



HAL
open science

Speech Sound Disorders Assessment within a Psycholinguistic Approach in French-speaking Children

Geneviève Meloni

► **To cite this version:**

Geneviève Meloni. Speech Sound Disorders Assessment within a Psycholinguistic Approach in French-speaking Children. Linguistics. Université Grenoble Alpes [2020-..]; Université de Montréal (1978-..), 2022. English. NNT: 2022GRALS020 . tel-03853163

HAL Id: tel-03853163

<https://theses.hal.science/tel-03853163>

Submitted on 15 Nov 2022

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

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

THÈSE

Pour obtenir le grade de **Philosophiae Doctor (Ph.D.)**

préparée dans le cadre d'une cotutelle entre l'Université Grenoble Alpes et l'Université de Montréal

Spécialités : **Sciences cognitives, psychologie et neurocognition et Sciences biomédicales, option orthophonie**

Arrêté ministériel : le 25 mai 2016

Présentée par **Geneviève MELONI**

Thèse dirigée par **Hélène LOEVENBRUCK** et **Andrea A. N. MACLEOD**
codirigée par **Douglas M. SHILLER**, co-encadrée par **Anne VILAIN**

préparée au sein du Laboratoire de Psychologie et de NeuroCognition (UGA), du GIPSA-lab (UGA).

dans l'École Doctorale Ingénierie pour la Santé la Cognition et l'Environnement (UGA) et l'École d'Orthophonie et d'Audiologie, Faculté de médecine (UdeM)

Évaluation des Troubles du Développement des Sons de parole dans le cadre d'un modèle psycholinguistique chez l'enfant francophone

Thèse soutenue publiquement le « 5 juillet 2022 », devant le jury composé de :

Christine MEUNIER

DR CNRS, Laboratoire Parole et Langage, Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence, France, Présidente du jury

Marie-Anne SCHELSTRAETE

Prof., Université catholique de Louvain, Ottignies-Louvain-la-Neuve, Belgique, Rapportrice

Christophe PARISSÉ

CR INSERM, Laboratoire Modèles, Dynamiques, Corpus, Paris Île-de-France, France, Rapporteur

Natacha TRUDEAU

Prof., Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada, Examinatrice

Marianne PAUL

Prof., Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec, Canada, Examinatrice

Marie-Line BOSSE

Prof., Laboratoire de Psychologie et de NeuroCognition, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France, Examinatrice

Hélène LOEVENBRUCK

DR CNRS, Laboratoire de Psychologie et de NeuroCognition, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France, Directrice de thèse

Andrea A. N. MACLEOD

Prof., University of Alberta, Edmonton, Canada, Directrice de thèse

Anne VILAIN

Maîtresse de conférence, GIPSA-lab, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France, Invité

Douglas M. SHILLER

Prof., Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada, Invité



Financements

Cette thèse a bénéficié du soutien financier de plusieurs organismes et personnes :

- La région Rhône-Alpes a attribué une allocation doctorale de recherche, d'octobre 2016 à septembre 2019, dans le cadre du dispositif ARC – Communautés académiques de recherche (ARC2 Qualité de vie et vieillissement).
- Le Pôle Cognition a alloué une bourse de mobilité internationale pour soutenir les déplacements entre l'Université Grenoble Alpes et l'Université de Montréal (année 2018).
- L'Université de Montréal a accordé une bourse de fin d'étude doctorale (année 2020).
- Andrea A. N. MacLeod a financé l'embauche pour 20h d'une auxiliaire de recherche pour soutenir l'analyse des données de cette thèse.
- Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) avec le programme de Projet International de Coopération Scientifique (PICS), a doté le projet EULALIES, dans lequel cette thèse s'inscrit, d'un soutien financier pour consolider et formaliser une coopération entre les différents partenaires internationaux du projet EULALIES. Dre Anne Vilain est porteuse du projet PICS.
- L'Agence Nationale de la Recherche (ANR) a sélectionné le projet EULALIES pour financer et développer le projet pendant cinq ans. Dre Anne Vilain est porteuse du projet ANR.

Résumé

Ce travail de thèse étudie les Troubles du Développement des Sons de Parole (TDSP). Les TDSP correspondent à un délai de développement des sons de la langue conduisant à un déficit d'intelligibilité (degré pour lequel la parole d'une personne est comprise) et d'acceptabilité (degré pour lequel la parole d'une personne est perçue comme différente). Les TDSP sont les troubles de la communication les plus fréquents chez la population pédiatrique et peuvent avoir des conséquences majeures sur la scolarité des enfants et sur l'inclusion sociale. Malgré la haute prévalence et les possibles conséquences à long terme, il n'existe actuellement que peu d'outils d'évaluation en français permettant l'identification des enfants avec un TDSP et la caractérisation du trouble. La partie théorique de la thèse met en évidence le manque d'outils et de critères diagnostics.

L'objectif de ce travail est de proposer une batterie de tests, fondée sur un modèle psycholinguistique, permettant l'évaluation et le diagnostic des enfants avec un TDSP. L'outil d'évaluation, nommé EULALIES, comprend cinq tâches, impliquant chacune de façon différente des niveaux du modèle psycholinguistique : (1) une tâche de jugement de lexicalité, (2) une tâche de dénomination, (3) une tâche de répétition de pseudomots, (4) une tâche de diadococinésies et (5) une tâche de répétition de syllabes. Les données ont été collectées auprès de 119 enfants typiques et 9 enfants avec un TDSP. Tous les enfants sont francophones.

La première partie des résultats s'intéresse spécifiquement à la tâche de répétition de pseudomots et démontre la validité de cette tâche. Nos résultats mettent en lumière le fait que le score à la tâche de répétition de pseudomots dépend de l'âge des enfants, de leurs habiletés de mémoire phonologique à court terme, de la présence d'un vrai mot inclus dans le pseudomot, de la structure et de la longueur du pseudomot. Les données recueillies montrent que la tâche n'est pas sensible aux facteurs sociolinguistiques tels que le statut socio-économique ou le statut linguistique, ce que nous recherchons pour une application clinique.

La seconde partie des résultats aborde le diagnostic différentiel entre deux types de TDSP : la dyspraxie verbale et le trouble phonologique. Les épreuves de la batterie mettent en évidence des indicateurs spécifiques à la dyspraxie verbale, tels que la lenteur aux diadococinésies ou les erreurs sur les voyelles. Par rapport à ce qui est décrit pour l'anglais, certains indicateurs semblent être moins pertinents pour les enfants francophones. C'est le cas des épenthèses de schwas.

A l'issue de ces travaux, nous soutenons que l'évaluation des enfants présentant un TDSP doit prendre appui, à la fois sur l'analyse des patrons d'erreurs produits par l'enfant mais aussi sur une perspective psycholinguistique. Celle-ci permet de mieux décrire le profil de parole de l'enfant et de proposer une intervention adaptée.

Mots-clés : Trouble Du Développement des Sons De Parole, évaluation, enfants, francophonie, modèle psycholinguistique, diagnostic différentiel.

Abstract

This thesis work investigates Speech Sound Disorders (SSD). SSD are defined as a delay in speech sound development affecting intelligibility (degree to which a person's speech is understood) and acceptability (degree to which a person's speech is perceived as different). SSD are the most common communication disorder in the pediatric population. Children with SSD are at high risk for later academic and social inclusion. Despite the high prevalence and possible long-term consequences, there are currently few assessment tools available to diagnose French-speaking children with SSD and characterize the disorder. The theoretical part of this work highlights the lack of diagnostic tools.

This work intends to create a speech sound assessment tool, based on a psycholinguistic model to diagnose children with SSD. The assessment tool, named EULALIES, includes five tasks, each involving different levels of the psycholinguistic model: (1) a lexicality judgment task, (2) a picture-naming task, (3) a nonword repetition task, (4) a diadochokinetic task, and (5) a syllable repetition task. Data were collected from 119 typical children and 9 children with SSD.

The first part of the results focuses specifically on the nonword repetition task and describes the validity of this task. Our results highlight the fact that nonword repetition performance depends on children's age, phonological short-term memory skills, inclusion of a real word in the nonword, syllable structure, and length of the pseudoword. Data collected show that the task is not sensitive to sociolinguistic factors such as socioeconomic status or linguistic status, which is what we were looking for from a clinical perspective.

The second part of the results addresses the differential diagnosis between childhood apraxia of speech and phonological disorder, both of which being subtypes of SSD. The assessment tool reveals specific markers for childhood apraxia of speech, such low diadochokinetic rate or errors on vowels. Contrary to what is described for English, some markers seem to be less relevant for French-speaking children. This is the case for schwa epenthesis.

At the end of this work, we argue that children with SSD assessment should be based on the analysis of error patterns produced by the child as well as on a psycholinguistic approach. This helps to better describe the child's speech profile and to offer an adapted intervention.

Keywords: Speech Sound Disorders, Assessment, children, French-speaking, psycholinguistic model, differential diagnosis.

Table des matières

FINANCEMENTS	3
RÉSUMÉ	3
ABSTRACT.....	5
TABLE DES MATIÈRES	6
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	8
INTRODUCTION	10
1. Définition des TDSP	10
2. Pourquoi utiliser le terme de TDSP ?	11
3. Étiologies des TDSP.....	14
4. Sémiologies des TDSP	16
5. Perspective de réhabilitation.....	20
6. Problématique générale de la thèse	22
CHAPITRE 1.....	25
ÉLABORATION D'UN MODÈLE THÉORIQUE PSYCHOLINGUISTIQUE ADAPTÉ À LA PAROLE DE L'ENFANT	25
1. Justification d'un protocole fondé sur un modèle psycholinguistique.....	25
2. Proposition du modèle théorique.....	27
3. Versant de la perception de la parole	28
4. Versant de la production de la parole	34
1. Hypothèse d'interprétation des TDSP à partir du modèle théorique.....	42
CHAPITRE 2.....	45
ÉTAT DES LIEUX DES OUTILS D'ÉVALUATION DES TDSP : FOCUS SUR LA PERCEPTION DE PAROLE..	45
1. Introduction	47
2. Méthodologie.....	55
3. Résultats.....	62
4. Conclusion	67
Bibliographie.....	69
Annexe.....	73
CHAPITRE 3.....	75
DESCRIPTION DES TÂCHES EULALIES ET JUSTIFICATIONS MÉTHODOLOGIQUES.....	75
1. Description et justifications méthodologiques de la tâche de jugement de lexicalité.....	76
2. Description et justifications méthodologiques de la tâche de dénomination	93
3. Description et justifications méthodologiques de la tâche de répétition de pseudomots.....	115
4. Description et justifications méthodologiques de la tâche de diadococinésies	146
5. Description et justifications méthodologiques de la tâche de répétition de syllabes.....	154
CHAPITRE 4.....	158
RECUEIL DE DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE	158
1. Bilan et hypothèses	158
2. Éthique.....	158
3. Participant·e·s.....	159
4. Protocole expérimental	160
5. Transcription phonétique des données.....	163
6. Gestion des données.....	163
7. Plan statistique	164
CHAPITRE 5.....	166
ÉTUDE DE VALIDITÉ DE LA TÂCHE DE RÉPÉTITION DE PSEUDOMOTS	166
Résumé	166
Abstract.....	167
1. Introduction.....	167

2. Methods	172
3. Results	177
4. Discussion	181
5. Conclusion	185
References	186
CHAPITRE 6.....	190
ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES CLINIQUES EN FRANÇAIS DES TDSP.....	190
Résumé	190
Abstract.....	191
1. Introduction	192
2. Current Study.....	195
3. Method.....	196
4. Results	200
5. Discussion	204
6. Conclusion	208
Acknowledgments.....	209
Declaration of interest.....	209
References	210
Appendix	214
Supplemental Material.....	215
CHAPITRE 7.....	225
DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION	225
1. Synthèse des principaux résultats	225
2. Implications pour le modèle théorique psycholinguistique	228
3. Implications sur les indicateurs cliniques des TDSP	233
4. Limites et perspectives	235
5. Retombées et directions futures du projet EULALIES.....	237
6. Conclusion	238
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	240
ANNEXE 1 : NOTICE D'INFORMATION ET QUESTIONNAIRE PARENTAL – VERSION FRANÇAISE.....	262
ANNEXE 2 : NOTICE D'INFORMATION, FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ET QUESTIONNAIRE PARENTAL – VERSION QUÉBÉCOISE.....	267
ANNEXE 3 : CONSIGNES DE PASSATION, EULALIES-FRANCE.....	273
ANNEXE 4 : FICHE DE CONTRÔLE, EULALIES-FRANCE.....	279
ANNEXE 5 : CONSIGNES DE PASSATION, EULALIES-QUÉBEC	280
ANNEXE 6 : FICHE DE CONTRÔLE, EULALIES-QUÉBEC	288
ANNEXE 7 : RÈGLES DE TRANSCRIPTION POUR LE PROJET EULALIES.....	289

Table des illustrations

Tableaux

Tableau 1 : Description des outils d'évaluation de l'étude.....	56
Tableau 2 : Grille des critères psychométriques (adaptée de Lafay et Cattini, 2018)	58
Tableau 3 : Grille des critères d'une tâche d'évaluation de la perception.....	60
Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus par les sept tâches comparées	62
Tableau 2-5 : Seuils de décision d'attribution des tests	73
Tableau 6: Panorama non-exhaustif des tâches d'évaluation publiées dans la littérature internationale.	86
Tableau 7: Tableau synoptique de l'organisation des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version française.....	90
Tableau 8: Tableau synoptique de l'organisation des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version québécoise.....	90
Tableau 9: Liste complète des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version française	90
Tableau 10: Liste complète des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version québécoise .	91
Tableau 11: Panorama des tâches de dénomination disponible dans la clinique francophone.....	97
Tableau 12: Distribution segmentale de la tâche de dénomination EULALIES version française	104
Tableau 13: Distribution segmentale de la tâche de dénomination EULALIES version québécoise.	107
Tableau 14: Longueur syllabique et fréquence lexicale des items de la tâche de dénomination EULALIES version française	109
Tableau 15: Longueur syllabique et fréquence lexicale des items de la tâche de dénomination EULALIES version québécoise	111
Tableau 16: Amorçage sémantique et ébauche orale pour la tâche de dénomination de EULALIES version française.....	112
Tableau 17: État des lieux des principales tâches de répétition de pseudomots disponibles (en français et dans d'autres langues).....	132
Tableau 18: Description des items de la tâche de répétition de pseudomots EULALIES.....	142
Tableau 19: Distribution segmentale en fonction de la position syllabique de la tâche de répétition de pseudomots de EULALIES.....	143
Tableau 20: Matériel verbal pour la tâche de répétition de syllabes.	157
Tableau 21: Résumé des caractéristiques des participant·e·s	159
Tableau 22: Description of the participants.	173
Tableau 23: Description of the items used in the EULALIES nonword repetition task.	175
Tableau 24: Primary characteristics of Childhood Apraxia of Speech and Phonological Disorder	192

Figures

Figure 1: Synthèse des différentes étapes du versant perceptif du traitement de parole.....	34
Figure 2 : Synthèse des différentes étapes du versant production du traitement de parole	38
Figure 3 : Synthèse des mécanismes de contrôle fondés sur le monitoring de la production de parole	40
Figure 4 : Synthèse des mécanismes de contrôle (monitoring) de la perception de la parole.....	41
Figure 5 : Modèle EULALIES.....	42
Figure 6: Interprétation des TDSP à partir du modèle EULALIES	43
Figure 7: Interprétation de différents types de production des enfants dans le cadre de la phonologie non-linéaire.	100
Figure 8: Étalonnage de l'épreuve praxies buccophonatoires d'ISADYLE (score en fonction de l'âge).	156
Figure 9: Aperçu du support visuel de la tâche de dénomination.....	162
Figure 10: Aperçu du support visuel de la tâche de jugement de lexicalité	162
Figure 11: Aperçu du support visuel de la tâche de jugement de lexicalité.	162
Figure 12: Nonword repetition task scores.....	179
Figure 13: Effect of syllable structure, syllable length, real word inclusion, consonant number and phonotactic probability on nonword repetition task.....	180
Figure 14: (A) Errors on consonants. (B) Errors on vowels.....	201
Figure 15: (A) Consonant epenthesis. (B) Errors on consonant clusters.....	202
Figure 16: (A) Prevoicing errors. (B) Devoicing errors.....	203
Figure 17: (A) Diadochokinesis rate. (B) Inconsistency score.	204
Figure 18: Diagramme radar pour représenter le profil psycholinguistique des enfants avec un TDSP (Meloni et al., 2019, ICPC).....	232

Introduction

Cette thèse qui a trait à l'évaluation des troubles du développement des sons de parole (TDSP), émerge d'une rencontre (physique et intellectuelle) entre les questionnements des chercheur·se·s en parole et une demande des orthophonistes. En effet, sur le versant de la recherche en parole, on observe un manque flagrant de données relatives au développement de la parole chez les enfants francophones. La plupart des descriptions portent sur les deux premières années de la vie. Sur le versant clinique, les TDSP sont un trouble dont la prévalence est très élevée et qui représente une forte proportion de la clientèle des orthophonistes. Selon Broomfield et Dodd (2004), au Royaume-Uni, près de 70% des prises en charge orthophoniques impliquent ce type de trouble. En raison de cette forte prévalence, les TDSP sont un enjeu de santé important. Pourtant, il n'existe que peu de batterie de tests permettant une évaluation des aspects de parole chez les enfants francophones et aucune n'est suffisamment spécifique ni sensible pour permettre un diagnostic différentiel des TDSP. Ces difficultés de diagnostic et de caractérisation fine des troubles induisent une mauvaise compréhension des processus pathologiques, ce qui a des conséquences sur les méthodes de rééducation.

