un trouble articulaire et phonologique (magique : /mimik/, séché : /séssé/, habiller : /billé/).

La production difficilement intelligible de certains sujets (à cause d'une hypophonie ou d'une hypotonie de la sphère ORL) ne semble pas améliorée quel que soit le type d'entraînement suivi.

6. DISCUSSION

L'objectif de l'étude était de montrer qu'un entraînement musical permettait d'enrichir le stock lexical d'individus ayant un TED et une déficience intellectuelle associée. On s'attendait à mettre en évidence des performances en compréhension et en expression lexicale, après l'entraînement musical ou langagier, au moins égales aux sujets contrôles appariés en âge développemental. Globalement si la compréhension lexicale des sujets avec TED, s'améliore après six semaines d'entraînement hebdomadaire quel que soit le type d'entraînement, l'expression lexicale reste néanmoins inférieure à celle du groupe contrôle. Les entraînements ont donc un effet positif sur la compréhension (diminution d'erreurs dyspragmatiques), mais semble avoir un effet variable ou une absence d'effet sur la production lexicale. Les bénéfices d'un tel entraînement musical sur la compréhension et son absence d'effet

sur l'expression seront discutés ci-après en comparaison avec les données de la littérature. Nous exposerons ensuite les limites de cette pratique et les critiques méthodologiques avant de proposer des perspectives pour de futures recherches. L'utilisation de ces entraînements pour la remédiation orthophonique sera envisagée à la fin.

6.1 Impacts des entraînements musicaux et langagiers

6.1.1 Bénéfices de l'entraînement musical

Les résultats montrent une amélioration significative des performances lexicales des sujets avec TED entraînés en compréhension. En revanche, l'analyse statistique ne met pas en évidence d'amélioration significative en expression après six semaines d'entraînement à la différence des résultats de l'étude de référence de Lim (2007). Plusieurs hypothèses peuvent expliquer la discordance de résultats.

Tout d'abord, l'étude de référence est réalisée sur cinquante sujets âgés de 3 à 5 ans avec un âge lexical compris entre 1 et 4 ans. Chez des individus neurotypiques, cette classe d'âge correspond à celle de l'explosion lexicale. Les sujets de l'étude décrite ici sont plus âgés (en âge chronologique, développemental et lexical). Les progrès ne sont pas visibles après six séances parce qu'ils sont probablement plus lents. Un nombre plus important de séances aurait peut-être abouti aux mêmes constatations. Ensuite, l'étude de Lim (2007) intègre pour moitié des sujets dits de «haut niveau» (sans retard lexical) et pour moitié des participants avec un retard lexical de quatre ans maximum (par rapport à leur âge chronologique). Dans l'étude décrite ici, le retard lexical moyen est double : il est estimé à 8 ans par rapport à leur âge chronologique. Cette différence pourrait expliquer pourquoi la durée de l'entraînement ne permet pas d'améliorer significativement la production lexicale. Cela irait dans le sens des travaux de Habib et al (2008) qui mentionnent un âge critique de 7 ans après lequel l'effet d'apprentissage serait moins prononcé car les changements structurels induits par l'entraînement musical sur le cerveau seraient moindres.

Outre la durée de l'entraînement, il est possible que le rythme des séances n'ait pas été suffisamment soutenu. En effet, plusieurs études évaluent les effets d'un

entraînement intensif : c'est le cas de l'étude de Wan et al (2011) où l'entraînement a lieu cinq jours par semaine pendant huit semaines, de l'étude de Sandiford et al (2012) qui propose un entraînement quatre fois par semaine pendant cinq semaines, de l'étude de Lim (2007) où des séances sont proposées deux fois par jour pendant trois jours successifs. Néanmoins, Sandiford et al (2012) suggère qu'il est nécessaire d'évaluer l'efficacité de thérapies à un rythme moins intensif par souci d'économique. Dans la pratique, un entraînement intensif est difficile à mettre en place aussi bien pour les thérapeutes que pour les participants. Notre étude évalue l'efficacité d'un entraînement dont la mise en place (durée, fréquence) est compatible avec les emplois du temps des thérapeutes et des patients. La fréquence de ces entraînements prend en compte les contraintes matérielles et professionnelles.

Le principal résultat, néanmoins encourageant observé dans cette présente étude, est que des progrès lexicaux sont possibles chez des enfants plus âgés et chez des adolescents, même s'ils sont plus lents. Aucune étude ne s'intéresse aux améliorations sémantiques et langagières chez les enfants avec TED verbaux de plus de 8 ans et il n'en existe pas non plus pour les adolescents. Les rares études concernant cette tranche d'âge (citées par Simpson et al, 2011 ou Gilsenan, 2011) sont des études d'imagerie cérébrale ou des études relatives aux effets de thérapies musicales sur leur comportement ou leur socialisation. Cette présente étude est donc la première, à notre connaissance, à aborder cette question chez des enfants plus âgés et chez des adolescents.

Elle confirme bien que ces derniers sont capables d'extraire l'information verbale contenue dans la musique et que ce support peut aussi les aider au rappel des mots. Quand on présente les aides visuelles de la phase d'apprentissage à «Lu.», il se met spontanément à fredonner les mélodies pour retrouver les mots cibles. Chez ce sujet, il y a une réactivation des mots stockés grâce à des indices rythmiques ou mélodiques. Comme rapporté par Peterson et al (2007), la musique est un support qui peut faciliter la mémorisation verbale ; cela semble se vérifier également auprès de certains sujets avec TED comme le montre cette étude.