Au cours de cette introduction, nous définirons le terme de TDSP et présenterons nos arguments à l'utilisation de ce terme. Ensuite, nous nous attarderons à donner une description des TDSP pour en percevoir l'hétérogénéité : nous aborderons la question de l'étiologie, puis, celle de la sémiologie des troubles. Nous présenterons rapidement des perspectives de rééducation parce qu'une bonne évaluation des TDSP est obligatoire pour sélectionner une méthode d'intervention adaptée. Finalement, nous présenterons les objectifs de la thèse.

1. Définition des TDSP

En 2012, s'est créé « The International Expert Panel on Multilingual Children's Speech (IEPMCS) », formé de phonéticien·ne·s, linguistes et orthophonistes de différentes régions du monde et dont l'objectif est de développer des ressources, cliniques et théoriques, dans le domaine des TDSP. Dans un article de position, le panel d'expert·e·s définit les TDSP de la façon suivante :

« Une combinaison de difficultés de perception, d'articulation/production motrice et/ou de représentations phonologique des segments de la langue (consonnes et voyelles), de la structure phonotactique (syllabes et structures des mots) et de la prosodie (tons lexicaux ou grammaticaux, rythme, accentuation et intonation) qui peut affecter l'intelligibilité de la parole et l'acceptabilité »¹ (notre traduction) (2012, p. 1)

Les enfants avec un TDSP vont donc présenter des difficultés soit au niveau des processus de traitement perceptif de la parole, soit au niveau des processus de production de la parole, et/ou encore au niveau des représentations des sons de la langue, de leur structure et de leur prosodie.

¹ "Children with speech sound disorders can have any combination of difficulties with perception, articulation/motor production, and/or phonological representation of speech segments (consonants and vowels), phonotactics (syllable and word shapes), and prosody (lexical and grammatical tones, rhythm, stress, and intonation) that may impact speech intelligibility and acceptability." (2012, p.1)

Cette variété des atteintes engendre une sémiologie des troubles très hétérogène. Cela sous-entend que la terminologie de TDSP inclut des troubles de cause, de sévérité, de pronostic, de caractéristiques et de processus pathologiques sous-jacents très différents.

2. Pourquoi utiliser le terme de TDSP ?

Comme nous l'avons dit précédemment, les TDSP recouvrent une réalité clinique très hétérogène. Cette hétérogénéité conduit à l'existence de nombreuses terminologies pour décrire les difficultés de parole chez l'enfant (trouble des sons de parole, retard de parole, trouble phonologique, trouble d'articulation, etc.). Dans cette thèse, nous utilisons le terme de Trouble du Développement des Sons de Parole pour référer à l'ensemble des difficultés de perception, de spécification des représentations phonologiques et de production des sons de parole, engendrant une perte de l'intelligibilité. Nous développons notre argumentaire pour le choix de cette terminologie de TDSP.

2.1. La notion de parole remplace la dichotomie articulation/phonologie

Actuellement, la clinique française fait une différence entre retard de parole et trouble articuloire. Selon la nomenclature des actes en orthophonie (janvier 2019), on retrouve différentes étiquettes :

- Le terme de « rééducation des troubles de l'articulation » correspondant à l'AMO 8,
- Le terme de « rééducation des retards de parole, des troubles de la communication et du langage oral » correspondant à l'AMO 12.1.

Ces deux termes sont fondés sur la perspective théorique d'une dichotomie entre les représentations phonologiques, abstraites et symboliques, et l'articulation, impliquant le système moteur en ayant peu de lien avec le système linguistique. Cette conception provient des théories de phonologie générative (Chomsky et Halle, 1968, Stampe, 1973) qui envisagent que les représentations phonologiques sont uniquement formées d'informations symboliques et linguistiques. Dans cette théorie, la mémoire est limitée et le système linguistique ne comprend que les informations non redondantes, que les informations essentielles pour faire du sens dans la langue. Ces représentations phonologiques sont ensuite transmises au système moteur qui les articule. Dans ce contexte, certaines erreurs sont jugées comme étant un déficit au niveau des représentations phonologiques (par exemple : l'antériorisation des occlusives vélares) tandis que d'autres erreurs sont considérées comme étant dues à un déficit articuloire (par exemple : l'antériorisation des fricatives alvéolaires). Toutefois, la recherche en parole actuelle tente d'aller au-delà de la dichotomie phonologie/phonétique (Dodd et al. 2018). Ce changement de paradigme a lieu pour deux raisons principales.

La première raison a trait au fait que certain·e·s chercheur·se·s envisagent que les représentations phonologiques ne soient pas uniquement abstraites et symboliques mais puissent comprendre un ensemble d'informations (Pierrehumbert, 2003; Munson et al. 2005; Ambridge, 2019). Munson et al., 2005 parlent de représentations multidimensionnelles. Ainsi, en plus de contenir des informations symboliques et linguistiques, les représentations phonologiques peuvent comprendre :

- Des connaissances articulatoires : les façons d'articuler les sons de la langue,
- Des connaissances perceptives : les indices acoustiques qui distinguent les sons,
- Des connaissances phonotactiques : les combinaisons segmentales possibles,
- Des connaissances prosodiques : les accentuations et intonations de la langue,
- Des connaissances indexicales : les marques sociales transmises dans la parole.

Dans cette perspective, les aspects moteurs et représentationnels interagissent lors du développement de façon bi-directionnelle. D'un côté, la production fréquente et répétée de mots et de phrases va soutenir la construction des représentations phonologiques et leur spécification. D'un autre côté, des représentations spécifiées comprennent un ensemble de détails articulatoires qui va faciliter la production du mot.

La deuxième raison provient de la pratique orthophonique. En effet, en clinique, la distinction entre des erreurs phonologiques et des erreurs d'articulation est souvent difficile, les enfants présentent majoritairement les deux types d'erreurs, et l'évolution d'une difficulté purement articulatoire peut avoir des conséquences sur les niveaux des représentations phonologiques (Dodd et al. 2018).

C'est pour ces deux principales raisons que la recherche actuelle opte pour l'utilisation de trouble/retard de la parole à la place de la dichotomie trouble d'articulation et trouble phonologique. Cela suggère que les enfants présentent un retard de développement de la parole dans son ensemble touchant à la fois les aspects phonologiques et articulatoires (Dodd et al. 2018). Toutefois, l'utilisation du terme de parole ne signifie pas qu'il ne faut pas essayer de préciser les niveaux d'atteinte (par exemple : difficultés de perception de parole, sous-spécification des représentations phonologiques ou difficultés au niveau de la planification motrice).

En clinique, cette conception multidimensionnelle a des conséquences. Par exemple, on ne fait plus, comme décrit précédemment, la dichotomie entre une antériorisation des fricatives alvéolaires qui serait un trouble de l'articulation et une antériorisation des occlusives vélares qui serait un trouble phonologique. On considère que ces deux erreurs sont des erreurs de parole sans émettre d'hypothèse sur le niveau de déficit.

2.2. La notion de trouble ou de retard

En France, les orthophonistes utilisent couramment le terme de « retard de parole ». Ce terme pourrait être en lien avec la terminologie utilisée par Shriberg et collègues (2010a) « speech delay ». Shriberg et collègues justifient cette utilisation par le fait que le développement de la parole se poursuit jusqu'à l'adolescence et qu'il ne serait pas possible de parler de trouble dans ce contexte développemental. Cette terminologie pose un problème, à notre sens, elle cache la notion de sévérité et de pronostic. En effet, certaines difficultés de parole sont sévères et leur pronostic peut être plus ou moins encourageant. Au regard de cette hétérogénéité de la sévérité et du pronostic, certain·e·s chercheurs·ses proposent de différencier « trouble » versus « retard ». Dodd (2011) met en avant des différences significatives, en termes de fonctionnement cognitif et de profil d'erreur de parole, entre un groupe d'enfants identifiés comme ayant un retard phonologique et un autre groupe d'enfants ayant un trouble phonologique. Selon Dodd (2011), les enfants avec un retard phonologique présenteraient des patrons d'erreur typiques des enfants plus jeunes, tandis que les enfants avec un trouble phonologique auraient des patrons d'erreur atypiques (constants ou non). En français, le manque de données sur le développement phonologique ne nous permet ni de juger de la typicité ou non d'un patron d'erreur, ni de valider que la distinction entre retard et trouble soit applicable en français. Également, cette possible différence entre trouble et retard ne conduit pas vers une différence au niveau de l'intervention. Notre point de vue est le suivant : les enfants présentant un trouble phonologique semblent plus déficitaires que les enfants avec un retard phonologique. Toutefois, il ne s'agirait pas d'une différence de nature du trouble mais davantage d'une différence de sévérité. Dans cette perspective, trouble et retard se situent sur le même continuum et reflètent, tous deux, une sous-spécification des représentations phonologiques. Ainsi, il nous paraît davantage judicieux d'utiliser le terme de trouble et de le compléter éventuellement avec un indice de sévérité fondé sur l'impact fonctionnel.

2.3. La notion de trouble développemental

Nous employons le terme de « développemental » dans le sens où les difficultés de parole apparaissent au cours du développement de l'enfant. Elles sont le résultat d'une interaction entre des facteurs biologiques et des facteurs environnementaux. Dans cette perspective, on ne fait plus de différence entre un trouble avec une étiologie connue (type AVC pendant l'enfance ou paralysie cérébrale) et une étiologie inconnue. En effet, bien que l'étiologie puisse être connue, dans la mesure où le trouble a lieu durant le développement, les facteurs environnementaux et biologiques s'intriquent, interagissent et ne peuvent plus se dissocier. En utilisant le terme « développemental », nous mettons ainsi l'accent sur le fait que le système de parole de l'enfant est un système en développement.

Nous venons de présenter nos arguments en faveur de l'utilisation du terme TDSP aux dépens d'autres termes comme « retard de parole » ou « trouble des sons de parole ». Ce terme reflète, à notre sens, la réalité clinique. Il permet de dépasser la dichotomie articulation/phonologie,

d'envisager le trouble et le retard comme un continuum et de souligner l'enjeu développement de ces difficultés. Toutefois, ce terme est un terme parapluie qui, de façon inhérente, rassemble des profils de troubles très divers. L'utilisation de ce terme nécessite donc que les orthophonistes puissent décrire et caractériser le trouble. Dans les deux prochaines sections, nous proposons des façons de caractériser les TDSP : (1) en fonction de l'étiologie et (2) en fonction de la sémiologie des troubles.

3. Étiologies des TDSP

Pour essayer de caractériser l'hétérogénéité des troubles, il peut être pertinent de s'intéresser aux causes de ceux-ci. Ainsi, 40% de l'ensemble des TDSP présentent une étiologie connue (Shriberg et al., 1997 ; Shriberg et al., 2010a et b). Quatre étiologies principales sont décrites :

(1) une lésion du système neuromoteur (par exemple : une dysarthrie dans le cadre d'une paralysie cérébrale),

(2) un déficit sensoriel (par exemple : une surdité),

(3) un syndrome (par exemple : une trisomie 21),

(4) une différence anatomique (par exemple : une fente palatine).

En revanche, entre 56 et 60% des difficultés de parole ont une origine inconnue (Shriberg et al., 2010a et b, Dodd, 2014). Pour répondre à cette problématique, Shriberg et son équipe de 1980 à 2017, dans le cadre du Phonology Project développé au sein de l'Université de Wisconsin-Madison, ont développé le Speech Disorders Classification System (SDCS) qui est un système de classification des TDSP sans étiologie connue. Le cadre théorique développé par Shriberg et collègues s'inscrit dans un modèle médical qui a pour objectif de mettre en lien les caractéristiques observées (dites causes proximales) avec des causes sous-jacentes supposées (dites causes distales). Leur perspective est d'associer le niveau des observations comportementales, avec le(les) niveau(s) psycholinguistiques déficitaires et avec le niveau génétique ou environnemental. Le SDCS décrit cinq catégories, reliées à des causes différentes (Shriberg et al., 2010) :

1) Le retard de parole héréditaire qui trouverait son origine au niveau génétique : ce groupe représente la plus grande partie des enfants avec un TDSP sans cause connue (environ 60%). Au sein de ce groupe, 75% des enfants auront une parole normalisée à l'âge de 6 ans (avec une intervention orthophonique) mais 25% d'entre eux présenteront des erreurs résiduelles. Remarquons que pour Shriberg et collègues, le terme de « retard » est utilisé pour tous les enfants présentant une intelligibilité réduite jusqu'à neuf ans. Le terme de trouble sera utilisé après neuf ans si la perte d'intelligibilité persiste. Le seuil de neuf ans est justifié par l'idée que, dans le développement typique, l'acquisition des phonèmes serait complète à cet âge.

2) Le retard de parole en lien avec des otites à répétition avant l'âge de 3 ans : ce groupe représente 33% des enfants avec un TDSP. Toutefois, le lien entre la perte auditive liée aux otites (environ 25 dB) et l'impact sur la parole de l'enfant est controversé. Roberts et al. (2004) proposent une revue de la littérature sur l'impact des épisodes d'otites sur le développement du vocabulaire, de la syntaxe et de la parole. Les auteurs mettent en avant que la perte auditive des otites n'expliquerait que très peu les habiletés de langage et de parole, comparativement à d'autres facteurs, tels que le niveau d'éducation de la mère, le niveau socio-économique ou l'environnement de garde de l'enfant, qui expliqueraient davantage les habiletés langagières de l'enfant. Dans ce contexte, la cause du retard de parole pourrait être l'association des otites avec des facteurs de risque génétiques ou environnementaux.

3) Le retard de parole associé à un déficit psychosocial : ce groupe représente 5% des enfants avec un TDSP et comprend les enfants présentant des difficultés psychosociales telles que des comportements d'agressivité, de manipulation, de colère, de contrôle, de la timidité, du mutisme, du repli sur soi. Il reste cependant difficile de déterminer si les difficultés de parole et les difficultés comportementales ont une relation causale ou de comorbidités psychiatriques.

4) Le retard de la parole en lien avec un déficit du système moteur transmis génétiquement : ce groupe rassemble très peu d'enfants avec un TDSP (soit 5% ou moins). Dans ce contexte, le déficit sous-jacent se situe au niveau de la planification/programmation motrice et de l'exécution motrice de la parole. Ce groupe comprend des enfants présentant une dysarthrie développementale (présentant des difficultés d'exécution motrice), des enfants avec une dyspraxie verbale (difficultés impliquant la planification motrice) et des enfants avec des difficultés non-spécifiées (déficits à la fois de planification motrice et d'exécution motrice).

5) Les erreurs de parole : ce groupe correspond à des distorsions de quelques sons de parole (le /r/ ou le /s/ pour l'anglais). Ce type d'erreurs peut se normaliser à long terme mais peut également persister à l'âge adulte bien que les conséquences sociales puissent être importantes.

Cette classification, en fonction des étiologies, est largement utilisée en recherche mais a du mal à s'imposer dans la pratique clinique. En effet, il est souvent difficile d'identifier une seule cause probable (Fox et al., 2002). Également, Shriberg et collègues n'investiguent pas la réponse à l'intervention en fonction de leurs catégories. Cela sous-entend que, pour l'orthophoniste, identifier l'une ou l'autre des catégories ne l'aidera pas à construire un plan de traitement. Toutefois, cette classification reste pertinente pour pouvoir répondre aux questions des adultes entourant l'enfant ou de l'enfant lui-même sur les causes des difficultés observées, mais pour l'orthophoniste, il est important d'obtenir d'autres descriptions des TDSP, notamment au niveau de la sémiologie que nous abordons dans la partie suivante.

4. Sémiologies des TDSP

Étant donné que la classification proposée par Shriberg et collaborateurs·trice ne peut pas être utilisée en clinique, d'autres classifications ont émergé. Nous proposons une classification incluant trois sous-types de TDSP, déterminés, à la fois, en fonction des niveaux d'atteinte dans le traitement de parole mais aussi en fonction des caractéristiques des productions des enfants. Cette classification comprenant quatre sous-types de TDSP est une synthèse de la classification psycholinguistique de Stackhouse et collaborateurs·trices (1997 à 2007) et de la classification linguistique de Dodd et collaborateurs·trices (1995 à 2014). Les trois sous-types sont : le trouble d'articulation, la dyspraxie verbale et le trouble ou retard phonologique. C'est à partir de cette classification que les orthophonistes pourront conduire le diagnostic différentiel.

Le trouble d'articulation ou dyslalie : il s'agit d'une difficulté de production d'un son ou une classe de sons, en particulier ceux qui se développent tardivement (Dodd, 2014). Le son (ou la classe de sons) est systématiquement produit avec une erreur, c'est-à-dire avec une substitution ou une distorsion (Brin et al., 2014). En clinique, le trouble d'articulation regroupe, par exemple, des erreurs sur les fricatives alvéolaires /s, z/ qui sont produites de façon interdental, ou encore produites avec une occlusion, substituant par /t, d/. Le phonème est systématiquement produit avec la distorsion ou la substitution indépendamment du contexte de production (en parole spontanée, en dénomination) (Dodd et al., 2014). En général, les enfants présentant un trouble d'articulation sont intelligibles mais les erreurs de parole peuvent impacter grandement l'acceptabilité. C'est ce que montrent Allard et Williams (2008). Les auteur·e·s font écouter à 455 adultes un enregistrement d'une personne adulte avec un trouble de l'articulation (sigmatisme interdental) et un enregistrement d'une personne adulte avec une parole typique. Les participant·e·s doivent juger de l'employabilité de la personne. Leurs résultats démontrent que la personne avec le sigmatisme est significativement plus jugée comme incompétente à l'emploi que la personne sans erreurs de parole. Le trouble d'articulation a donc des conséquences réelles et majeures sur l'inclusion sociale de l'individu. Concernant les processus déficitaires sous-jacents aux troubles d'articulation, le point de vue majoritaire est de considérer que le trouble d'articulation est un déficit au niveau de l'exécution motrice. Cela sous-entend les structures oromotrices seraient déficitaires (Schelstraete et al. 2011). Ce serait le cas par exemple des enfants présentant une paralysie d'une branche du nerf facial ou d'une fente palatine. La paralysie empêche la mobilisation des muscles de la face et, de fait, la production sans erreur de certains sons (Baker et McLeod, 2017). Cependant, il est clair que, même si certains enfants présentant un trouble d'articulation ont un déficit de mobilité ou une différence anatomique au niveau des structures orales, la majorité des enfants ne démontrent pas ce type de déficit (Baker et McLeod, 2017). Pour ces enfants, les processus déficitaires pourraient être situés au niveau des programmes moteurs. Ce serait la représentation du mouvement pour produire un son qui comporterait une erreur. En d'autres mots, le mouvement

enregistré pour produire le son est erroné. Cela entraîne une différence acoustique par rapport au son attendu.

La dyspraxie verbale : selon l'ASHA (2007), il s'agit d'un trouble pédiatrique neurologique qui affecte la planification et/ou la programmation des mouvements de la parole. L'enfant présente des difficultés, à la fois à construire de nouveaux programmes moteurs, mais aussi à paramétrer les informations spatiotemporelles et à coordonner les séquences de mouvements de la parole (ASHA, 2007). Autrement dit, les difficultés se situeraient au niveau de la conversion du code phonologique en code articuloire (Nijland et al., 2003; Shriberg et al., 2012; Murray et al., 2015). Pour Terband et Maassen (2010), la dyspraxie verbale serait causée par un déficit des mécanismes de contrôle prédictif (contrôle *forward*) en lien avec une faiblesse au niveau de la sensibilité orale. Cette faiblesse entraînerait une mauvaise correspondance (*mapping*) entre le geste articuloire produit et le résultat acoustique, ne permettant pas un ajustement de mouvements articuloires. L'enfant avec une dyspraxie verbale démontre une inintelligibilité moyenne à sévère malgré une conscience aiguë de ses difficultés de parole (Charron et MacLeod, 2010). La prévalence de la dyspraxie verbale est faible. L'ASHA indique que ce trouble est présent chez 4% des enfants adressés aux orthophonistes pour des difficultés de parole. La rareté du trouble va de pair avec un manque de consensus sur les marqueurs cliniques. Il n'existe actuellement pour diagnostiquer la dyspraxie verbale ni test ou protocole fiable, ni marqueur clinique unique, ni consensus de traits cliniques validés en recherche. Selon l'ASHA, trois caractéristiques cliniques sont à prendre en compte pour diagnostiquer la dyspraxie verbale : l'inconstance des erreurs, l'allongement de certaines syllabes et/ou l'interruption des transitions entre les syllabes et la dysprosodie.

On peut également citer la « check-list » de Strand (Shriberg et al., 2009) qui est très utilisée en clinique. Cette liste comprend 10 marqueurs. L'enfant doit présenter quatre marqueurs sur les dix proposés, dont le marqueur d'erreur sur les voyelles, pour être diagnostiqués avec une dyspraxie verbale :

- Des difficultés d'initiation des mots ou de transition entre les syllabes d'un mot
- Des pauses entre les syllabes (ségrégation de syllabes)
- Des erreurs d'accentuation des mots ou une accentuation égale de toutes les syllabes du mot
- Des distorsions de voyelles et de consonnes
- Du tâtonnement articuloire
- Des épenthèses de schwas
- Des erreurs de voisement
- Une lenteur générale de l'articulation
- Une lenteur dans les diadococinésies

- Une augmentation des erreurs avec la complexité ou la longueur du mot

Parmi l'ensemble des caractéristiques décrites par les chercheurs·se·s, quelles sont celles qui permettraient de diagnostiquer au mieux les enfants avec une dyspraxie verbale ? C'est la question que se sont posé·e·s Murray et al. en 2015. Pour cela, les auteur·e·s ont recruté 57 enfants : 15 enfants avec un TDSP mais sans dyspraxie verbale, 27 enfants avec une dyspraxie verbale pure et 15 enfants avec une dyspraxie verbale et un trouble associé (trouble développemental du langage principalement). A partir des résultats des enfants à différentes tâches de production de parole, les chercheur·se·s ont relevé 24 mesures telles que le pourcentage de consonnes correctes, le nombre d'épenthèses de schwas, le nombre d'erreurs de voisement. Leurs résultats démontrent que 82% des enfants avec une dyspraxie verbale sont diagnostiqués par le pourcentage d'accentuation lexicale et par le pourcentage de pauses entre les syllabes des mots polysyllabiques. Pour diagnostiquer 91% des enfants avec une dyspraxie verbale pure, il faut ajouter le pourcentage de consonnes correctes des mots polysyllabiques et le nombre de répétitions de diadococinésies.

La limite principale de l'ensemble de ces études est qu'elles portent sur des enfants anglophones. Or, certains marqueurs cliniques décrits sont dépendants de la langue maternelle des enfants. Par exemple, le français ayant une accentuation syllabique, il n'est pas possible de relever le pourcentage d'accentuations lexicales correctes. De la même façon, chez les enfants typiques francophones, le dévoisement est un patron d'erreur très fréquent (présent dans plus de 10% des contextes possibles chez les enfants de 42 à 47 mois, Brosseau-Lapré et al., 2018). Le dévoisement resterait-il toujours un marqueur de dyspraxie verbale chez les enfants francophones ? Il n'existe à notre connaissance qu'une étude pilote comprenant des enfants francophones avec une dyspraxie verbale (Findlay et MacLeod, 2016). Findlay et MacLeod (2016) ont tenté de déterminer quel type d'indicateurs cliniques pourraient être présents chez les enfants francophones avec une dyspraxie verbale. Leur étude comprend 6 enfants avec une hypothèse de dyspraxie verbale, 9 enfants avec une hypothèse de trouble phonologique et 15 enfants typiques. Les enfants sont âgés de 2;6 à 5;7 ans. Les résultats indiquent que seuls deux signes permettraient de diagnostiquer les enfants avec une dyspraxie verbale : le pourcentage de consonnes correctes et le pourcentage de voyelles correctes. Davantage d'études, dans d'autres langues que l'anglais, sont nécessaires pour pouvoir déterminer quels marqueurs cliniques permettent le diagnostic des enfants avec une dyspraxie verbale.

Le trouble ou retard phonologique : il s'agit d'un manque de précision et d'organisation des représentations phonologiques. Les représentations perceptives et articulatoires des sons et des mots de la langue sont floues, imprécises. Schelstraete et al., (2004) indiquent qu'il y a une altération de l'intégrité du lexique phonologique. On parle de sous-spécification des représentations phonologiques. Nazzi (2006) définit la notion de spécification de la façon suivante :

« il est fait référence au fait que la représentation d'un mot donné consiste en la séquence complète des phonèmes qui le constituent (avec éventuellement des informations prosodiques pour les langues où cette

dimension est pertinente au niveau lexical), cette représentation étant donc différente de celle d'un mot phonétiquement proche. » (2006, p. 38)

Lorsque les représentations phonologiques d'un enfant sont sous-spécifiées, c'est qu'elles ne sont pas complètes ; elles manquent de précision, de détails. Il peut y avoir un flou au niveau de la structure, entraînant des patrons d'erreur touchant la structure du mot comme l'omission d'une syllabe, ou au niveau des segments, entraînant des patrons d'erreur sur les segments comme les dévoisements. La sous-spécification des représentations phonologiques entraîne une altération du système de contrastes segmentaux (Schelstraete et al. 2004), c'est-à-dire que l'enfant ne respecte pas les contrastes phonologiques qui font du sens dans sa langue. Le trouble/retard phonologique correspond à une atteinte globale des représentations phonologiques. Cela sous-entend que le système de contrastes des sons de la langue est altéré (déficit au niveau des connaissances symboliques et abstraites de la langue), mais également que les informations perceptives sont insuffisantes (déficit au niveau des connaissances perceptives des sons de la langue) et, finalement, que les informations articulatoires sont imprécises (déficit au niveau des connaissances articulatoires et motrices) (Munson et al., 2005). Le trouble/retard phonologique se traduit donc par une incidence sur le versant expressif, mais également sur le versant perceptif.

Sur le plan perceptif, les enfants avec un trouble phonologique peuvent montrer un déficit dans le traitement auditif, en particulier au niveau du décodage phonétique des sons de parole, sans pour autant présenter de déficit au niveau de l'audition périphérique (Barrozo et al., 2016). Ces enfants peuvent avoir davantage de difficultés que les enfants tout-venant dans des tâches de désignation d'image dans différentes conditions de bruit (Edwards et al. 1999, auprès d'enfants de 3;8 à 5;4, Hearnshaw et al., 2018, auprès d'enfants de 4 à 5 ans), ainsi que dans des tâches de discrimination de pseudomots (Bridgeman et Snowling, 1988, auprès d'enfants de 7 à 12 ans). En plus de ces difficultés d'ordre auditif, des études mettent en évidence des difficultés au niveau du traitement des informations perceptives visuelles, c'est-à-dire, des informations de la lecture labiale. Les enfants avec un TDSP pourraient démontrer une perception des visèmes déficitaire, à la fois au niveau de la syllabe (Norrix et al., 2007 auprès d'enfants de 4 et 5;8 ans, Meronen et al., 2013, auprès d'enfants de 8 ans) que du mot (Heikkilä et al., 2017, enfants entre 7 et 11 ans). Ces jeunes patient·e·s ne peuvent pas utiliser les indices labiaux pour pallier leur déficit auditif, notamment dans des conditions de bruit.

Sur le plan de la production, le trouble phonologique peut prendre plusieurs formes. Dodd (2005) propose la classification suivante:

- Le retard phonologique : serait la persistance d'erreurs phonologiques courantes chez des enfants plus jeunes. Pour les enfants francophones, cela correspondrait aux enfants qui conserveraient des patrons d'erreur d'antériorisation, de dévoisement et des patrons de réduction

de cluster, d'élision de la consonne finale et de suppression des syllabes non-accentuées après 4 ans (Brousseau-Lapré et al., 2018).

- Le trouble phonologique avec erreurs stables : correspondrait à la présence de patrons d'erreurs typiques des enfants plus jeunes et atypiques. Pour les enfants francophones, les patrons d'erreur atypiques seraient l'occlusion, la postériorisation, le gliding et la délatéralisation (inférieur à 10% pour les enfants de 20 à 92 mois).

- Le trouble phonologique avec erreurs instables : serait la présence d'erreurs multiples et inconstantes. Selon Dodd (2017), l'inconstance correspond à des patrons d'erreurs différents pour un même item lexical. À la différence du retard ou du trouble phonologique, le trouble phonologique inconstant n'affecte pas les représentations phonologiques mais l'étape de planification phonologique (Dodd et Bradford, 2000). L'inconstance des productions serait le signe de difficultés à sélectionner et assembler les syllabes ou segments formant le code phonologique.

Comme nous le comprenons à la lecture de ces descriptions, la classification à l'une ou l'autre des catégories se fait à la fois à partir de l'analyse des productions de l'enfant (analyse des erreurs) mais aussi à partir de l'hypothèse du niveau d'atteinte dans le processus de parole. Il est donc important pour l'orthophoniste de faire l'analyse des productions de l'enfant mais aussi de comprendre son profil psycholinguistique pour pouvoir identifier un type de TDSP. Cette identification est importante en clinique parce qu'elle permet de mieux guider l'intervention. En effet, si l'enfant présente des difficultés aux niveaux des représentations phonologiques, l'orthophoniste s'orientera vers une intervention visant à renforcer les représentations. Si les difficultés sont au niveau perceptif, l'orthophoniste proposera un entraînement de la perception de parole. Et, si l'enfant présente un déficit au niveau de la programmation, planification ou exécution motrice, une thérapie motrice sera proposée. Nous décrivons ces différentes perspectives d'intervention dans le point suivant.

5. Perspective de réhabilitation

Différentes méthodes d'intervention auprès des enfants avec un TDSP existent actuellement. Comme l'intervention auprès des enfants avec un TDSP n'est pas le sujet principal de cette thèse, nous présentons seulement les principaux axes d'intervention (pour un détail des méthodes interventionnelles, voir Williams et al., 2010). Toutefois, si l'intervention n'est pas le centre de cette thèse, c'est un sujet fortement connecté pour deux raisons : (1) en clinique, l'orthophoniste a besoin d'un diagnostic ou d'une caractérisation des déficits pour choisir une méthode d'intervention adaptée, et (2) en recherche, pour évaluer l'efficacité et les retombées des interventions, il faut savoir qui sont les participants et disposer d'un diagnostic précis.

Ainsi, trois grandes catégories peuvent être définies : les méthodes fondées sur l'entraînement perceptif, les méthodes cognitivo-linguistiques et les méthodes motrices (Wren et al., 2018).

Les approches perceptives ont pour objectif de développer les habiletés perceptives, surtout auditives, pour améliorer les productions des enfants. Rvachew et Brosseau-Lapr  (2010) proposent de confronter l'enfant, dans une tâche de jugement de lexicalité, à des productions correctes ou erronées de certains phonèmes. Selon les auteures, l'entraînement au jugement des productions permet à l'enfant d'enrichir ses connaissances acoustiques et d'affiner ses catégories perceptuelles. Cependant, il n'existe pas à notre connaissance d'intervention perceptuelle ciblant la lecture labiale chez les enfants avec un TDSP.

Les méthodes cognitivo-linguistiques visent la prise de conscience par l'enfant des différences contrastives entre les segments de la langue. L'idée est que l'enfant acquière le système contrastif avant de le produire : « *la modification doit apparaître d'abord dans la pensée de l'enfant avant sa bouche*² » (McLeod et Baker, 2017, p. 436, notre traduction). L'intervention accompagne l'enfant vers la découverte du système de règles qui régit la langue et s'appuie donc sur des situations d'énonciation qui ont du sens. Ce type d'intervention vise les enfants avec un trouble phonologique. Une des interventions qui a le plus démontré son efficacité est la méthode des paires minimales (un essai clinique randomisé contrôlé réalisé par Dodd et al., 2008). Il s'agit de placer l'enfant dans un contexte langagier où il est confronté à des mots qui constituent des paires minimales. Le patient est incité à utiliser le contraste s'il veut éviter le bris de communication.

Les interventions motrices se concentrent quant à elles sur le versant production et se fondent sur les principes de l'apprentissage moteur (Maas et al., 2008, Schmidt, 1975). Pour comprendre ces principes, nous allons détailler le cadre de la théorie des schémas tel que défini par Schmidt (1975). Dans ce cadre théorique, les séquences motrices sont stockées en mémoire à long terme, ce que l'auteur appelle les plans moteurs généralisés. Ce plan moteur généralisé est un ensemble d'informations abstraites qui précisent la façon de réaliser les gestes articulatoires. Ces derniers sont ensuite modifiés, ajustés à la réalité de la situation d'énonciation : c'est la planification du plan moteur généralisé. Selon Schmidt (1975), l'individu parvient à extraire des règles à partir des différents ajustements et adaptations du plan moteur généralisé. Ces règles sont ce qu'il appelle des schémas qui sont construits à partir de 4 types d'informations : (1) la situation initiale, (2) les ajustements et adaptation réalisés, (3) les conséquences somatosensorielles et (4) les conséquences et résultats du geste. L'auteur considère donc l'apprentissage moteur comme, d'une part, la mémorisation de nouveaux programmes moteurs généralisés et d'autre part de nouveaux schémas. Ainsi, l'apprentissage des schémas correspond au moment où l'enfant parvient à extraire les règles qui unissent les informations de la situation initiale, des ajustements, des conséquences somatosensorielles et du résultat. Maas et al. (2008) ont adapté cette théorie du mouvement au contexte spécifique de la parole et de l'intervention orthophonique. Les auteur s ont ainsi décrit

² « *the change must first appear in the child's mind before his mouth* » (McLeod et Baker, 2017, p. 436)

différents principes pour favoriser l'apprentissage moteur. Selon eux, les séances doivent comprendre un important nombre d'essais, être relativement espacées dans le temps, proposer différents contextes phonétiques et cibler les contextes phonétiques relativement complexes. Les auteur·e·s décrivent également les retours ou feedback. Ces retours peuvent être internes (conséquences somesthésiques que ressent le/la patient·e) ou externes (conséquences du mouvement sur l'extérieur, par exemple, le signal acoustique). De la même façon, la rétroaction peut être centrée sur le résultat ou sur la tentative, sa fréquence peut être élevée ou basse et elle peut être immédiate ou retardée. Maas et al. (2008) déterminent qu'un retour externe, de fréquence basse, retardé et fondé sur la tentative sont les meilleures conditions d'apprentissage moteur. Là encore, cette notion de feedback intéresse notre problématique, car les outils de retour visuel de l'articulation sont une façon d'établir une rétroaction externe.

Cette brève description des méthodes d'intervention nous permet de comprendre l'importance de caractériser les troubles. En effet, proposer une intervention cognitivo-linguistique à un enfant présentant des difficultés motrices n'aura pas l'efficacité escomptée. Cela est un argument majeur à une évaluation approfondie et un diagnostic des enfants avec un TDSP.

6. Problématique générale de la thèse

A la lecture de cette présentation, il est possible de retenir deux éléments importants. Premièrement, les TDSP rassemblent une réalité clinique variée. En effet, certains TDSP ont une cause connue mais la majorité des TDSP sont idiopathiques. Également, les TDSP recouvrent des difficultés à différents niveaux du traitement de la parole (niveau perceptif, niveau représentationnel et niveau de production motrice). Des descriptions sont disponibles pour l'anglais mais peu sont faites à partir de données d'enfants francophones. Deuxièmement, en fonction de la caractérisation du trouble, le type d'intervention proposé sera différent. Ainsi, il est nécessaire pour l'orthophoniste de diagnostiquer les enfants avec un TDSP et de pouvoir caractériser les troubles pour choisir une perspective d'intervention adaptée et efficace.