Même pour un sujet qui ne semble pas s'investir en séance («Li.»), des améliorations lexicales significatives sont notées en compréhension et en expression. L'écoute passive des comptines s'avère suffisante pour accroître les performances lexicales de certains sujets.

A l'inverse, un des sujets les plus participatifs durant les séances de musique n'améliore pas significativement son niveau lexical. En effet, «Lu.» est capable de produire en contexte d'apprentissage 76% des mots cibles, mais seulement 41% hors contexte (comme avant l'entraînement). Cette étude est bien la preuve que l'inaptitude à généraliser reste au cœur de la pathologie. Cette observation viendrait nourrir l'hypothèse évoquée par Platel (2006) selon laquelle deux stocks lexicaux distincts coexisteraient : un stock comprenant les mots chantés et un stock comprenant les mots parlés. Chez la majorité des individus, il y aurait un double stockage des mots appris en chanson. Ces résultats indiquent qu'il n'y aurait pas toujours de perméabilité entre les deux stocks.

Dans l'expérimentation, la présentation du mot sous la forme visuelle et auditive vient renforcer la compréhension et facilite la mémorisation langagière. Les stimuli visuels illustrant les messages verbaux augmentent la capacité d'attention des participants lors des entraînements comme souligné par Thaut (1987) et Simpson et al (2011). L'attention conjointe semble de meilleure qualité lors de l'entraînement musical comparativement à l'entraînement langagier, comme déjà mis en évidence par Kim et al (2008) dans une étude auprès de plus jeunes enfants. Ces observations confortent les thèses du déficit majeur d'attention au stimulus verbal (Kleinmans et al, 2008 ; Groen et al, 2008 ; Funabiki et al, 2012).

Concernant le bénéfice relatif d'un entraînement musical comparé à un entraînement langagier, cette étude n'a pas prouvé la supériorité du premier type d'entraînement par rapport au second probablement pour les raisons déjà évoquées : taille insuffisante de l'échantillon, hétérogénéité des sujets et absence d'amélioration en expression dans les deux conditions. Néanmoins, Lim (2007) avait introduit un biais en faveur de l'entraînement musical qui durait deux fois plus longtemps que l'entraînement langagier (respectivement 9 minutes et 5 minutes). Notre étude a corrigé ce biais en programmant des entraînements de même durée (30 minutes). Cela expliquerait pourquoi nous ne retrouvons pas de résultats plus favorables dans le groupe musique. Dans l'étude de Sandiford et al (2012), les sujets progressent un peu plus rapidement dans le cas de l'entraînement MBCT comparativement à l'entraînement langagier (tentatives de production verbale accrues et meilleure généralisation). Les premiers résultats positifs apparaissent entre la quatrième et la

douzième séance pour le groupe soumis à la MBCT et entre la seizième et la vingtième séance pour le groupe soumis à l'entraînement langagier.

Enfin, la nature de l'entraînement musical réalisé dans notre étude diffère également de la plupart des études citées dans la partie théorique (Edgerton, 1994 ; Kim et al, 2008 ; Sandiford et al, 2012, Wan et al, 2011 ; etc.). Selon la définition de Peters, d'après l'article d'Accordino et al (2007), la méthode utilisée est mixte (réceptive et récréative) et ne s'inscrit dans aucune thérapie particulière (ni MIT, ni AMMT, ni MBCT).

L'étude réalisée à l'IME ne met pas en évidence d'améliorations significatives des autres composants du langage comme la phonologie, la voix, l'écholalie, la fluence, (etc.) grâce aux entraînements. Les mêmes explications que précédemment peuvent être évoquées (sujets plus déficitaires et plus âgés aux progrès plus lents, nombre insuffisant de séances ou rythme moins intensif, type d'entraînement à dominante réceptive). Par contre, les stéréotypies vocales et verbales de «Lu.» et «Li.» se sont tues très rapidement en séances musique conformément aux résultats d'études de Simpson et al (2011) ou Rapp (2007).

6.1.2 Limites de l'entraînement musical

Ces résultats confirment, comme dans beaucoup d'études sur la musique et l'autisme (Gold et al, 2006 ; Starr et al, 1998 ; Kim et al, 2008 ; Edgerton, 1994 ; Fong et al, 2010 ; Wan et al, 2011 ; Sandiford et al, 2012 ; Lim, 2007 ; etc.), que les entraînements fonctionnent mais qu'ils ne sont pas aussi efficaces pour tous les sujets. En effet, la population avec TED regroupe des individus très différents dans leur comportement perceptif et sensoriel, leur réceptivité, leur attention, leur fonctionnement et leurs compétences cognitives. Cette étude est la preuve qu'il n'existe pas de remédiation fonctionnant parfaitement pour tous les sujets. Comme évoqué dans les études citées par Rapin et al (2003) et celle de Lim (2007), plus l'enfant est performant au niveau non verbal, plus les chances d'amélioration de sa parole et de son langage augmentent. Le niveau global de fonctionnement du jeune avec TED permet de prévoir l'efficacité de l'entraînement lexical. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que certains sujets ne supportent pas les comptines ou ne sont pas particulièrement réceptifs à la musique.