Ces observations ont conduit un groupe de chercheur·se·s et d'orthophonistes à développer le projet EULALIES. Ce projet a trois objectifs : (1) développer une batterie de tests d'évaluation de la parole chez l'enfant, (2) collecter des données sur le développement phonologique des enfants francophones et (3) développer des critères de diagnostic des enfants francophones avec un TDSP. Le projet EULALIES rassemble des chercheur·se·s et des orthophonistes en France, au Québec et en Belgique, développant différents axes de recherche. Ce travail de thèse s'inscrit dans le projet EULALIES.

Ce travail de thèse propose une batterie de tests, fondée sur un modèle théorique psycholinguistique, permettant l'évaluation et le diagnostic des enfants avec un TDSP. Plus spécifiquement, cette thèse présente un modèle théorique de traitement de la parole et y associe un

protocole d'évaluation. La problématique générale est d'investiguer la validité du protocole d'évaluation présenté et d'identifier les caractéristiques spécifiques des TDSP chez les enfants francophones. Pour cela nous avons, dans un premier temps, réalisé un panorama des outils d'évaluation existants pour la population francophone. Cet état des lieux nous a conduite à observer un manque d'outil spécifique à l'évaluation de la parole chez l'enfant. Nous proposons donc une batterie de cinq tâches d'évaluation testant différents niveaux du traitement de parole. Nous explorons ensuite la question de la validité de cette batterie de test, en nous concentrant sur la tâche de répétition de pseudomots, et en envisageant les facteurs inter-stimuli et inter-sujet influençant les résultats de cette tâche. Les données recueillies avec notre batterie de test sont finalement exploitées pour l'identification des caractéristiques spécifiques aux enfants francophones avec un TDSP, autour de la question du diagnostic différentiel entre la dyspraxie verbale et le trouble phonologique. Nous avons appréhendé quels indicateurs cliniques étaient spécifiques aux enfants francophones avec une dyspraxie verbale ou avec un trouble phonologique.

Afin de saisir plus précisément l'organisation et les enjeux de ce travail de thèse, nous proposons le plan de lecture suivant :

Le chapitre 1 constitue la présentation du modèle théorique psycholinguistique adapté à la parole de l'enfant. La première partie de ce chapitre présente un argumentaire à l'utilisation d'un modèle théorique pour soutenir l'évaluation des enfants avec un TDSP. Les sections suivantes présentent les prémisses au modèle théorique puis décrivent les étapes de perception, de production ainsi que les mécanismes de contrôle par monitoring de la perception et de la production de parole. La dernière partie du chapitre est une interprétation psycholinguistique des différents types de TDSP. Nous tenterons d'associer les déficits centraux des types de TDSP avec les différents niveaux du modèle de traitement de parole. La conclusion de ce chapitre ouvre sur le besoin de construire des épreuves d'évaluation qui s'appuient sur ce modèle théorique et ses sous-traitements et qui permettent de repérer les types de TDSP et de les caractériser.

Le chapitre 2 propose un état des lieux des épreuves de perception de parole. Ce chapitre 2 est constitué d'un article publié en 2022 dans la revue *Glossa*. L'objectif de l'article est double. Premièrement, l'article recense les tâches d'évaluation de la perception de parole disponibles en français. Ensuite, l'article analyse ces tâches selon deux aspects : (1) en fonction des caractéristiques psychométriques et (2) en fonction de critères établis par Locke (1980a) pour l'évaluation de la perception de parole. Les résultats de cette revue soulignent le manque d'outils remplissant des critères satisfaisant en termes de psychométrie mais aussi en termes de contenu proposé.

Concernant le versant production de parole, nous avons inclus une revue des tâches disponibles dans le chapitre 3.

Le chapitre 3 présente la construction de la batterie EULALIES. Nous présentons les cinq tâches choisies : jugement lexical, dénomination, répétition de pseudomots, diadococinésies et répétition de syllabes. Pour chaque tâche, nous présentons une synthèse de littérature permettant de justifier les choix méthodologiques des tâches. Nous présentons également un panorama des épreuves décrites dans la littérature ou disponibles dans la clinique francophone afin de justifier la création d'une nouvelle tâche. Finalement, nous décrivons les choix méthodologiques qui ont permis de construire les cinq tâches.

Le chapitre 4 décrit la méthodologie de recueil des données. Nous y présentons les participants, le dispositif d'acquisition des données, la transcription phonétique des productions et le type d'analyse réalisées.

Le chapitre 5 expose les résultats de l'étude de validité de la tâche de répétition de pseudomots. L'objectif de l'étude est d'investiguer les variables inter-sujets et inter-stimuli influençant l'épreuve. L'étude porte sur 119 enfants typiques de 4;6 à 11;3 ans. Les résultats montrent que les facteurs inter-sujets affectant le score à la répétition de pseudomots sont l'empan mnésique et l'âge, et que les facteurs inter-stimuli opérants sont le nombre de syllabes et de consonnes, l'inclusion d'un vrai mot et la structure syllabique. Ces résultats suggèrent que la tâche de répétition de pseudomots dépend davantage des processus psycholinguistiques que des connaissances de la langue et de l'exposition.

Le chapitre 6 aborde la question du diagnostic différentiel des TDSP. L'objectif de l'étude est de déterminer si les indicateurs cliniques disponibles en anglais pour diagnostiquer la dyspraxie verbale se retrouvent chez la population francophone. L'étude porte sur 75 enfants typiques, cinq enfants avec une dyspraxie verbale et neuf enfants avec un trouble phonologique. Les résultats montrent que certains signes cliniques se retrouvent chez les enfants francophones, tels que la lenteur aux diadococinésies, les erreurs sur les voyelles, les consonnes et les groupes consonantiques, le nombre d'épenthèses, l'inconstance et l'augmentation des erreurs avec la longueur de l'item. D'autres marqueurs cliniques comme les épenthèses de schwas ne se retrouvent pas chez les enfants francophones.

Le chapitre 7 est la dernière partie de la thèse. Nous discutons des principaux résultats de la thèse et de leur interprétation dans le cadre de notre modèle théorique psycholinguistique. Nous envisageons les implications cliniques et théoriques de notre travail.

Chapitre 1

Élaboration d'un modèle théorique psycholinguistique adapté à la parole de l'enfant

Dans cette première partie, nous présentons un modèle théorique psycholinguistique décrivant les processus impliqués dans la production et la perception de la parole. Le modèle que nous proposons est une synthèse et extension d'autres modèles proposés dans la littérature. Par « production de la **parole** », nous entendons ici la production de gestes articulatoires et phonatoires conduisant à des signaux sonores (et en partie visibles) associés ou non à une unité langagière symbolique (porteuse de sens), telle que le mot, ou plus grande ou plus petite que le mot. Par « perception de la **parole** », nous entendons la récupération d'une unité langagière symbolique à partir de signaux auditifs et visuels émis par l'interlocuteur·rice. Comme nous l'expliquons plus bas, nous ne cherchons pas ici à décrire les étapes de production et perception de niveaux supérieurs de traitement linguistique, qui engagent l'encodage morphosyntaxique, la formulation et la conceptualisation, et nous nous focalisons sur les étapes d'encodage phonologique et d'articulation (cf. Levelt, 1992). Dans la même perspective que Stackhouse et Wells (1997), Baker et al., 2001, Terband et al., 2019, Van der Merwe, 2021, nous défendons l'idée qu'il est important, pour l'évaluation et l'intervention orthophonique, de fournir une description des processus déficitaires sous-jacents aux TDSP. Le chapitre s'organise en trois parties. La première partie justifie l'utilisation d'un protocole d'évaluation fondé sur un modèle psycholinguistique. La deuxième partie présente le modèle théorique. Finalement, la troisième partie est une interprétation des TDSP à partir du modèle psycholinguistique.

1. Justification d'un protocole fondé sur un modèle psycholinguistique

Depuis les années 1990 (Hewlett, 1990, Levelt, 1989), une large part de la littérature considère l'intérêt de l'utilisation de modèles psycholinguistiques dans l'évaluation et la planification de l'intervention pour les enfants présentant un TDSP. Trois arguments principaux sous-tendent l'utilisation des modèles psycholinguistiques.

En premier lieu, l'approche psycholinguistique offre une alternative aux méthodes traditionnelles par classification catégorielle pour envisager le processus de diagnostic d'un point de vue plus individualisé. En effet, un protocole d'évaluation fondé sur un modèle psycholinguistique permet d'identifier les forces et les faiblesses de l'enfant (Stackhouse et Wells, 1993 et 1997, Stackhouse et al., 2007). Cette perspective considère que chaque enfant est unique et qu'il·elle présente son propre profil de facilités, de défis et de mécanismes compensatoires. L'importante variabilité dans les profils des enfants avec un TDSP, et de façon générale des enfants avec un trouble développementaux, conduit à un manque de consensus sur la classification des troubles (cf. Introduction). Cette absence de consensus soutient une vision des troubles

développementaux selon une organisation en continuum (ou en spectre) plutôt qu'en catégories mutuellement exclusives (Terband et al., 2019; Lancaster et Camarata, 2019). L'approche psycholinguistique permettrait de passer d'une classification des TDSP en catégories à une caractérisation en compétences et en processus déficitaires (Terband et al., 2019). Selon Maassen et al. (2015), les différences entre les TDSP résident davantage dans le degré de déficit ou de préservation d'un processus plutôt que dans l'exclusion de l'un ou de l'autre diagnostic.

Ensuite, l'identification de niveaux d'atteinte à partir du modèle psycholinguistique permet de changer la façon de penser l'intervention. Actuellement, la majorité des procédures d'évaluation et de diagnostic sont orientées vers les productions de l'enfant (Terband et al., 2019, Hearnshaw et al., 2019). A partir d'une tâche de dénomination, les orthophonistes collectent des données sur les sons que l'enfant est ou n'est pas capable de produire (en rapport ou non avec la cible) et organisent l'intervention en fonction des données collectées (McLeod et Baker, 2014; Baker, 2001). Ainsi, alors que les définitions des troubles réfèrent au niveau d'atteinte déficitaire, les méthodes d'intervention ciblent les productions langagières des enfants, c'est-à-dire la sortie finale, résultant de multiples niveaux de traitement, dont certains seulement sont susceptibles d'être déficitaires. Une intervention découlant d'une évaluation à partir d'un modèle psycholinguistique permettrait de cibler le ou les niveaux déficitaires et d'envisager une intervention adaptée à l'enfant (Terband et al., 2019; Maassen et Terband, 2015). Le profil psycholinguistique de l'enfant permettrait de composer le type d'intervention adapté à l'enfant et l'analyse des productions langagières de l'enfant dans le cadre d'un modèle permettrait d'envisager plus spécifiquement les cibles de l'intervention.

Le dernier argument concerne la compréhension des troubles : la réflexion à partir d'un modèle psycholinguistique permettrait de relier la cause distale (à un niveau neurobiologique, génétique et environnemental), la cause proximale (c'est-à-dire le niveau d'atteinte dans le modèle psycholinguistique) et le comportement de l'enfant (c'est-à-dire ses productions langagières) (Bishop et Snowling, 2004). En effet, les systèmes de classification actuels des TDSP ne décrivent pas la relation entre l'atypie des productions des enfants et les causes proximales et distales. Shriberg et collègues (2010) envisagent le lien entre les comportements observés et l'étiologie. Dodd (2014) décrit le regroupement d'enfants présentant les mêmes comportements langagiers mais ne se questionne pas sur l'origine de ces causes. Réfléchir à partir d'un modèle psycholinguistique pourrait permettre d'unifier ces trois niveaux (Shriberg et al., 2012; Terband et al., 2019).

Une évaluation prenant appui sur un modèle psycholinguistique semble donc pertinente en orthophonie. Toutefois, selon Baker et al. (2001), la mise en place d'une évaluation de ce type dans la clinique quotidienne n'est pas directement applicable. Les auteur·e·s évoquent plusieurs raisons telles que le manque de tests valides et normés (Baker et al., 2001; Rvachew et Brosseau-Lapré, 2018, p. 373). Actuellement, les orthophonistes conçoivent leurs propres protocoles en compilant différents tests. Ce type de procédure peut introduire différents biais : interprétation des résultats

variables en fonction des orthophonistes, choix de tâche qui ne se correspondent pas entre elles (par exemple). Face à ce constat, Baker et al. (2001) soulignent trois éléments nécessaires pour l'application d'une évaluation fondée sur la psycholinguistique :

1. La sélection d'un modèle psycholinguistique adapté à la pratique clinique
1. L'utilisation d'un protocole d'évaluation en lien avec le modèle
1. L'application de méthodes d'intervention spécifiques pour les déficits que l'évaluation aura identifiée.

Le protocole EULALIES répond aux deux premières limitations énoncées par Baker et al. (2001) : nous proposons un modèle théorique fondé sur une synthèse consensuelle de différents modèles antérieurs adaptés à la pratique clinique et nous construisons un protocole de tâches d'évaluation en lien avec ce modèle.

2. Proposition du modèle théorique

La parole est l'un des actes les plus complexes de l'être humain, mettant en jeu des centaines de muscles, de récepteurs sensoriels, de connections et de réseaux neuronaux et impliquant la coordination des systèmes respiratoire, laryngé et articulaire (Kent, 2004). La psycholinguistique cherche à décomposer et analyser les processus cognitifs qui activent et coordonnent ces systèmes pour percevoir et produire la parole. Trois éléments d'introduction au modèle sont à décrire.

Premièrement, nous proposons un modèle qui décrit l'ensemble du traitement de parole puisque les enfants présentant un TDSP démontrent des difficultés à la fois au niveau de la perception, au niveau des représentations des sons et au niveau de la production et du contrôle moteur de la parole. Le point de départ du modèle est donc d'inclure des mécanismes perceptifs ainsi que des représentations lexicales et sub-lexicales stockées en mémoire à long terme et des processus de production et de contrôle moteur de la parole.

Deuxièmement, dans le courant psycholinguistique de Levelt (1989), nous considérons le traitement de parole comme un ensemble de différentes étapes, organisées hiérarchiquement : *l'output* d'une étape (élément en sortie) sert *d'input* (élément en entrée) pour l'étape suivante. A chaque étape, le message verbal subit une transformation qui lui permet progressivement d'être perçu ou d'être produit. Nous précisons que cette présentation vise à simplifier la description du modèle. Nous n'envisageons pas un déroulement temporellement sériel des processus, les traitements à différents niveaux pouvant s'effectuer en parallèle. Nous ne séparons pas non plus perception et production, les sous-traitements perceptifs influençant les sous-traitements productifs et réciproquement. De plus, comme décrit ci-dessous, nous nous inscrivons dans le cadre du contrôle moteur prédictif hiérarchique, pour la production comme la perception (cf. Haruno, Wolpert et Kawato, 2003; Pickering et Garrod, 2013). Dans ce cadre, chaque étape est influencée par les étapes de niveaux hiérarchiques supérieurs (en amont) mais aussi par les prédictions des étapes des niveaux inférieurs (en aval). D'autre part, chaque étape fournit elle-même

des informations aux étapes en aval mais aussi en amont. Le flux d'information est donc bidirectionnel et non pas sériel. Nous représentons sous forme de modèle en boîtes et flèches cette organisation hiérarchique, dans laquelle chaque étape de la production ou de la perception de parole fournit le résultat de son traitement à l'étape en aval ainsi qu'à certaines des étapes en amont, elles-mêmes liées à des sous-traitements productifs ou perceptifs.

Finalement, le modèle proposé envisage la production et la perception de la parole comme une interaction cognitivo-sensorimotrice, mettant en jeu des fonctions cognitives de haut niveau et des processus sensorimoteurs périphériques (Terband et al., 2019, Kent, 2004).

3. Versant de la perception de la parole

Sur le versant de la perception et de la compréhension, l'enjeu est de modéliser comment l'individu transforme un signal continu de nature acoustique et visuelle en représentations que le système linguistique peut traiter (Hearnshaw, Baker et Munro, 2019). Différentes régions cérébrales se coordonnent pour segmenter le continuum audiovisuel en mots à associer au sens et en phrases régies par des règles de syntaxe (Skeide et Friederici, 2016).

3.1. L'absence d'invariance du phonème

Pour segmenter le continuum de parole, le locuteur·rice doit faire face à un problème majeur : celui de l'absence de correspondance directe entre le signal acoustique et visuel de parole et les phonèmes. Dans nos sociétés modelées par l'écriture alphabétique, il est fréquent d'adopter une perspective linéaire et séquentielle qui découperait la parole en segments sonores, formant des mots et des phrases (Handford-Bernhardt et Stemberger, 1998, Wauquier-Gravelines, 2005, Port, 2010). Wauquier-Gravelines (2005) explique que c'est une vision dans laquelle les unités de parole peuvent se découper aux ciseaux (p. 10). Cependant, cette vision canonique se confronte à l'échec de trouver l'invariant acoustique dans le signal (ou l'invariant gestuel dans l'articulation). « *It has been clear for half a century that such invariants will never be found with anything approaching the degree of generality that is demanded by the context-independence that the segments themselves are assumed to have.*³ » (Port, 2010, p. 45). Cette absence d'invariance sous-entend qu'il n'y a pas de lien d'équivalence stable entre un signal acoustique ou visuel et un segment linguistique traité (pour des revues voir Meunier, 2001, 2005 et Meunier & Bigi, 2021). Deux phénomènes mettent en lumière cette absence d'invariance : la coarticulation (ou variation intra-locuteur·rice) et la variation indexicale (ou inter-locuteur·rice). La coarticulation correspond au fait que, dans la parole continue, chaque phone est influencé par le ou les phones précédents et suivants. Par exemple, le mot « médecin » pourra être prononcé [metsɛ̃]. On observe un assourdissement du /d/ en [t] dû à une assimilation régressive du /s/. Dans ce cas-là, on comprend que le signal acoustique ne correspond pas au phonème attendu. La variation inter-locuteur·rice fait référence au fait que des valeurs acoustiques très différentes, en lien par exemple avec le débit de parole individuel ou la forme singulière du conduit vocal, peuvent

être interprétées comme une même unité linguistique. C'est le cas par exemple des formants vocaliques qui varient en fonction de la taille du tractus vocal. Ainsi, les formants du /i/ pour un enfant seront différents des formants du /i/ d'une femme ou d'un homme (Hixon et al., 2014). Pourtant, nous les percevons tous comme des /i/.