Les comptines chantées et mises en musique peuvent développer certaines compétences langagières et aptitudes communes au traitement du langage et de la musique contribuant ainsi à l'amélioration phonologique, lexicale, et même syntaxique (section 2.2.1 de la partie théorique). Mais elles ne peuvent pas agir sur tous les troubles langagiers, notamment sur les aspects sémantico-pragmatiques. Tager-Flusberg (1981), cité par Rapin et al (2003), a montré que le développement phonologique et syntaxique était indépendant du développement sémantique et pragmatique chez les jeunes autistes. Même si de nombreux traitements sont communs au langage et à la musique, d'autres seraient spécifiques au traitement musical ou au traitement langagier. En effet, Besson et Regnault (2000) affirment que le traitement de la forme est identique mais que le traitement du contenu diffère. Le traitement sémantique du langage induit des effets électrophysiologiques qualitativement différents de ceux associés au traitement mélodique et harmonique de la musique ; *«la composante N400 se développe suite à la présentation d'un mot sémantiquement inattendu alors qu'une composante P600 est enregistrée en réponse à la présentation d'une note ou d'un accord mélodiquement ou harmoniquement inattendu. Ainsi, les opérations cognitives qui président à l'accès au sens d'un mot semblent spécifiques au langage»* (Besson et al, 2000). En ce qui concerne les hauteurs tonales évoquant une tonalité ou une gamme, les avis sont partagés : elles semblent spécifiques à la musique, mais leur encodage ou leur décodage pourraient aussi reposer sur des composants communs à ceux utilisés pour les intonations du langage.

La littérature indique que la musique augmente les interactions sociales, surtout dans le cadre d'ateliers d'improvisation musicale (Accordino et al, 2007 ; Gold et al, 2006 ; Simpson et al, 2011 ; Whipple, 2004, etc.). Dans le cadre de nos séances, nous n'avons pas remarqué d'amélioration sur le plan de la communication verbale et non verbale entre pairs. L'objectif des séances et de l'étude étant davantage axé sur l'enrichissement lexical, par le biais de comptines pré-enregistrées. Le cadre retenu pour les séances laissait peu de place à l'improvisation musicale. Comme affirmé par Edgerton (1994), la nature de l'entraînement proposé ici (plutôt réceptif) n'est pas propice au développement des interactions sociales.

6.2 Critiques méthodologiques

L'hétérogénéité des sujets rend parfois les résultats difficiles à interpréter. L'inclusion de «Lo.» parmi les sujets témoins n'est pas très pertinente. Du fait de certains sujets qui ont des compétences lexicales trop proches de celles du groupe contrôle («Lu.», «C.»), les améliorations sont non significatives. A l'inverse, «M.» du groupe langage a un score tellement chuté qu'elle se situe encore dans la zone critique après l'entraînement rendant l'amélioration non significative.

Comme évoqué dans la section 5.2.3.2, il aurait fallu recruter dix sujets contrôles (d'âge développemental équivalent) par sujet avec TED pour pouvoir évaluer quantitativement les progrès réalisés individuellement à l'issue des entraînements. La passation des évaluations lexicales n'a été possible que sur vingt sujets contrôles, faute de moyens et de temps.

Concernant le matériel, le tempo des comptines s'est avéré trop rapide. La vitesse de présentation des visuels était trop soutenue ne laissant pas assez de temps à chaque participant d'observer et de mémoriser les visuels. En effet, les arrangements musicaux n'ont pas tenu compte des recommandations de Gepner et al (2009) stipulant qu'une présentation plus lente des stimuli visuels et vocaux améliorerait les capacités verbales des autistes avec déficience intellectuelle.

L'étude porte sur un nombre limité de mots cibles avec deux contraintes additionnelles (leur caractère imageable et leur position en fin de phrase). Les mots plus abstraits et toutes les catégories de mots ne sont pas testées. Il faudrait une centaine de mots pour permettre l'analyse statistique.

Concernant l'encadrement des séances, il aurait été préférable que deux adultes co-animent les entraînements langagiers comme pour les entraînements musicaux. Cela aurait pu favoriser le maintien de l'attention chez les sujets les plus distractibles et améliorer les performances du groupe langage.

De plus, la nature de l'entraînement langagier réalisé dans notre étude est différente de l'étude de Lim (2007). Non seulement, il utilise les comptines comme support, mais aussi du matériel additionnel faisant appel à plusieurs sens (des jeux, vidéos, albums, échantillons, etc.). L'entraînement langagier mis en place dans cette étude favorise d'emblée la généralisation en présentant plusieurs objets différents ayant la même appellation, en manipulant du matériel. Cet entraînement langagier apparaît

plus propice à l'apprentissage lexical que celui décrit dans l'étude de Lim (2007). Notre étude quantifie l'efficacité d'un type d'entraînement langagier construit sur la base d'une approche plurisensorielle. En revanche, un autre biais a été introduit : les sujets du groupe langage ont été plus exposés aux mots cibles que les sujets du groupe musique car il était plus difficile de maîtriser le nombre de mots cibles produits en situation de jeu et lors des lectures thématiques.

Il aurait été préférable que la passation et la cotation post-test soit faite par une autre personne que celle ayant entraîné les sujets pour plus d'impartialité. La durabilité des acquis dans le temps n'a pas pu être mesurée faute de temps. Enfin, la petite taille de l'échantillon, le nombre insuffisant de séances limitent la portée de l'étude, mais ouvrent des perspectives pour de futures recherches.

6.3 Perspectives

Les résultats de cette étude sont prometteurs mais ils mériteraient d'être confirmés par des études similaires portant sur un plus grand nombre de sujets.

Le type d'entraînement proposé ne permet pas de mettre en évidence les paramètres qui sont responsables des améliorations. Ils sont nombreux et difficiles à isoler pour l'entraînement musical (musique en réception, expression musicale avec des instruments, chant) et pour l'entraînement langagier (écoute de comptines d'album ou de vidéo, jeu libre et manipulation d'objets variés). Est-ce que la répétition des mots cibles associée à une illustration adaptée n'est pas la clef de leur intégration au sein du stock lexical ? Des études isolant chaque paramètre seraient nécessaires pour mieux comprendre les raisons de l'amélioration langagière.

Il serait intéressant de reproduire ce type d'étude en augmentant le nombre de séances d'entraînement et en prévoyant des évaluations intermédiaires (après 8, 15, 20 séances, etc.). Une tendance favorisant plutôt l'un ou l'autre entraînement se dégagerait peut-être.

L'exploitation des films enregistrés pendant les entraînements constitue une source de données utile pour juger de l'impact de la musique sur d'autres paramètres que le langage, en particulier, sur le comportement, sur les interactions sociales et sur la communication.

6.4 Apports pour la pratique orthophonique

Cette étude montre qu'un entraînement régulier s'appuyant sur la musique est fondé. C'est un média qui remporte l'adhésion des jeunes porteurs de TED et canalise leur attention. Il offre un cadre distrayant et comme il s'appuie sur des compétences préservées, il met moins en échec les jeunes ayant un retard de parole et/ou de langage. L'entraînement musical proposé est à la portée d'orthophonistes non-musiciens puisqu'il s'appuie sur des comptines pré-enregistrées et requiert peu d'instruments de musique (seulement quelques percussions) et aucune compétence musicale particulière.

L'entraînement langagier de groupe est également fondé. L'utilisation de comptines est préconisée ainsi que du matériel multimodal en lien avec les thématiques présentées pour s'approprier le nouveau vocabulaire.

Deux outils sont donc à la disposition de l'orthophoniste pour améliorer le stock lexical de jeunes avec TED et retard mental associé quel que soit leur âge. Il convient de proposer au jeune le type d'entraînement le plus adapté en fonction de sa sensibilité et de sa réceptivité à la musique. Une approche individuelle ou collective pourra être mise en place en fonction du degré de socialisation, du comportement en groupe (propension à l'anxiété) et de la personnalité de chacun.

Le nombre de séances doit être adapté au retard lexical présumé. Plus le retard est important, plus le nombre de séances à prévoir est élevé. Un format d'une demi-heure hebdomadaire est proposé. Les limites de ces entraînements sont les suivantes : tout d'abord, l'écriture de comptines originales et la réalisation des supports visuels correspondants sont coûteux en temps ; ensuite, les progrès réalisés dépendront de la faculté d'apprentissage du jeune (niveau global et degré d'attention) et de la capacité à généraliser du patient, données difficiles à anticiper. Enfin, il faut relativiser le succès de l'étude : les progrès sont lents et les résultats modestes. Le sujet le plus performant a appris neuf mots en six semaines d'entraînement.

Par contre, ces deux types d'entraînement ne se limitent pas à l'enrichissement lexical. Ils peuvent aussi contribuer à développer certaines fonctions cognitives (catégorisation, organisation spatiale et temporelle, mémorisation, etc.) et apportent une autre occasion de travailler autour de la socialisation.

CONCLUSION

L'étude a permis de confirmer l'intérêt d'utiliser la musique comme support de remédiation auprès des jeunes diagnostiqués TED avec retard mental associé.

La littérature montre que des liens existent entre traitement musical et langagier. Des études soulignent les aptitudes musicales de ces jeunes et des résultats mitigés sont observés sur le comportement, les interactions sociales, la communication verbale et non verbale. Les études ne s'intéressent pas à l'acquisition lexicale chez les enfants de plus de 8 ans et les adolescents ; elles n'incluent pas fréquemment des sujets avec TED dits de «bas niveau».

L'étude réalisée montre que les entraînements musicaux et langagiers mis en place fonctionnent. Ils reposent sur l'association de comptines (chantées ou parlées) et d'aides visuelles illustrant les mots cibles. Les performances lexicales des enfants et adolescents diagnostiqués TED avec retard mental léger ou moyen s'améliorent significativement sur le versant de la compréhension en six semaines. Pour percevoir une amélioration significative sur le plan de l'expression et des autres compétences langagières, il aurait probablement fallu poursuivre l'entraînement. Cette étude exploratoire de cas devrait être dupliquée en allongeant la durée de l'entraînement, en augmentant la taille de l'échantillon et le nombre de mots cibles.