Concernant la variation inter-locuteur·rice, le problème se pose si on envisage que les informations linguistiques stockées en mémoire à long terme se limitent aux informations de contrastes phonologiques (Nguyen, 2005). C'est une première perspective défendue par Chomsky et Halle (1968) qui placent au centre de leur raisonnement le phonème en tant qu'ensemble de traits distinctifs. Dans cette perspective, les informations stockées en mémoire sont circonscrites à des informations discriminantes et non redondantes (modèles abstractionnistes, Nguyen, 2005). L'auditeur·rice, au moment de la perception de la parole, ne récupérerait que les informations acoustiques essentielles pour correspondre aux unités linguistiques discrètes (Miller, 1994). Cela sous-entend que l'auditeur·rice d'une langue doit soustraire la variation inter-individuelle (dont les informations indexicales, liées à l'identité de la personne qui parle) pour retrouver l'unité phonologique pure et abstraite à laquelle le signal correspond. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour décrire comment l'auditeur·rice peut, au cours du processus de perception, soustraire les informations individuelles pour retrouver le message linguistique standardisé, idéalisé. Il s'agit d'hypothèses sur la normalisation du signal acoustique (pour des revues sur les théories de normalisation intrinsèques et extrinsèques voir Apostol et al., 2004 ; Løevenbruck, 1996). Les auditeur·rice·s seraient ainsi capables de soustraire la variabilité acoustique liée aux informations indexicales de sexe, de taille du conduit vocal et d'âge, par exemple, pour reconnaître le message transmis. Ce traitement supplémentaire serait lourd et coûteux et cette perte d'information limiterait l'auditeur·rice pour la correction des erreurs d'identification (Nguyen, 2005). Une deuxième perspective, à l'opposé de celle décrite précédemment, envisage que les informations stockées en mémoire à long terme sont riches et multidimensionnelles (modèles à exemplaires, Bybee, 2001; Pierrehumbert, 2003; Munson et al., 2005; Port, 2010) et que la perception de parole récupère dans le continuum de parole des informations catégorielles et intra-catégorielles (Nguyen, 2005). Dans cette perspective, le·la locuteur·rice est capable de stocker en mémoire les différentes variations des unités linguistiques et les informations indexicales sont un aspect de l'unité phonologique (parmi d'autres aspects : acoustico-phonétiques, articulo-moteurs et symboliques). Les variantes acoustiques indexicales faciliteraient le traitement perceptif. C'est ce que défend Port (2010) en présentant une étude sur la perception et la rétention de la parole. Selon lui, la prise en compte des indices socio-indexicaux favoriserait la récupération en mémoire des occurrences. Les performances des sujets sont meilleures de 10% lorsque les formes sonores des mots à mémoriser comprennent des informations acoustiques variées (plusieurs locuteurs·trices) par rapport à peu d'informations acoustiques (un·e locuteur·trice) (Port, 2010, Vihman, 2017). Ce type d'expériences

met en lumière la richesse et le détail avec lesquels les locuteurs·rices d'une langue encodent l'information phonologique (Port, 2010). Finalement, un troisième type de perspective existe. Il s'agit d'une vision hybride qui combine à la fois l'existence de représentations à un niveau abstrait mais aussi la présence en mémoire d'informations indexicales plus détaillées (Pierrehumbert, 2016). Ce type de modèle hybride permet d'unifier le débat entre les théories abstractionnistes et les théories épisodiques. En effet, cette perspective accepte que les représentations mentales soient riches, détaillées et redondantes mais qu'elles comprennent également un niveau abstrait. Ce niveau abstrait permettrait de générer et de traiter de nouveaux mots ou nouvelles séquences.

Le problème du traitement de la variation intra-individuelle, et notamment de la coarticulation, conduit à se questionner sur l'unité de perception de la parole (Meunier, 2001, 2005). Là encore, notre vision empreinte du système alphabétique nous incite à considérer le phonème comme unité de fonctionnement du système langagier. Cette vision occulte les autres niveaux phonologiques et leurs interdépendances. Des chercheur·se·s proposent que l'unité du traitement de parole soit le mot (Hallé et Cristia, 2012, Vihman, 2017). Selon Hallé et Cristia (2012), « *Words are combined units with respect to, for example, phonemes but are basic units with respect to multi-word sentences. In that sense, words play a pivotal role at the interface between basic sounds unit and sentences.*⁴ » (p. 1-2). Cette définition est intéressante parce qu'elle met en avant les différents niveaux phonologiques (sons – mots – unités prosodiques plus larges). Les auteur·e·s auraient pu ajouter le niveau syllabique qui joue un rôle prédominant dans le traitement de parole (Mehler et al., 1981; Levelt, 1995; Dumay et al., 2002). Toutefois, le terme de « mot » est lui-aussi très empreint du système scriptural. Dans le continuum de parole, il n'est pas possible d'identifier un mot. D'autres tenant·e·s d'une vision fonctionnaliste de la phonologie proposent le terme de morceau '*chunk*' (Tomasello, 2003, Chevrot, Dugua et Fayol, 2009) ou encore le terme de mot global '*whole word*' (Vihman, 2017). Ces '*chunk*' ou '*whole word*' sont des syllabes, des mots ou des groupes de mots (mot prosodique) sur lesquels les mécanismes de perception et de reconnaissance de la parole peuvent prendre appui. Cette conception fonctionnelle de l'unité de traitement de la parole est une façon d'envisager le problème lié à la coarticulation.

Finalement, une fois l'unité de parole définie, reste à décrire comment la variation intra-locuteur·rice est prise en compte par l'auditeur·rice. La question de l'absence d'invariance dans ce dernier cas permet d'envisager quelle stratégie l'auditeur·rice utilise pour traiter l'unité de parole, que ce soit la syllabe, le mot ou le groupe de mot (Lævenbruck, 2019). Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la récupération d'unités de parole en l'absence de correspondance stable entre le signal et le phonème ou l'unité de plus haut niveau. Certain·e·s chercheur·se·s, dans le cadre de la Théorie Motrice de la perception de la parole, proposent que la perception de la parole prenne appui sur les gestes articulatoires produits par les locuteur·rice·s, telles que l'occlusion labiale, le recul de la langue, etc. (Lieberman et Mattingly, 1985). Pour ces auteur·e·s, les

auditeur·rices utilisent les gestes articulatoires comme indices pour la perception de la parole. Dans la mesure où les patrons acoustiques des unités de parole sont variables, la stratégie serait d'inférer les gestes articulatoires à l'origine des réalisations acoustiques. D'après les tenants de la Théorie Motrice de la perception de la parole, ces gestes articulatoires seraient les invariants, objets de la perception. Deux arguments principaux desservent cette théorie : (1) celui des équivalences motrices, c'est-à-dire le fait que plusieurs gestes articulatoires peuvent aboutir au même résultat acoustique, et (2) celui du développement de la perception chez l'enfant, c'est-à-dire que les jeunes enfants peuvent percevoir des sons de parole bien avant de pouvoir en produire. A l'opposé de ce courant théorique, les théories auditives de la perception de parole, selon lesquelles l'auditeur·rice s'appuie sur la détection de certains indices acoustiques pour identifier l'unité phonologique cible, semblent à première vue pertinentes (Fant, 1960, Stevens et Blumstein, 1978). Dans ce type de théorie, la cible phonologique visée par chaque locuteur·rice est l'invariant, elle est de nature auditive, mais cette cible n'est pas toujours atteinte, en fonction de la situation d'énonciation. Toutefois, ce courant théorique se confronte au problème de la récupération de la cible visée à partir du signal acoustique hautement variable et au gabarit de la cible (phonème ? syllabe ? mot ? groupe de mots ? cf. Plus haut). Finalement, certaines théories cherchent un équilibre entre les versants auditifs et moteurs (par exemple : la PACT « Perception-for-Action-Control Theory⁵ », Schwartz et al., 2012). Dans cette perspective, la production et la perception de la parole sont dans un système de contraintes mutuelles. Cela sous-entend que le traitement du signal auditif et visuel est guidé à la fois par des stratégies perceptives visant à récupérer un objet de nature multisensorielle mais également par les connaissances motrices. Selon cette théorie, l'invariant serait donc sensorimoteur, ce que de nombreuses études confirment chez l'adulte (e.g. Sato et Shiller, 2018) et l'enfant (e.g. Shiller & Rochon, 2014).

Finalement, l'observation de l'absence d'invariance dans le signal de parole a mis en lumière trois éléments qui seront inclus dans notre modélisation :

- L'unité de perception de la parole n'est pas nécessairement le phonème mais s'envisage davantage au niveau de la syllabe ou du morceau de parole.
- L'unité de parole stockée en mémoire à long terme est multidimensionnelle, c'est-à-dire qu'elle comprend différents types d'informations.
- La stratégie de traitement du signal de parole est fondée sur la prise d'informations motrices et multisensorielles. La perception de la parole se nourrit des connaissances sur la production de la parole.

3.2. Étapes de perception de la parole

Sur le versant de la perception de parole, le modèle sur lequel EULALIES prend appui propose six étapes allant de la perception périphérique au décodage des items lexicaux. Comme nous l'avons établi dans les remarques préliminaires à la présentation du modèle, le traitement du continuum

sonore suit différentes étapes qui interagissent entre elles. A chaque étape, le stimulus verbal subit une transformation et *l'output* de l'étape sert *d'input* pour le ou les étapes suivantes et précédentes (en lien avec des hypothèses de contrôle prédictif hiérarchique, cf. Plus haut et notamment Pickering & Garrod, 2013; 2021). Les étapes de traitement sont dépendantes entre elles : chaque étape est influencée par de multiples autres niveaux du modèle, tant productifs que perceptifs, et peut elle-même influencer les autres étapes.

La première étape du versant perceptif de ce modèle a trait aux **traitements périphériques auditif et visuel** (traitements non spécifiques à la parole). En effet, la parole est à la fois soutenue par des informations acoustiques traitées par le système auditif périphérique mais aussi par des informations visuelles provenant des mouvements oraux et faciaux du·de la locuteur·rice, traitées par le système visuel. L'importance de l'intégration des informations visuelles des mouvements articulatoires a été mise en évidence par l'effet « McGurk » (McGurk et MacDonald, 1976) et le rôle des informations visuelles dans le bruit par Sumbly et Pollack, 1954. Ces études démontrent que la parole dans un contexte de communication en face-à-face (le contexte d'une communication quotidienne) implique l'intégration multimodale des informations visuelles et auditives des gestes articulatoires. Cette intégration (décrite ci-dessous) implique donc des traitements périphériques de bas niveau, auditif et visuel. Au sortir de ces traitements, se trouvent une information auditive et une information visuelle.

L'information auditive subit ensuite un traitement au niveau du système auditif central. A ce moment-là, une première analyse du signal acoustique est faite. Le **traitement auditif central** permet le traitement binaural comprenant la localisation et la latéralisation des sons et l'écoute dichotique, le traitement temporel comprenant l'ensemble des aspects temporels du signal acoustique (détection des écarts temporels, détection de l'ordre temporel/patron rythmique) et la discrimination bruit/parole (Jerger et Musiek, 2000; ASHA, 2005; Donnadieu et al., 2014). Au sortir de cette étape, l'information auditive a subi un traitement préliminaire dans lequel certaines informations temporelles et spectrales sont identifiées (nommée « étape auditive secondaire » sur la Figure 1).

De même, l'information visuelle subit un traitement central spécifique, donnant lieu à des informations dynamiques et configurationnelles (par exemple : Bernstein et Liebenthal, 2014), que nous nommons « étape visuelle secondaire ».

Nous proposons une troisième étape d'**intégration multisensorielle** dans laquelle le signal auditif et le signal visuel se réunissent (et éventuellement les signaux somatosensoriels). L'effet « McGurk » est une illusion dans laquelle le signal auditif et le signal visuel sont incohérents, ce qui aboutit à la perception d'une unité qui n'est ni celle du signal auditif ni celle du signal visuel mais une fusion des deux signaux. L'illusion « McGurk » justifie d'une fusion entre la modalité visuelle et la modalité auditive. En fonction de la dégradation de l'une ou l'autre des modalités, leur poids

respectif dans cette fusion n'est pas équivalent. Par exemple, dans un contexte bruité où le signal auditif est altéré, le poids de la modalité visuelle sera plus important. De la même façon, si le signal visuel est dégradé ou non disponible, ce sera la modalité auditive qui aura plus de poids (Robert-Ribes et al., 1995). A l'issue de cette étape, le message est un ensemble d'informations acoustiques et visuelles fusionnées que nous appelons une expérience multisensorielle fusionnée (Schwartz, 2010).

L'étape suivante correspond à **l'analyse phonétique**. A partir de l'expérience multisensorielle fusionnée, l'auditeur·rice réalise un traitement qui lui permet d'obtenir une partition phonétique. Pour tenir compte des débats sur la nature articulatoire et acoustique des unités de parole (cf. Plus haut, théories motrices vs. auditives et PACT) nous proposons que cette partition phonétique soit définie à la fois sur les plans articulatoire et acoustique.

La partition phonétique sert *d'input* à **l'analyse phonologique**. A ce niveau de traitement, une séquence de cibles phonologiques est établie, en lien avec le stock de cibles phonologiques du·de la locuteur·rice. Il est important d'envisager que l'analyseur phonétique peut être court-circuité si les unités phonologiques peuvent être identifiées directement. Dans la lignée de Stackhouse et Wells (1997), la reconnaissance phonologique peut être directe si le matériel linguistique est familier ou indirecte et nécessiter l'étape d'analyse phonétique (ou discrimination phonétique chez Stackhouse et Wells, 1997) pour les séquences non familières. Stackhouse et Wells (1997) proposent que « *the general phonetic abilities are essential for recognizing and learning unfamiliar sound patterns and distinctions* » (p. 149). Les auteur·e·s avancent également que cette habileté peut être utilisée pour traiter des accents étrangers de sa langue ambiante. Nous proposons que, plus largement, lorsque l'expérience multisensorielle fusionnée ne permet pas d'identifier des unités phonologiques directement (à cause du bruit, de la non-familiarité linguistique, du débit de parole), l'analyseur phonétique est recruté.

La séquence d'unités phonologiques est transmise au **décodage lexical** u Ce décodage lexical est hautement influencé par les connaissances phonotactiques présentes dans le **lexique**, qui comprend des éléments lexicaux et sub-lexicaux stockés en mémoire à long terme. Comme nous l'avons indiqué précédemment, nous envisageons une perspective dans laquelle les informations stockées en mémoire à long terme (cibles phonologiques et mots du lexique) sont riches et multidimensionnelles (cf. Modèles à exemplaires, Bybee, 2001 ; Pierrehumbert, 2003 ; Munson et al., 2005 ; Port, 2010). Cela sous-entend que les éléments lexicaux, sub-lexicaux ou phonologiques comprennent différentes facettes d'informations : des informations auditives, articulatoires, symboliques, phonotactiques et socio-indexicales (Munson et al., 2005). Pour indiquer que ces représentations intègrent de multiples informations, nous employons le terme de « multiformes ».

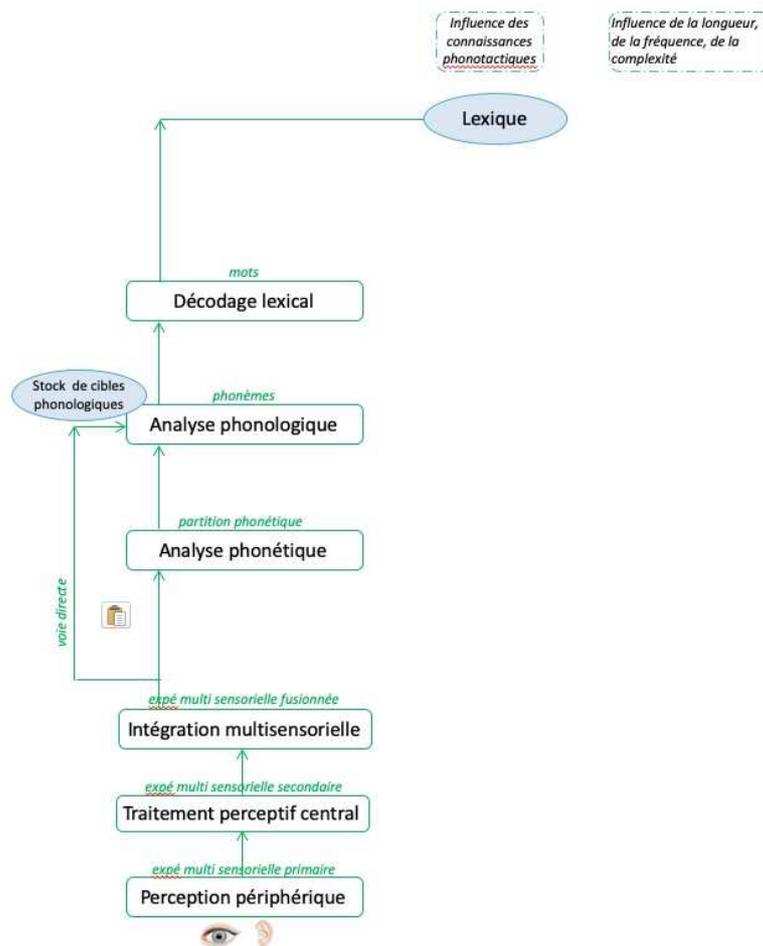


Figure 1: Synthèse des différentes étapes du versant perceptif du traitement de parole

Note. Cette figure décrit les différents processus impliqués dans le traitement perceptif. Les boîtes encadrées de vert sont les processus. Les ovales en bleu correspondent à des éléments stockés en mémoire à long terme. Les étiquettes vertes en italique correspondent au signal obtenu en sortie de chaque étape de traitement.