Même si les progrès sont plus lents, l'étude montre que ces jeunes peuvent enrichir leur stock lexical et ainsi améliorer leur compréhension verbale au quotidien. Le choix de l'entraînement devra être déterminé et adapté à chaque jeune. Dans la remédiation orthophonique, l'utilisation de stimuli musicaux sous forme de comptines déjà enregistrées doublés de supports visuels adaptés semble aider à la mémorisation, à la compréhension, à la répétition et au réemploi de nouveaux mots en contexte et hors contexte. Ce matériel multiplie les chances de créer «des images sonores» dans le cerveau de ces jeunes qui, auraient «*une pensée visuelle nourrie par des informations sensorielles concrètes*» (Grandin, 2006).

BIBLIOGRAPHIE

- Accordino, R., Comer, R., & Heller, W.B. (2007). Searching for music's potential : a critical examination of research on music therapy with individuals with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders, 1*, 101-115.
- Aldridge, D., Gustroff, D., & Neugebauer, L. (1995). A pilot study of music therapy in the treatment of children with developmental delay. *Complementary Therapies in Medicine, 3* (4), 197-205.
- Bartak, L., Rutter, M., & Cox, A. (1975). A comparative study of infantile autism and specific developmental receptive language disorder I. The Children. *The British Journal of Psychiatry, 126* (2), 127-145.
- Bartolucci, G., & Albers, R. J. (1974). Deictic categories in the language of autistic children. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia, 4* (2), 131-141.
- Bartolucci, G., Pierce, S. (1977). A preliminary comparison of phonological development in autistic, normal, and mentally retarded subjects. *British Journal of Disorders of Communication, 12*, 134-147.
- Ben Soussan, P., Bustarret, A., & Cazalet, M.-H. (2007). *1,2,3...comptines !* Toulouse : Erès.
- Berger, D.S. (2002). *Music therapy, sensory integration and the autistic child*. London (UK) : Jessica Kingsley Publishers Ltd.
- Bernard-Jaumot, K. (2010). Être créatif dans la prise en charge. *Orthomagazine, 88*, 17-20.
- Besson, M., Regnault, P. (2000). Comparaison des processus impliqués dans certains aspects du traitement du langage et de la musique : apport de la méthode des potentiels évoqués. *Revue de Neuropsychologie, 10* (4), 563-582.
- Besson, M. (2007). Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language. *Restorative Neurology and Neuroscience, 25*, 399-410.
- Bishop, D. V., Maybery, M., Wong, D., Maley, A., Hill, W., & Hallmayer, J. (2004). Are phonological processing deficits part of the broad autism phenotype ? *American Journal of Medical Genetics Part B ; Neuropsychiatric Genetics, 128* (1), 54-60.
- Boddaert, N., Belin, P., Chabane, N., Poline, J. B., Barthélémy, C., Mouren-Simeoni, M. C., & Samson, Y. (2003). Perception of complex sounds : abnormal pattern of cortical activation in autism. *American Journal of Psychiatry, 160* (11), 2057-2060.

- Bonnel, A., McAdams, S., Smith, B., Berthiaume, C., Bertone, A., Ciocca, V., Burack, J., & Mottron, L. (2010). Enhanced pure-tone pitch discrimination among persons with autism but not Asperger syndrome. *Neuropsychologia*, 48, 2465-2475.
- Boucher, J. (2003). Language development in autism. *British Association for paediatric Otorhinolaryngology. International Congress Series 1254*, 247-253.
- Brandler, S., & Rammsayer, T. H. (2003). Differences in mental abilities between musicians and non-musicians. *Psychology of Music*, 31 (2), 123-138.
- Brousse, C. (2000). L'orthophoniste face à l'autisme. *Glossa*, 70, 22-30.
- Brown, S., Martinez, M. J., & Parsons, L. M. (2006). Music and language side by side in the brain : a PET study of the generation of melodies and sentences. *European Journal of Neurosciences*, 23(10), 2791-2803.
- Brüner, J. S. (1975). From communication to language : a psychological perspective. *Cognition*, 3, 255-287.
- Buday, E. M. (1995). The effects of signed and spoken words taught with music on sign and speech imitation by children with autism. *Journal of Music Therapy*, 32, 189-202.
- Courtois du Passage, & N., Galloux, A.-S. (2004). Langage oral et bilan orthophonique chez l'enfant atteint d'autisme. *Glossa*, 88, 46-61.
- Cuny, F., & Gasser, F. (2000). Evaluation des capacités de communication verbale et non verbale chez l'enfant autiste. *Glossa*, 70, 4-14.
- Dansart, P., Garreau, B., & Lenoir, P. (1991). *TED et interventions orthophoniques, chapitre 3*. In : Lelord, G., & Sauvage, D., *L'autisme de l'enfant* (p. 280-297). Paris : Masson.
- Denni-Krichel, N. (2007). La prise en charge de l'enfant porteur d'autisme. *L'orthophoniste*, 270, 33-34.
- Duffy, B., & Fuller, R. (2000). Role of music therapy in social skills development in children with moderate intellectual disability. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 13 (2), 77-89.
- Dumont, A., & Calbour, C. (2002). *Voir la parole : lecture labiale, perception audiovisuelle de la parole*. Paris : Masson.
- Edgerton, C. L. (1994). The effect of improvisational music therapy on the communicative behaviors of autistic children. *Journal of Music Therapy*, 31 (1), 31-62.
- Eigsti, I.-M., De Marchena, A. B., Schuh, J. M., & Kelley, E. (2011). Language acquisition in autism spectrum disorders : a developmental review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5, 681-691.