4. Versant de la production de la parole

Sur le versant de la production, l'enjeu est de modéliser comment l'individu transforme des informations de nature symbolique et linguistique en information que le système moteur peut traiter (van der Merwe, 2021). Classiquement, dans la plupart des modèles psycholinguistiques (voir Dell, 2013 ou Lævenbruck, 2019 pour des revues), la production de la parole comprend trois étapes principales : la conceptualisation (ou idéation), au cours de laquelle le locuteur·rice construit un message pré-verbal, la formulation, incluant les encodages lexico-syntaxique, morphologique et phonologique, et l'articulation, incluant la planification, la programmation et l'exécution motrices. Comme indiqué précédemment, nous entendons par production de parole les sous-composantes de l'encodage phonologique et de planification, programmation et exécution motrices, c'est-à-dire une fois que la motivation à communiquer, l'idéation et l'unité lexicale ont été spécifiées.

4.1. Débat sur le nombre d'étapes de la production de parole

Traditionnellement, les modèles de traitement de parole proposent trois étapes sur le versant de la production. C'est le cas, par exemple, du modèle de Stackhouse et Wells (1997) qui met en avant

une étape nommée “motor programme” (programme moteur), une étape nommée “motor planning” (planification motrice) et une dernière étape d’exécution motrice “motor execution”. Stackhouse et Wells (2007) décrivent les programmes moteurs comme un répertoire d’instructions articulatoires pour les mots connus (p. 18). Il s’agit de représentations phonologiques, fondées sur des informations articulatoires et stockées en mémoire à long terme. La planification motrice, quant à elle, est décrite comme ayant deux rôles : (1) assembler les programmes moteurs et, (2) prendre en compte le contexte de l’énonciation pour ajuster la coarticulation et la prosodie. Dans cette perspective, l’agencement des programmes moteurs et leur paramétrage en termes de vitesse, force et direction sont compris dans la même étape de “motor planning” (planification motrice). Toutefois, il existe d’autres modèles (van der Merwe, 2021) qui différencient les deux rôles décrits ci-dessus. Ce sont des modèles « à quatre étapes ». Ceux-ci proposent notamment de différencier un stade de « planification motrice » où l’individu construit le programme moteur et un stade de « programmation motrice » où l’individu ajuste la force, la vitesse et la direction du programme moteur en fonction du contexte de l’énonciation.

Dans les modèles à trois étapes, l’accrétion de la programmation et de la planification motrice a une conséquence principale. Cela ne permet pas de décrire précisément les niveaux de déficit de certains troubles moteurs de la parole. Par exemple, la dyspraxie verbale est décrite par l’ASHA (2007) comme un trouble pédiatrique neurologique affectant la planification et/ou la programmation des mouvements de la parole. Dans cette définition les termes planification et programmation motrice semble être indifférenciés, ou, du moins, leur différence n’est pas explicitée. Van der Merwe (2021) retrouve le même enjeu pour l’apraxie de la parole qui est, selon elle, décrite de façon inconstante comme un trouble de la planification et/ou la programmation, ou comme un trouble de la planification ou de la programmation motrice (p. 398).

4.2. Mécanismes de contrôle

Pour que la production de parole se déroule avec succès, c’est-à-dire pour que le message produit soit perçu et compris par les interlocuteurs·trices, un mécanisme de *monitoring* peut être nécessaire, engageant des processus d’auto-perception et d’auto-évaluation (excepté pour les séquences automatisées). Les études sur les erreurs de production de parole et leurs corrections spontanées (par exemple Fromkin, 1980) suggèrent en effet que les locuteurs·trices sont capables de s’apercevoir qu’une erreur s’est produite. D’autres études sur l’adaptation sensori-motrice (Houde et Jordan, 1989; Purcell et Munhall, 2007; Caudrelier, 2016) montrent que les individus (adultes et enfants) parviennent compenser leur façon de produire des voyelles si leur perception auditive est modifiée. Par exemple : la modification de la rétroaction auditive au niveau du premier formant va modifier la façon dont l’individu produit ses voyelles (Purcell et Munhall, 2007). Ceci signifie que des processus perceptifs sont à l’œuvre examinant les signaux de parole effectivement produits. Le *monitoring* de la production de langage oral peut s’effectuer à différents niveaux : sémantique,

syntactique, prosodique, lexical et phonologique, et les erreurs de production sont corrigées de façon fluide, rapidement, parfois avant même la fin de l'énonciation (Postma, 2000 pour une revue).

Il a été proposé que l'efficacité et la fluidité du *monitoring* verbal reposent sur des mécanismes de prédiction (Hickok, 2012 ; Lævenbruck, 2019 ; Pickering et Garrod, 2013, 2021 ; Vicente et Martínez-Manrique, 2016). Ainsi, dans le cadre du contrôle prédictif, les commandes motrices envoyées aux articulateurs de la parole dans l'étape ultime de la production (programmation motrice) sont dupliquées en une copie d'efférence. Cette copie est utilisée par un modèle interne (ou prédicteur) qui génère des signaux sensoriels (par exemple auditifs) simulés. Ces signaux simulés sont nommés « prédits » car ils sont produits avant les signaux sensoriels effectifs émis en sortie du conduit vocal. Une comparaison peut donc se faire entre l'état sensoriel prédit et l'état désiré, et ceci avant même que les commandes motrices soient effectivement appliquées. En cas de non-conformité, les commandes motrices sont ajustées, ce qui permet de détecter et éviter les erreurs qui seraient sur le point de se produire. Il a été proposé que ce contrôle prédictif s'applique également aux étapes de niveaux supérieurs, telles que la planification motrice, les encodages phonologique, morphologique, syntaxique et la conceptualisation (Grandchamp et al., 2019; Pickering et Garrod, 2013, 2021). Ainsi, ce type de contrôle implique qu'en plus des processus d'auto-perception à l'œuvre examinant les signaux sensoriels (auditifs, visuels ou somatosensoriels) effectivement produits, des traitements perceptifs sont en jeu sur les signaux prédits et donc lors des étapes de production en amont de l'exécution motrice.

4.3. Étapes de production de la parole

Sur le versant de la production de parole, le modèle EULALIES propose quatre étapes allant de la sélection des items lexicaux à l'exécution périphérique. Chaque étape de production est ajustée par des signaux de rétroaction que nous développerons dans la partie suivante.

Également, comme décrit précédemment, la production de parole est précédée, en amont, par différents processus langagiers, à la fois de conceptualisation du message verbal dans laquelle l'intention communicative guide de choix du message (« *Conceptualizing* », Levelt, 1992), mais aussi de formulation du message verbal, incluant notamment la structuration grammaticale et le choix lexical (« *Grammatical encoding* », Levelt, 1992).

Suivant ces deux pré-étapes de construction du message verbal commence la production de parole. La première étape de notre modèle est celle de **l'encodage phonologique**. L'individu récupère une unité de son lexique. Cette unité est de nature multiforme, c'est-à-dire qu'elle n'est pas exprimée dans une modalité spécifique (sonore ou articuloire). Elle est, à cette étape, une fusion des différentes connaissances stockées dans notre lexique. Cette unité multiforme est insérée, agencée dans un squelette phonologique. Pour cela, l'individu peut piocher dans son stock de cibles phonologiques pour planifier la séquence de phonèmes ou constituants phonologiques

(« *Speech Sound Map* », Tourville et Guenther, 2011). Au sortir de cette étape, l'unité lexicale a endossé une forme phonologique, elle-même supramodale car elle contient des informations d'ordres acoustiques et articulatoires (cf. Grandchamp et al., 2019 ; Løevenbruck, 2019).

Cette forme phonologique est ensuite traitée au niveau de **la planification motrice** (cf. « Motor planning », van der Merwe, 2009, 2021), qui transforme *l'input* phonologique en caractérisation phonétique ou « partition gestuelle » (cf. « Gestural Score », Browman & Goldstein, 1990 « *Articulator Velocity and Position Maps* », Guenther, 2006, « *Phonetic plan* », Levelt, 1994). Cette caractérisation phonétique peut être considérée comme une partition de gestes dans lesquelles les cibles articulatoire-acoustiques (phonétiques) sont sélectionnées et agencées. À ce stade, la cible ne serait plus supramodale; les aspects articulatoires et acoustiques seraient désormais plus clairement et séparément définis. Par cibles articulatoire-acoustiques, nous entendons des cibles qui se définissent à la fois par un mouvement d'un articulateur, mais aussi par une région de l'espace acoustique. De la même façon que pour l'encodage phonologique, l'individu peut piocher dans un stock de partitions gestuelles pour construire la partition gestuelle du message en cours de production.

La partition gestuelle subit une étape de **programmation motrice** (cf. « Motor programming », van der Merwe, 2009, 2021) dans laquelle des commandes motrices, correspondant aux cibles phonétiques désirées et adaptées à l'état courant des organes de parole (dans le contexte, la situation en cours), sont générées. Ces commandes motrices seront envoyées à une sélection de muscles contrôlant les articulateurs de la parole. Elles spécifient des éléments de force, de vitesse et de direction des mouvements articulatoires.

Finalement, la programmation motrice ouvre à **l'exécution motrice**. Cette dernière étape transmet le signal neuronal au muscle (motoneurone) et les mouvements articulatoires sont déclenchés.

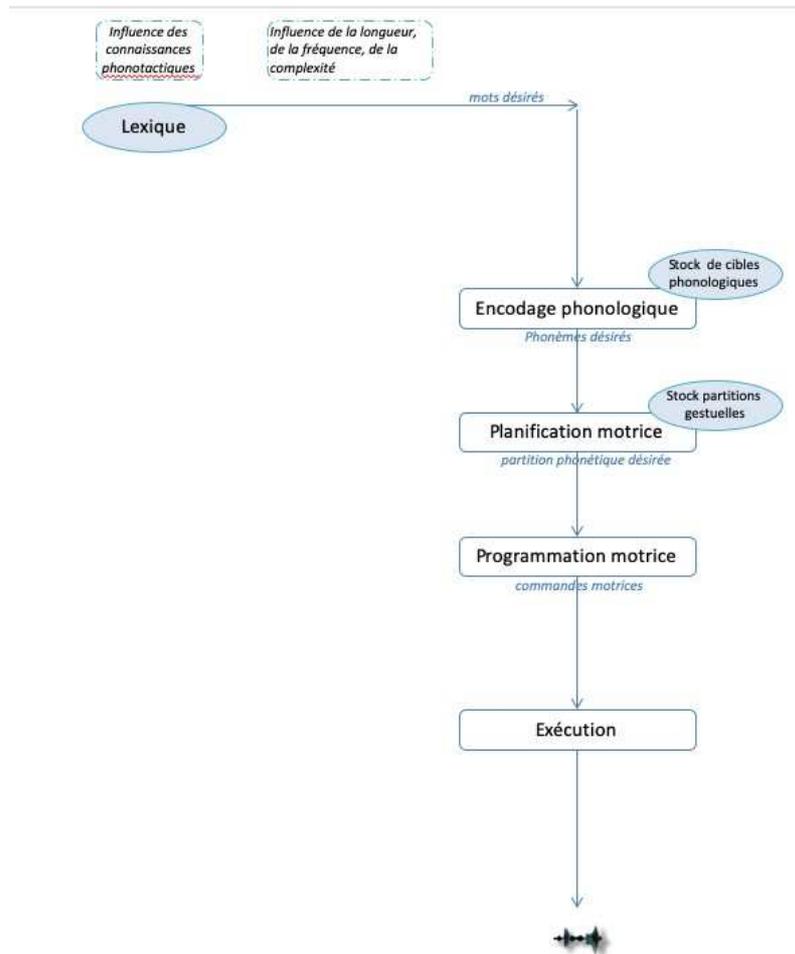


Figure 2 : Synthèse des différentes étapes du versant production du traitement de parole

Note. Cette figure décrit les différents processus impliqués dans la production de parole. Les boîtes encadrées de bleu sont les processus. Les ovales en bleu correspondent à des éléments stockés en mémoire à long terme. Les étiquettes bleues en italique correspondent au signal obtenu en sortie de chaque étape.

4.4. Mécanismes de contrôle fondé sur le monitoring de la production de parole

Le modèle que nous proposons intègre également des processus de rétroaction de deux types : des rétroactions externes et des rétroactions internes, mettant en œuvre des mécanismes prédictifs, impliquant le système de perception de la parole, comme évoqué ci-dessus. L'inclusion des processus de rétroaction permet au modèle d'être adaptatif et de rendre compte de l'adaptation au contexte de communication et de la maturation des cibles de parole au cours du développement de l'enfant (Tourville et Guenther, 2011). Le système de rétroaction externe (*feedback* externe) met en lien les signaux auditifs et somatosensoriels effectivement émis lors de la production de parole avec les signaux désirés (planifiés). Ce système utilise les différents processus en œuvre lors de la perception de la parole (voir Figure 1) : traitement perceptif central, intégration multisensorielle, analyse phonétique, analyse phonologique et décodage lexical, le long d'une voie ascendante (partie gauche de la Figure 3). Les signaux multisensoriels émis lors de la production de parole sont ainsi décodés en mots et les mots sont comparés (croisillon C1) aux mots initialement planifiés (désirés). De plus, en sortie de chacune des étapes de la voie de rétroaction ascendante, les signaux décodés (partition phonétique, phonèmes) peuvent être comparés aux signaux désirés issus de traitements

de la voie descendante (croisillons C2, C3). En cas de disparité, des ajustements des différents processus de production sont ainsi possibles (ces ajustements a posteriori sont notamment utilisés lors de l'apprentissage).

En plus de ce mécanisme de rétroaction externe, un système de rétroaction interne permet de rendre compte du contrôle et de l'ajustement (*monitoring*) que les individus peuvent avoir sur leur production de parole avant même qu'elle soit produite. Cette rétroaction interne met en lien des signaux auditifs et somatosensoriels prédits (non encore émis) avec les signaux désirés (e.g. Guenther et al., 1998; Hickok, 2012; Houde et Nagarajan, 2011; Levelt, 1992; Postma, 2000; Pickering et Garrod, 2013; Terband et al., 2019). Dans le cadre du contrôle prédictif hiérarchique, comme décrit dans Grandchamp et al. (2019) ou Pickering et Garrod (2013, 2021), chaque étape de production de parole entraîne la production de copies d'efférence des sorties désirées (phonèmes en sortie de l'encodage phonologique, partitions gestuelles en sortie de la planification motrice, commandes motrices en sortie de la programmation motrice). Ces copies d'efférence sont utilisées pour générer des signaux prédits, évalués par les processus perceptifs de chaque niveau pour ajuster ou non l'étape de production en cours (Miall, Weir, Wolpert, et Stein, 1993; Miall et Wolpert, 1996; Wolpert et Kawato, 1998; Jeannerod, 2001). A chaque niveau, la comparaison entre l'élément désiré et l'élément prédit permet ainsi un ajustement avant que l'action ne soit produite. Ainsi, le « mot désiré » va être mis en relation avec le « mot prédit », obtenu par décodage lexical (voie ascendante) à partir des phonèmes issus de l'encodage phonologique en cours (par la voie descendante), ce qui va permettre un ajustement de l'étape d'encodage phonologique (croisillon C4). Les phonèmes désirés vont être mis en relation avec les phonèmes prédits, obtenus par analyse phonologique (voie ascendante) à partir de la partition gestuelle issue de la planification motrice (voie descendante) ce qui va permettre un ajustement de la planification motrice (croisillon C5). La partition gestuelle désirée et la partition prédite interviennent pour ajuster la programmation motrice. Une copie d'efférence des commandes motrices (voie descendante) est utilisée par le prédicteur (ou modèle interne) pour simuler une expérience multisensorielle qui sera transformée en partition gestuelle prédite par l'analyseur phonétique (voie ascendante). Cette prédiction pourra être comparée à la partition phonétique désirée pour ajustement des processus de production en cours (croisillon C6). Notons que l'expérience multisensorielle prédite peut également être comparée à l'expérience multisensorielle effective impliquée dans le système de rétroaction externe (croisillon C7).

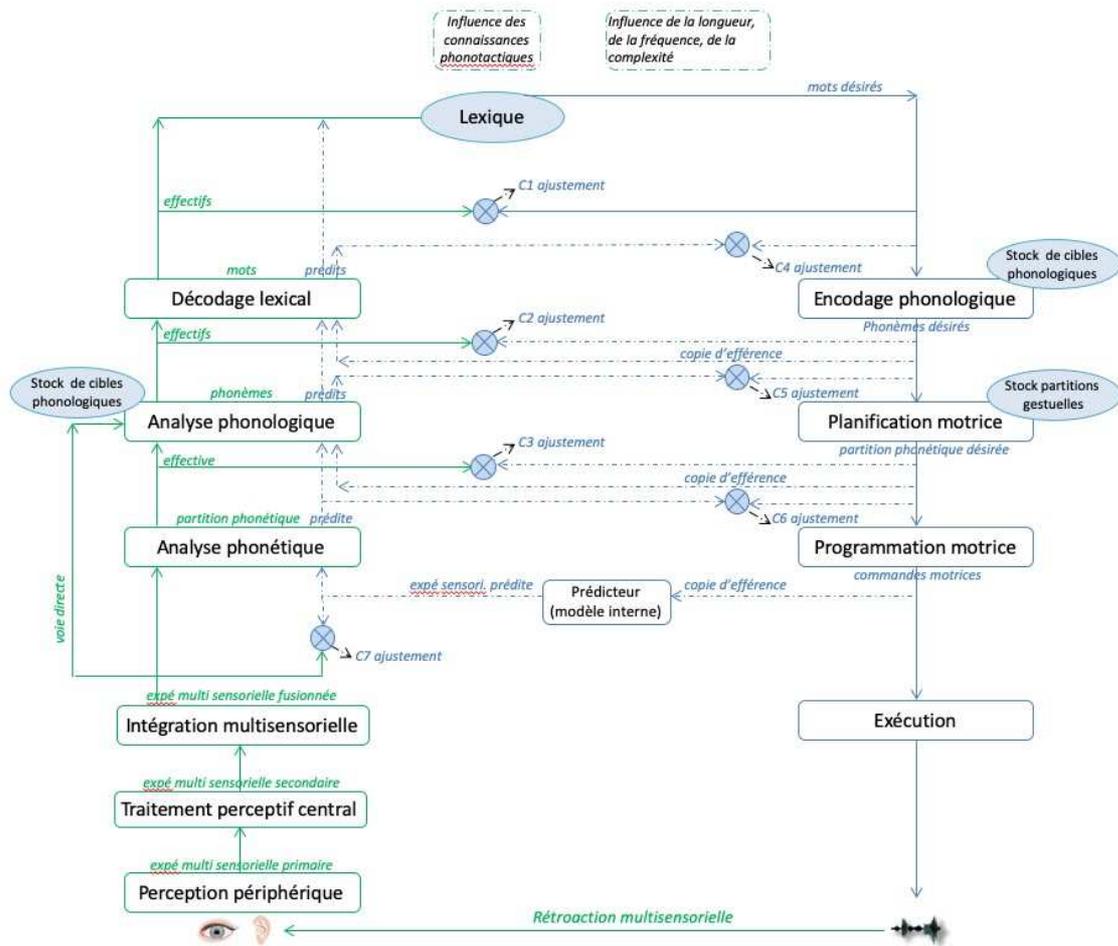


Figure 3 : Synthèse des mécanismes de contrôle fondés sur le monitoring de la production de parole

Note. Cette figure décrit les différents processus impliqués dans le monitoring de la production de parole. Les boîtes encadrées de bleu et vertes sont les processus. Les ovales en bleu correspondent à des éléments stockés en mémoire à long terme. Les étiquettes bleues en italique correspondent au signal obtenu en sortie de chaque étape. Les croisillons bleus correspondent aux comparaisons entre l'unité désirée et la copie d'efférence.

4.5. Mécanismes de contrôle fondé sur le monitoring de la perception de la parole

La perception de la parole pourrait engager des processus de production. Bien qu'il existe un débat considérable pour savoir si de tels mécanismes de contrôle sont nécessaires à la perception de la parole, ou simplement utilisés dans des conditions qui en bénéficieraient, nous avons choisi d'inclure ces mécanismes dans notre modèle. Pour rendre compte de cet aspect, nous nous inspirons du modèle intégratif de la production et de la perception de la parole de Pickering et Garrod (2013, 2021) et ajoutons que des mécanismes prédictifs, eux-mêmes liés aux processus de production, peuvent, dans certaines conditions, être à l'œuvre lors de la perception de la parole. Ainsi, une fois le stimulus audio-visuel analysé et décodé, une première interprétation lexicale est obtenue, mais celle-ci doit être validée, par un mécanisme de prédiction descendant, illustré sur la partie de droite de la Figure 4 ci-dessous.

Le mot inféré par les étapes de perception ascendantes est ainsi re-transformé en phonèmes, en utilisant l'encodeur phonétique utilisé pour la production de parole (voie descendante). Les phonèmes sont transformés en partition phonétique puis en commandes motrices via la

planification puis la programmation motrice. Le prédicteur génère une expérience sensorielle prédite, qui peut être comparée au stimulus sensoriel initial (croisillon C8). En cas de disparité, l'interprétation peut ainsi être ajustée. Notons que les signaux peuvent être également comparés à chaque sous-étape de traitement (les phonèmes « effectifs » décodés par la voie ascendante peuvent être comparés aux phonèmes issus de la retransformation (descendante) du mot interprété (croisillon C2), la partition phonétique « effective » décodée par voie ascendante peut être comparée à celle obtenue après la retransformation descendante (croisillon C3)).

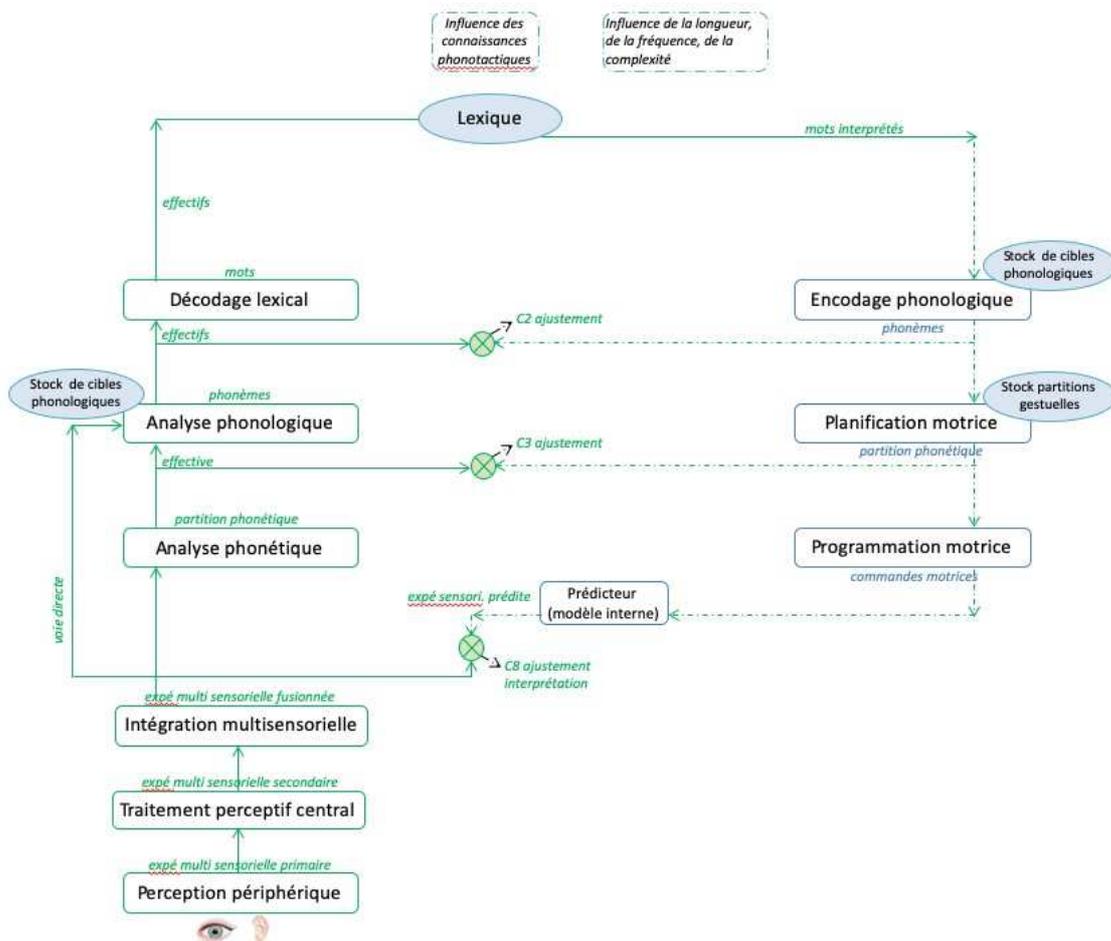


Figure 4 : Synthèse des mécanismes de contrôle (monitoring) de la perception de la parole

Note. Cette figure décrit les différents processus impliqués dans le monitoring de la production de parole. Les boîtes encadrées de bleu et vertes sont les processus. Les ovales en bleu correspondent à des éléments stockés en mémoire à long terme. Les étiquettes bleues en italique correspondent au signal obtenu en sortie de chaque étape. Les croisillons verts correspondent aux comparaisons de l'expérience sensorielle prédite avec le stimulus sensoriel.

Ainsi, comme proposé par de nombreuses équipes (Grandchamp et al., 2019 ; Pickering & Garrod, 2021, Skipper et al., 2017 ; Terband et al., 2019 ; van der Merwe, 2021), ce type de contrôle prédictif hiérarchique permet de tenir compte des données sur les relations bidirectionnelles entre perception et production de la parole. Le modèle que nous proposons, illustré sur la figure ci-dessous, intègre finalement production et perception de façon parcimonieuse. Le code couleur permet de distinguer les traitement perceptifs (voie ascendante, en vert) et productifs (voie descendante en bleu). Les comparaisons en rouge (C2 et C3) sont partagées par les deux voies.

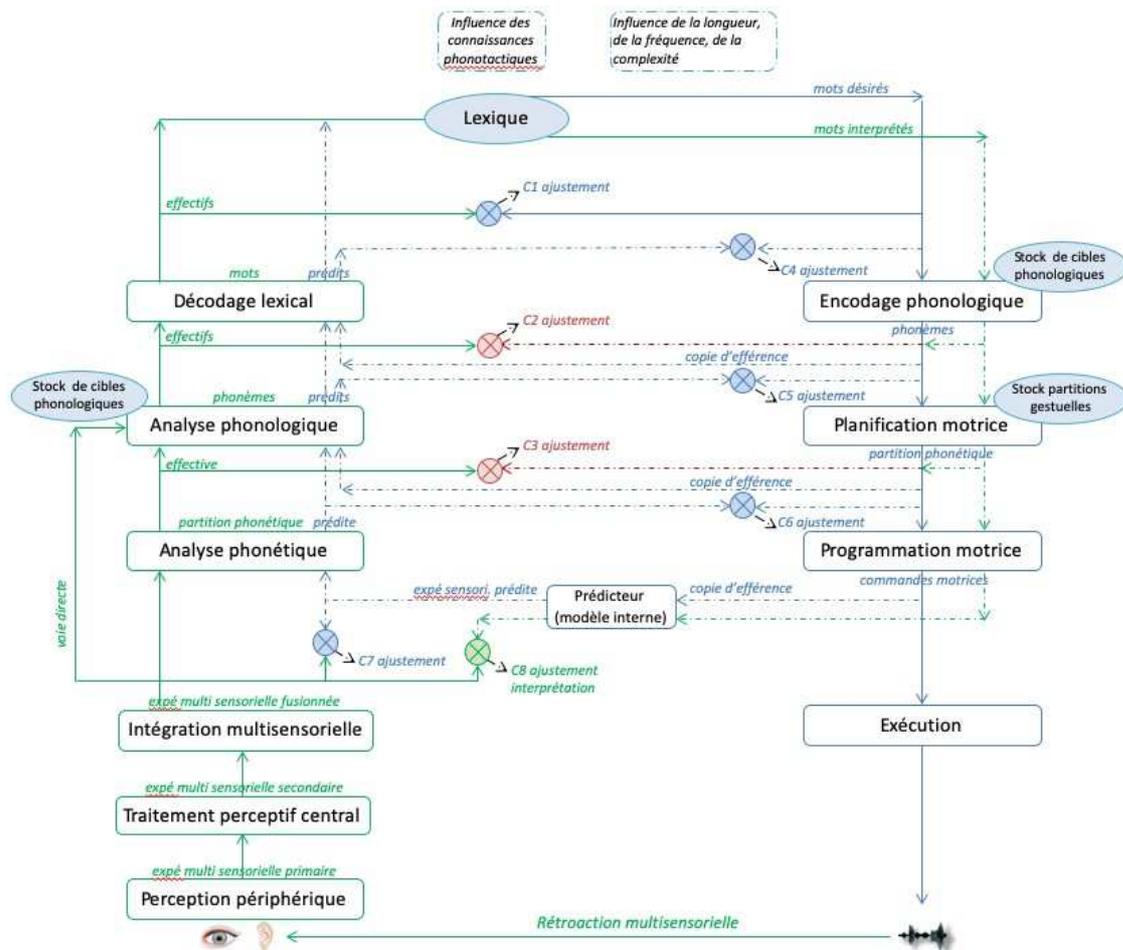


Figure 5 : Modèle EULALIES

Note. Cette figure décrit les différents processus impliqués dans le monitoring de la production de parole. Les boîtes encadrées de bleu et vertes sont les processus. Les ovales en bleu correspondent à des éléments stockés en mémoire à long terme. Les étiquettes bleues en italique correspondent au signal obtenu en sortie de chaque étape. Les croisillons bleus correspondent aux comparaisons entre l'unité désirée et la copie d'efférence. Les croisillons verts correspondent aux comparaisons entre l'expérience sensorielle prédite et le stimulus sensoriel. Les croisillons rouges correspondent aux systèmes de comparaison partagés par les voies de la perception et de la production.

1. Hypothèse d'interprétation des TDSP à partir du modèle théorique

Un intérêt important pour la clinique d'un modèle théorique comme celui-ci concerne la compréhension des troubles. En effet, le modèle psycholinguistique peut permettre d'interpréter les productions de l'enfant et d'en rechercher des niveaux d'atteinte dans son processus de traitement de parole.

Comme nous l'avons présenté précédemment (cf. Introduction), nous suggérons une synthèse de classification des TDSP fondée sur les propositions de Dodd et collègues (1995 à 2014) et Stackhouse et Wells (1997 à 2007). Nous retenons trois sous-types de TDSP : le trouble d'articulation, la dyspraxie verbale et le trouble ou retard phonologique (constant et inconstant). Comme nous l'avons présenté dans le chapitre d'introduction, nous envisageons que :

- Le trouble d'articulation correspondrait des difficultés soit (1) au niveau de l'exécution motrice (possiblement en lien avec un trouble oromyofonctionnel), soit (2) au niveau des programmes moteurs.
- La dyspraxie verbale serait un déficit au niveau de la programmation et planification motrice en lien avec une mauvaise correspondance (*mapping*) entre le geste articuloire produit et le résultat acoustique.
- Le trouble/retard phonologique constant impliquerait une sous-spécification des représentations phonologiques ainsi que possiblement des difficultés de perception de parole, tandis que le trouble phonologique inconstant serait un déficit au niveau de l'encodage phonologique.

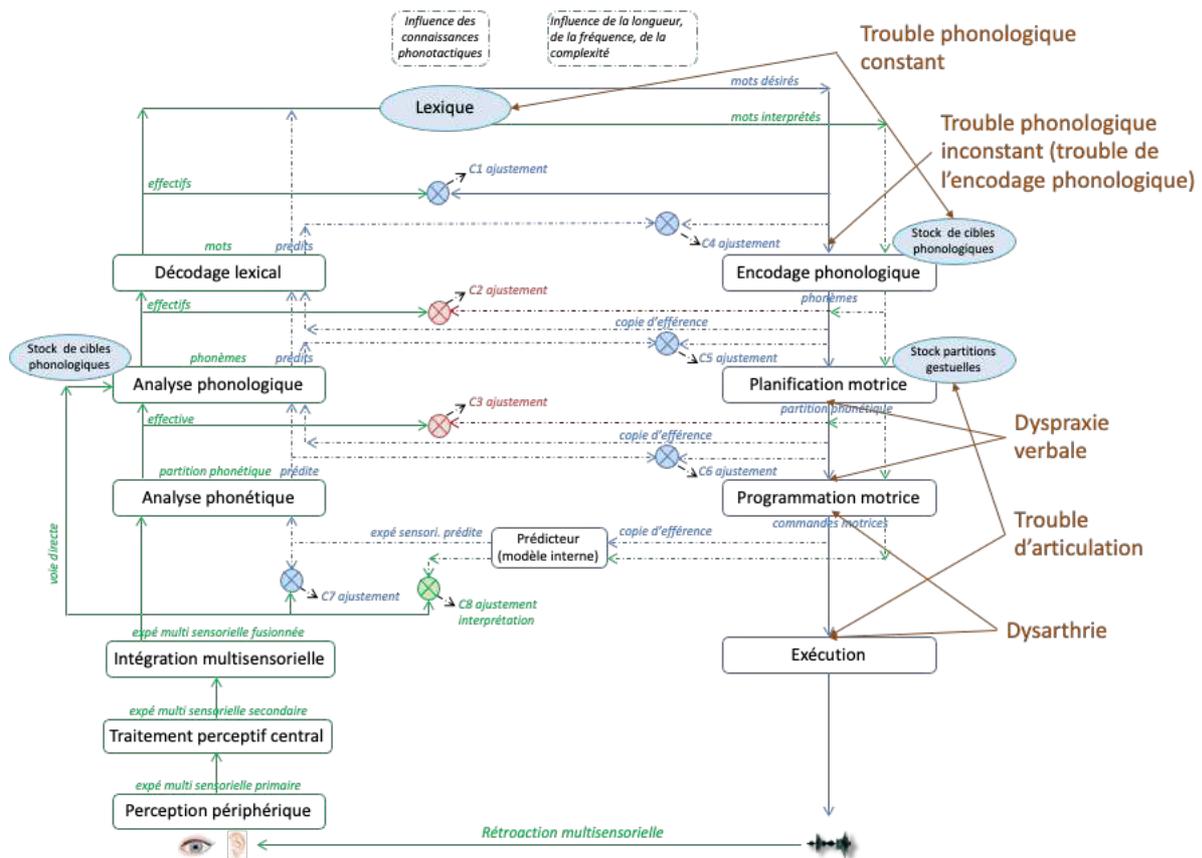


Figure 6: Interprétation des TDSP à partir du modèle EULALIES

Note. Cette figure présente une perspective de compréhension des TDSP en identifiant le cœur des déficits de chaque sous-type de TDSP. Les boîtes encadrées de bleu et vert sont les processus. Les ovales en bleu correspondent à des éléments stockés en mémoire à long terme. Les étiquettes bleues en italique correspondent au signal obtenu en sortie de chaque étape. Les croisillons bleus correspondent aux comparaisons entre l'unité désirée et la copie d'efférence. Les croisillons verts correspondent aux comparaisons entre l'expérience sensorielle prédite et le stimulus sensoriel. Les croisillons rouges correspondent aux systèmes de comparaison partagés par les voies de la perception et de la production.