- Fombonne, E. (2003). Epidemiological surveys of autism and other pervasive developmental disorders : an update. *Journal of autism and developmental disorders*, 33 (4), 365-382.
- Fong, C. E., & Jelas, Z.M. (2010). Music education for children with autism in Malaysia. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 70-75.
- Forgeard, M., Winner, E., Norton, A., & Schlaug, G. (2008). Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning. *Plos one*, 3 (10), e3566.
- Frith, U. (1989). *Autism : explaining the enigma* (pp. 16-26). Oxford : Blackwell Scientific Publications.
- Funabiki, Y., Murai, T., & Toichi, M. (2012). Cortical activation during attention to sound in autism spectrum disorders. *Research in developmental disabilities*, 33 (2), 518-524.
- Gauthier, J.-M., & Lejeune, C. (2008). Les comptines et leur utilité dans le développement de l'enfant. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, 56 (7), 413-421.
- Gilsenan, E. (2011). M. Cl. Sc SLP Candidate The University of Western Ontario : School of Communication Sciences and Disorders. Critical review : what are the effects of music therapy on the communication of children diagnosed with autism ? Disponible sur <http://www.uwo.ca/fhs/csd/ebp/reviews/2011-12/Gilsenan.pdf>
- Gepner, B., & Féron, F. (2009). Autism : a world changing too fast for a mis-wired brain? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33, 1227-1242.
- Gervais, H., Belin, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., Sfaello, I., ... & Zilbovicius, M. (2004). Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature neuroscience*, 7 (8), 801-802.
- Gold, C., Wigram, T., & Elephant, C. (2006). Music therapy for autistic spectrum disorder. *Cochrane Database Syst Rev*, 2.
- Grandin, T. (2006). *Penser en images*. Paris : éditions Odile Jacob
- Groen, W. B., Zwiers, M. P., Van der Gaag, R. J., & Buitelaar, J. K. (2008). The phenotype and neural correlates of language in autism : an integrative review. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 32 (8), 1416.
- Gross, W., Linden, U., Ostermann, T. (2010). Effect of music therapy in the treatment of children with delayed speech development – results of a pilot study. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10 (1), 39.
- Habib, M., & Besson, M. (2008). Langage, musique et plasticité cérébrale : perspectives pour la rééducation. *Revue de Neuropsychologie*, 18 (1), 103-126.

- Harris, G. J., Chabris, C. F., Clark, J., Urban, T., Aharon, I., Steele, S., ... & Tager-Flusberg, H. (2006). Brain activation during semantic processing in autism spectrum disorders via functional magnetic resonance imaging. *Brain and cognition*, *61* (1), 54-68.
- Heaton, P., Hermelin B., & Pring L. (1999). Can children with autistic spectrum disorders perceive affect in music ? An experimental investigation. *Psychological Medicine*, *29*. 1405-1410.
- Heaton, P. (2009). Assessing musical skills in autistic children who are not savants. *Philosophical Transactions Of The Royal Society*, *364*, 1443-1447.
- Hoskins, C. (1988). Use of music to increase verbal response and improve expressive language abilities of preschool language delayed children. *Journal of Music Therapy*, *25*, 73-84.
- Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C., & Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *The Journal of Neuroscience*, *29* (10), 3019-3025.
- Jeffries, K. J., Fritz, J. B., & Braun, A. R. (2003). Words in melody : an H₂¹⁵O PET study of brain activation during singing and speaking. *Neuroreport*, *14* (5), 749.
- Jentschke, S., & Koelsch, S. (2009). Musical training modulates the development of syntax processing in children. *Neuroimage*, *47* (2), 735-744.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child* *2*, 217-250.
- Kern, P., Wakeford, L., Aldridge, D. (2006). Using embedded music therapy : interventions to support outdoor play of young children with autism in an inclusive community-based child care program. *Journal of Music Therapy*, *XLIII* (4), 270-294.
- Kern, P., Aldridge, D., Wolery, M. (2007). Use of songs to promote independence in morning greeting routines for young children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*, 1264–1271.
- Kern, P., Wakeford, L., Aldridge, D. (2007). Improving the performance of a young child with autism during self-care tasks using embedded song interventions : a case study. *Music Therapy Perspectives*, *25*, 43-51.
- Kim, J., Wigram, T., & Gold, C. (2008). The effects of improvisational music therapy on joint attention behaviors in autistic children : a randomized controlled study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*, 1758-1766.
- Kleinhans, N. M., Müller, R. A., Cohen, D. N., & Courchesne, E. (2008). Atypical functional lateralization of language in autism spectrum disorders. *Brain research*, *1221*, 115.
- Koelsch, S., Gunter, T. C., Van Cramon, D. Y., Zysset, S., Lohmann, G., & Friederici, A. D. (2002). Bach speaks : a cortical “language-network” serves the processing of music. *NeuroImage*, *17*, 956–966.

- Koelsch, S., Kasper, E., Sammler, D., Schulze, K., Gunter, T., & Friederici, A. D. (2004). Music, language and meaning : brain signatures of semantic processing. *Nature Neuroscience*, 7, 302–307.
- Lahav, A., Saltzman, E., & Schlaug, G. (2007). Action representation of sound : audiomotor recognition network while listening to newly acquired actions. *The journal of neuroscience*, 27 (2), 308-314.
- Lai, G., Pantazatos, S. P., Schneider, H., & Hirsch, J. (2012). Neural systems for speech and song in autism. *Brain*, 135, 961-975.
- Lee, A., Hobson, R. P., & Chiat, S. (1994). I, you, me, and autism : an experimental study. *Journal of autism and developmental disorders*, 24 (2), 155-166.
- Levitin, D. J., & Menon, V. (2003). Musical structure is processed in “language” areas of the brain : a possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence. *Neuroimage*, 20 (4), 2142-2152.
- Lim, H. A. (2007). The effect of «developmental speech and language training through music» on speech production in children with autism spectrum disorders. Open Access Dissertations. Paper 63. *University of Miami Scholarly Repository*.
- Lim, H. A. (2010). The effect of «developmental speech and language training through music» on speech production in children with autism spectrum disorders. *Journal of Music Therapy*, 47 (1), 2-26.
- Mac Donald, R. A. R., Davies, J. B., & O'Donnell, P. J. (1999). Un atelier de musique pour personnes qui présentent un retard mental. *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle*, 10 (1), 19-28.
- Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., & Besson, M. (2009). Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children : more evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex*, 19 (3), 712-723.
- Münte, T. F., Altenmüller, E., & Jäncke, L. (2002). The musician's brain as a model of neuroplasticity. *Nature Reviews Neuroscience*, 3 (6), 473-478.
- Parbery-Clark, A., Tierney, A., Strait, D. L., & Kraus, N. (2012). Musicians have fine-tuned neural distinction of speech syllables. *Neuroscience*, 219, 111-119.
- Parsons, L., Thaut, M. (2001). Functional neuroanatomy of the perception of musical rhythm in musicians and non-musicians. *Neuroimage* 13 (6).
- Patel, A. D., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M., & Holcomb, P. J. (1998). Processing syntactic relations in language and music : an event-related potential study. *Journal of cognitive neuroscience*, 10 (6), 717-733.
- Peretz, I., & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature neuroscience*, 6 (7), 688-691.
- Peretz, I., Gagnon, L., Hébert, S., & Macoir J. (2004). Singing in the brain : insights from cognitive neuropsychology. *Music Perception*, 21, 373-390.

- Peretz, I., Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89–114.
- Peretz, I. (2006). The nature of music from a biological perspective. *Elsevier Cognition* 100, 1-32.
- Perkins, T., Stokes, M., McGillivray, J., & Bittar, R. (2010). Mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Journal of Clinical Neuroscience : Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 17 (10), 1239.
- Peterson, D. A., & Thaut, M. H. (2007). Music increases frontal EEG coherence during verbal learning. *Neuroscience letters*, 412 (3), 217-221.
- Platel, H. (2006). Neuropsychologie clinique de la perception musicale. *Neurologie. Psychiatrie. Gériatrie*, 6 (33), 44-52. Paris : Masson.
- Price, C. (2012). A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading. *NeuroImage* 62, 816–847.
- Prizant, B. M., & Rydell, P. J. (1984). Analysis of functions of delayed echolalia in autistic children. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 27 (2), 183-192.
- Rapin, I., & Dunn, M. (2003). Update on the language disorders of individuals on the autistic spectrum. *Brain & development*, 25 (3), 166-172.
- Rizzolatti, G. (2006). Les systèmes de neurones miroirs. In *Conférence à l'Académie des sciences*. Disponible sur http://www.academie-sciences.fr/academie/membre/s121206_rizzolatti.pdf
- Rogé, B. (2002). « Le diagnostic précoce de l'autisme : données actuelles », *Enfance* 1 (54), 21-30.
- Sandiford, G. A., Mainess, K. J., & Daher, N. S. (2012). A Pilot study on the efficacy of melodic based communication therapy for eliciting speech in non verbal children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-10.
- Schellenberg, E. G. (2009). Music training and non musical abilities : commentary on Stoesz, Jakobson, Kilgour, and Lewycky (2007) and Jakobson, Lewycky, Kilgour, and Stoesz (2008). *Music Perception*, 27 (2), 139-143.
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060 (1), 219-230.
- Schön, D., Magne, C., Astésano, C., & Besson, M. (2003). Langage et musique sous l'électrode. *Flash Informatique : Hippocrate, le gène et la puce*, 25-32.
- Schön, D., Gordon, R., Campagne, A., Magne, C., Astésano, C., Anton, J.-L., & Besson, M. (2010). Similar cerebral networks in language, music and song perception. *Elsevier Neuroimage*, 51, 450-461.

- Simpson, & K., Keen, D. (2011). Music interventions for children with autism : narrative review of the literature. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, 1507-1514.
- Tager-Flusberg, H. (1985). Basic level and superordinate level categorization by autistic, mentally retarded and normal children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40 (3), 450-469.
- Tager-Flusberg, H., Calkins, S., Nolin, T., Baumberger, T., Anderson, M. & Chadwick-Dias, A. (1990). A longitudinal study of language acquisition in autistic and Down syndrome children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 20, 1-21.
- Tager-Flusberg, H. (1999). Autisme Infantile. In : J. A. Rondal et X. Seron. *Troubles du Langage : bases théoriques, diagnostic et rééducation* (p. 641-657). Liège : P. Mardaga.
- Tanet-Mory, I. (2002). Le travail de l'orthophoniste auprès de jeunes enfants autistes. *Neuropsychiatrie Enfance et Adolescence*, 50, 128-131.
- Thaut, M. H. (1987). Visual versus auditory (musical) stimulus preferences in autistic children : a pilot study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 17(3), 425-432.
- Thaut, M.H. (1988). Measuring musical responsiveness in autistic children : a comparative analysis of improvised musical tone sequences of autistic, normal, and mentally retarded individuals. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 18 (4), 561-571.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Husain, G. (2004). Decoding speech prosody : do music lessons help ? *Emotion*, 4 (1), 46-64.
- Trehub, S. E., Hannon, E. E. (2006). Infant perception of music : domain general or domain specific mechanisms? *Cognition*, 100, 73- 99.
- Trevarthen, C. (2005). Autisme, motivation en résonance et musicothérapie. *Elsevier Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence* 53, 46-53.
- Vexiau, A.-M. (1991). Le rôle de la musique dans la mémoire perceptivo-motrice chez l'enfant autistique. *Glossa, Les Cahiers de l'Unadrio*, 27, 27-31.
- Wan, C. Y., Demaine, K., Zipse, L., Norton, A., & Schlaug, G. (2010). From music making to speaking : engaging the mirror neuron system in autism. *Brain Research Bulletin*, 82, 161-168.
- Wan, C.Y., Bazen L., Baars, R., Libenson A., Zipse, L., Zuk, J., Norton, A., & Schlaug, G. (2011). Auditory-motor mapping training as an intervention to facilitate speech output in non-verbal children with autism : a proof of concept study, *PlosOne*, 6 (9), e25505.
- Whipple, J. (2004). Music in intervention for children and adolescents with autism : a meta-analysis. *Journal of Music Therapy*, 41 (2), 90-106.

Wigram, T. (2000). A method of music therapy assessment for the diagnosis of autism and communication disorders in children. *Music Therapy Perspectives*, 18, 13-18.

Bases et sources utilisées pour le choix lexical

Boisseau, P. *Mots connus par les enfants de 3 ans, 4 ans, 5 ans*. Disponible sur http://www-annexe.ia76.ac-rouen.fr/evaluation/documents/lexique_maternelle_eduscol.pdf.

Lachaud, C. M. (2007). CHACQFAM : une base de données renseignant l'âge d'acquisition estimé et la familiarité pour 1225 mots monosyllabiques et bisyllabiques du Français. *L'Année Psychologique*, 107 (1), 39-63. Disponible sur <http://psycholinguistique.unige.ch>.

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.

Ortégua, É., & Lété, B. (2010). *eManulex : Electronic version of Manulex and Manulex-infra databases*. Disponible sur <http://www.manulex.org>.

Sources d'images utilisées pour les évaluations et supports visuels d'apprentissage

Leboeuf, C. *Vocabulaire en images*. Paris 6^{ème}: Edition de l'école.

Orthomalin (2012). *Imagier, création de supports, photothèque*. Disponible sur <http://www.orthomalin.com/ressources/imagier/index.html>.

Albums utilisés pendant les ateliers d'entraînement langagier

Butschkow, R. (2010). *Moi aussi je serai boulanger*. Paris : Piccolia.

Le Néouanic, L. (2005). *Petite tache*. Paris : Panama.

Mills, A. (1996). *Quelle heure est-il ?* (J. de Lagausie, Transf.). Paris : Gründ. (Original work published 1994).

Tests et classifications

American Psychiatric Association. (2003). DSM-IV-TR. *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*. Paris : Masson.

Chevrie Muller, C., Plaza, M., Fournier, S., Rigoard, M. T. (2001). *Nouvelles Epreuves pour l'Examen du Langage (N-EEL)*. Montreuil : ECPA.

Dunn, L. M., Theriault-Whalen, C. M. (1993). *Echelle de vocabulaire en images peabody (EVIP)*. Paris : EAP. Adaptation française du peabody Picture Vocabulary Test-Revised. Toronto : Psycan.

Guidetti, M., & Tourette, C. (1993). *L'ECSP ou l'Evaluation de la Communication Sociale Précoce*. Paris : EAP.

HAS, Service des bonnes pratiques professionnelles (2010). *Autisme et autres troubles envahissants du développement – État des connaissances*. Saint-Denis La Plaine : HAS. Disponible sur www.has-sante.fr

Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 24 (5), 659-685.

Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P. C., & Risi, S. (1999). *Autism Diagnostic Observation Schedule*. WPS Édition (ADOS-WPS). Los Angeles : Western Psychological Services.

Organisation mondiale de la santé (1993). *Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes : CIM-10*.

Pry, R., & Aussilloux, C. (2000). Le Childhood Autism Rating Scales (CARS) chez l'enfant autiste jeune : analyse des items, étude des traits latents, validité concurrente et généralisabilité. *Psychologie et psychométrie*, 21 (1), 33-47.

Schopler, E., Reichler, R. J., Bashford, A., Lansing, M. D., & Marcus, L. M. (1990). *Individualized assessment of autistic and developmentally disabled children : Psychoeducational Profile Revised (PEP-R)*. Austin, TX : Pro-Ed.

Sparrow, S. S., Balla, D. A., & Cicchetti, D. V. (1984). *Vineland adaptive behavior scales : Interview edition, survey form manual*. Circle Pines, MN : American Guidance Service.

ANNEXES