Après avoir présenté la question à laquelle notre travail veut répondre, et le cadrage théorique dans lequel nous l'inscrivons, nous proposons une réflexion sur l'état actuel des outils d'évaluation du développement de la parole chez les enfants francophones puis nous présenterons notre proposition. Dans le chapitre suivant, nous nous arrêtons en particulier sur l'évaluation des

capacités de traitement perceptif de la parole, sujet particulièrement peu exploré dans la recherche et la clinique actuellement.

Chapitre 2

État des lieux des outils d'évaluation des TDSP : focus sur la perception de parole

Ce chapitre propose un panorama des outils d'évaluation des TDSP disponibles dans la clinique francophone, en particulier sur les tâches d'évaluation de la perception. Il s'agit d'un article qui a été publié en 2022 dans la revue *Glossa*.

Meloni, G., Lævenbruck, H., Vilain, A., Gillet-Perret, E. MacLeod, A. A. N. (2022). Évaluation de la perception des sons de parole chez les populations pédiatriques : réflexion sur les épreuves existantes. *Glossa*, 132, 1-27. Repéré à <https://www.glossa.fr/index.php/glossa/article/view/1043>

Résumé :

Les enfants avec un Trouble du Développement des Sons de Parole (TDSP) présentent des difficultés dans l'acquisition des sons de la langue et une faible intelligibilité. Cela peut engendrer des difficultés scolaires et socio-économiques qui peuvent persister jusqu'à l'âge adulte. La prévalence des TDSP étant prédominante dans la patientèle des orthophonistes (Dodd, 2014), il est nécessaire de disposer de protocoles d'évaluation fiables. L'enjeu de cet article est de réaliser un inventaire des outils disponibles dans la clinique française pour évaluer la perception de la parole dans la population pédiatrique et de proposer une comparaison de ces outils en termes de caractéristiques psychométriques et de qualités propres à l'évaluation de la perception. L'objectif est de donner des clés aux orthophonistes pour le choix de leurs outils d'évaluation dans le cadre d'une pratique fondée sur les données probantes. Dans cette étude, nous avons recensé dix tâches utilisées auprès des enfants francophones. Nous avons examiné deux aspects de ces tests grâce à des grilles d'analyse. Premièrement, nous avons analysé le versant psychométrique selon une grille adaptée de Leclercq et Veys (2014) et Lafay et Cattini (2018). Puis, nous avons évalué les caractéristiques d'une tâche d'évaluation de la perception avec une grille reprenant certains critères de Locke (1980a). Les résultats démontrent que, même si les tâches sont adaptées aux âges des enfants et rapides à administrer, très peu d'études justifient le choix de leurs cibles ou établissent un lien entre les habiletés de perception et de production. Également, les tests ne satisfont pas les critères psychométriques, notamment ceux de sensibilité et spécificité. En effet, rares sont les tests qui incluent une population pathologique dans leur processus de standardisation. Cette étude encourage la pratique fondée sur les données probantes et propose de guider les orthophonistes dans leurs choix d'outils diagnostics.

Mots clés : Trouble du développement des sons de parole, évaluation, perception de parole, enfants francophones.

Abstract:

Children with Speech Sound Disorders (SSD) have difficulties in the acquisition of speech sounds, and poor speech intelligibility. These difficulties have negative academic and socio-economic repercussions, often persisting until adulthood. There is a need for reliable assessment protocols, since the prevalence of speech sound disorders speech-language pathologists' caseloads is high (Dodd, 2014). The focus of this article is an inventory of French clinical tools for speech perception assessment in pediatric population and a comparison of these tools in terms of psychometrics and inherent characteristics of an efficient perception task. The goal is to provide speech-language pathologists with a framework for the selection of assessment protocols in an Evidence-Based Practice approach. In this study, we inventoried ten main perception tasks used for French-speaking children. We examined two aspects of these tests by using analysis grids. First, we analyzed the psychometric side with a grid adapted from Leclercq and Veys (2014) and Lafay and Cattini (2018). Second, we evaluated the characteristics of a perception task with a criterion grid adapted from Locke (1980a). The results showed that, even if the tests are adapted to children of different ages and quick to administer, very few include a justification for the selected targets or establish a link between perception and production abilities. In addition, these tests do not satisfy psychometric standards, especially sensibility and specificity. In fact, only a few tests include a pathologic population in their standardization process. This study promotes Evidence-Based Practice approach and offers to guide clinicians in the selection of diagnostic tests.

Keywords: Speech Sound Disorders, Assessment, Speech perception, French-speaking children.

1. Introduction

Les Troubles du Développement des Sons de Parole (TDSP, en anglais Speech Sound Disorders) correspondent à un délai d'acquisition des sons de la langue qui entraîne une intelligibilité réduite (Baker & McLeod, 2011). Ce délai d'acquisition recouvre une combinaison de déficits à différents niveaux : des difficultés au niveau linguistique/cognitif avec une altération des représentations des sons et des règles phonotactiques, des difficultés de planification des mouvements orophonatoires, et/ou des difficultés du traitement perceptif (Dodd & McInstosh, 2008 ; International Expert Panel on Multilingual Children's Speech, 2012).

Les TDSP intéressent la clinique orthophonique pour plusieurs raisons. D'une part, ils représentent le trouble de la communication le plus fréquent dans la population pédiatrique (Dodd, 2014) ainsi que le trouble le plus représenté au sein des cabinets d'orthophonie (Broomfield & Dodd, 2004). D'autre part, les conséquences à long terme d'un TDSP peuvent être majeures et perdurer jusqu'à l'âge adulte, gênant notamment l'intégration dans le monde du travail (Felsenfeld, Broen et McGue, 1994 ; Pennington & Bishop, 2009).

Face à cette réalité, diagnostiquer les TDSP et établir le profil phonologique de l'enfant sont des enjeux essentiels pour son devenir. Pour être fiable, l'évaluation orthophonique doit s'appuyer sur des épreuves étalonnées sur la population générale (Haute Autorité de Santé (ANS), 2001). Cette démarche d'utilisation de tests standardisés s'intègre plus largement dans une volonté de fonder les pratiques des orthophonistes sur des données probantes (*Evidence-Based Practice (EBP)*, en anglais). En effet, les praticiens sont fortement encouragés à établir leurs décisions cliniques à partir de données issues de la recherche scientifique, de leur expérience de thérapeute et du profil singulier du patient (Dollaghan, 2007). Or, certains auteurs montrent que le choix des tests d'évaluation n'est généralement pas guidé par les qualités psychométriques de ceux-ci, le seul critère positivement corrélé à la préférence des outils d'évaluation étant la récence de la date de publication de l'outil (Betz et al., 2013). Face à ce constat, l'objectif de cette étude est d'offrir des clés aux cliniciens pour le choix des tests employés lors du diagnostic des enfants présentant un TDSP, dans le domaine particulier des épreuves évaluant les capacités perceptives des enfants. Nous abordons l'axe perceptif car, en comparaison au versant production, celui-ci bénéficie de moins d'attention de la part des chercheurs, ce qui a des répercussions en clinique. McLeod et Baker (2014) soulignent que seulement 15% des orthophonistes évaluent systématiquement les habiletés perceptives des enfants avec un TDSP, alors même que le nombre d'études démontrant d'un lien entre la production et perception de la parole ne cesse de grandir (MacAllister Byun & Tiede, 2017). Dans ce contexte, il apparaît comme essentiel de disposer de tâches efficaces pour l'évaluation de la perception de la parole.

1.1. Les capacités perceptives des enfants présentant un trouble du développement des sons de parole

Les Troubles du Développement des Sons de Parole constituent un déficit très fréquent chez les enfants en dessous de cinq ans (McLeod & Harrison, 2009) qui se caractérise principalement par un manque d'intelligibilité. Le terme de TDSP est un terme parapluie car il englobe des profils de sévérité et d'étiologie très différents (Nathan, 2001, Shriberg et al., 2010, Dodd, 2014, Bowen, 2015). Malgré le manque de consensus sur la classification des TDSP (Waring & Knight, 2013), nous retenons trois catégories principales :

(1) Le trouble/retard phonologique constant qui est marqué par la présence de processus phonologiques caractéristiques des enfants plus jeunes, ou atypiques (Dodd, 2014),

(2) Le trouble d'articulation qui correspond à une distorsion ou une substitution systématique d'un phonème ou d'une catégorie de phonèmes (Dodd, 2014),

(3) La dyspraxie verbale qui est considérée comme liée à un déficit du contrôle moteur de la parole (déficit au niveau de la planification et de la programmation des mouvements de la parole) (ASHA, 2007, Dodd, 2014).

La première question qui nous intéresse est de savoir si les enfants avec un TDSP démontrent des difficultés de perception de la parole. Peu d'études ont été menées et leurs résultats ne sont pas concordants comme le montre la méta-analyse de Hearnshaw et al., 2019. Plusieurs raisons interviennent dans cette absence de consensus (Hearnshaw et al., 2018 ; Hearnshaw et al., 2019). Le premier argument invoqué est celui du changement d'orientation de la recherche en phonologie qui, depuis les années 1970, a mis l'accent sur les processus phonologiques, écartant des domaines d'intérêt l'analyse du versant perceptif. Un second argument est celui de la diversité des méthodologies d'évaluation des habiletés perceptives. En effet, il a été suggéré qu'il serait nécessaire de placer l'enfant dans des conditions adverses (haut-parleurs, bruit environnant, multiples locuteurs, stimuli synthétiques) pour faire émerger les difficultés de perception de la parole (Rvachew, 2015). Ces déficits ne seraient pas démontrés dans des conditions d'écoute idéales (cabinet d'orthophonie, en situation duelle, avec peu de bruit environnant). C'est le cas, par exemple, des résultats de l'étude de Locke (1980b) qui propose une tâche de jugement de lexicalité à 131 enfants âgés de 3;1 à 9;11 ans. Il est demandé à l'enfant de juger si l'orthophoniste dit le mot correctement (le mot existe et est bien prononcé) ou non (le mot est prononcé avec une substitution). Les items de la tâche sont construits, de façon spécifique, pour chaque enfant, à partir des substitutions effectuées au cours d'une tâche antérieure de dénomination (procédure *Speech Production-Perception Task*, Locke 1980a et b). Les stimuli sont présentés en face à face et à voix haute

par l'expérimentateur. Les résultats démontrent que deux tiers des enfants testés discriminent correctement les segments qu'ils produisent pourtant avec difficulté. Dans cette étude, la majorité des enfants ne présente pas de difficultés de perception.

D'autres travaux, au contraire, démontrent des difficultés perceptives chez les enfants avec un TDSP. Edwards et al. (1999) soumettent des enfants typiques et des enfants avec un TDSP, âgés de 3;8 à 5;4 ans, à une tâche de désignation d'images en présentant des mots tronqués (paradigme de « gating ») ou diffusés dans différentes conditions de bruit. Comparés aux enfants typiques, les enfants avec un TDSP ont davantage de difficultés à reconnaître les mots présentés dans des conditions de bruit ou dont le signal acoustique a été tronqué. D'autres recherches se sont concentrées sur la perception par les enfants avec un TDSP de la variabilité entre les locuteurs. Hearnshaw et al., en 2018, ont mené une étude auprès de 12 enfants avec un TDSP et de 13 enfants tout-venant, entre 4 et 5 ans, en utilisant le logiciel SAILS (Rvachew et al., 2004). Le programme SAILS est un logiciel informatique qui teste le jugement de lexicalité. Il est demandé à l'enfant de juger si le mot qu'il entend est correct ou non. Les mots du logiciel ont été enregistrés auprès d'adultes typiques, d'enfants typiques et d'enfants ayant un TDSP. De ce fait, certains des mots, enregistrés auprès d'enfants avec un TDSP, comportent des distorsions ou des substitutions sur les consonnes en position initiale et finale de mots. Les résultats de Hearnshaw et al. (2018) montrent que les enfants avec un TDSP présentent des scores de jugement perceptif correct significativement moins élevés que les enfants tout-venant et que les scores globaux de production sont corrélés à ceux de perception.

Ces difficultés de perception observées chez les enfants avec un TDSP semblent être associées à des spécificités sur le plan neuroanatomique et neurofonctionnel. Certaines recherches mettent en lien les déficits comportementaux avec des différences d'anatomie ou d'activation cérébrale. Des études de neuroimagerie fonctionnelle récentes révèlent des patrons d'activation cérébrale particuliers chez les enfants avec un TDSP lors du traitement de mots ou de pseudomots, avec, comparés aux enfants contrôles, une activation accrue des régions dorsales de perception de la parole et une moindre activation des régions ventrales (e.g. Preston et al., 2012). Sur le plan neuroanatomique, l'étude de Preston et al. (2014) compare les structures cérébrales à partir d'imagerie par résonance magnétique (IRM) chez un groupe de 54 enfants tout-venant et de 23 enfants présentant des erreurs de parole résiduelles (sous-type de TDSP caractérisé par des erreurs sur un ou quelques phonèmes, séquelles d'un TDSP plus important). Les sujets de leur étude sont âgés de 8 à 11 ans. Leurs résultats mettent notamment en lumière un excès de matière grise au niveau des gyri temporaux supérieurs bilatéraux (gyrus de Heschl). Il a été montré que les régions temporales supérieures sont impliquées notamment dans le traitement acoustico-phonétique

(Hickok et al., 2011). Considérant cela, Preston et al. (2014) indiquent que : « *a possible underlying mechanism associated with residual SSEs might involve reduced synaptic pruning of regions that are responsible for fine-grained phonetic perception [...]*³ » (p. 30). En d'autres termes, au cours du développement cérébral des enfants avec un TDSP, l'élagage synaptique aurait été moins efficace dans les régions temporales. Ce manque d'affinage des réseaux spécifiques au traitement de la parole pourrait être un facteur sous-jacent aux difficultés de perception de parole observées chez les enfants avec un TDSP.

Une seconde question est celle de savoir dans quelle mesure le trouble de perception est responsable des difficultés de production. Pour examiner cette question, Jamieson et Rvachew (1992) ont élaboré une tâche qui permet un entraînement à l'identification de contrastes phonétiques entre consonnes fricatives, en partant de contrastes très marqués puis en manipulant le contenu spectral des consonnes de façon à obtenir des contrastes de plus en plus fins. Cet entraînement a été proposé à six enfants entre cinq et sept ans avec un TDSP pendant 20 sessions de pratique de six minutes. Leurs résultats montrent une amélioration significative des habiletés de perception, qui se transfère pour trois enfants aux habiletés en production de parole. Ce lien perception/production est également présent chez Barrozo et al., (2016) qui démontrent une corrélation entre la sévérité du TDSP et la présence d'un déficit de traitement auditif central chez des enfants entre sept et dix ans. Les sujets présentant à la fois un TDSP et un déficit du traitement auditif central ont de moins bonnes performances aux tâches de dénomination d'images et de jugement de rimes. L'ensemble de ces études indiquerait donc que les enfants avec un TDSP, ou du moins une partie d'entre eux, démontrent un déficit au plan de la perception de parole et que ce déficit pourrait être relié à leurs erreurs en production (Hearnshaw et al., 2019).

1.2. Réflexion sur les caractéristiques psychométriques des tests

Dans le cadre d'une démarche en lien avec une pratique fondée sur des données probantes, (*Evidence-Based Practice*), les praticiens sont encouragés à orienter leurs décisions cliniques en fonction de preuves. Ces preuves doivent être récoltées à partir de trois sources : l'expérience professionnelle, la situation particulière du patient et les données issues de la recherche scientifique. Dans le cadre d'une démarche diagnostique, il convient de répartir les patients selon différentes classifications. Ces classifications des troubles peuvent être basées sur l'étiologie (classification de Shriberg et al., 2010), sur les caractéristiques linguistiques (classification de Dodd 2014) ou sur les processus psycholinguistiques (Stackhouse et al., 2007). Il est donc nécessaire d'utiliser un outil qui

³ « *un mécanisme sous-jacent possiblement associé aux erreurs résiduelles pourrait impliquer un élagage synaptique réduit des régions responsables de la perception fine des contrastes phonétiques [...]* » (notre traduction)

permette de classer de façon optimale le patient, c'est-à-dire d'identifier si le patient présente un trouble et de quel type de trouble il s'agit (Dollaghan, 2004). C'est ce que l'on appelle le pouvoir diagnostique (Leclercq & Veys, 2014). Pour détenir un certain pouvoir diagnostique, les tests doivent concentrer cinq types de caractéristiques psychométriques : la fidélité, la validité, la sensibilité/spécificité, la standardisation et la normalisation (Lafay & Cattini, 2018).

La fidélité (ou fiabilité) peut se définir comme la constance, la stabilité du test (Belot & Tricot, 2001). Il y a plusieurs façons d'envisager la fidélité d'un test. Une première façon est de considérer la stabilité du test dans le temps. En effet, les résultats du test doivent être similaires s'ils sont administrés plusieurs fois et doivent aboutir au même diagnostic (Belot & Tricot, 2001). Il s'agit de la fidélité temporelle (ou fidélité test-retest). Pour évaluer la qualité de la fidélité test-retest de l'épreuve, on calcule un coefficient de corrélation : un indice de 0 indique qu'il n'y a pas de relation entre les scores des différentes administrations du test, et donc que le score est dû au hasard, et un indice de 1 indique une corrélation parfaite, le score de la première passation prédisant le score de la seconde (Betz et al., 2013). On considère qu'un indice de 0,90 est recommandé pour les tests diagnostiques (Salvia et al., 2010). La deuxième façon d'envisager la fidélité est celle de la fidélité inter-juges. Ainsi, le test doit donner des résultats comparables avec deux expérimentateurs différents. La stabilité du test, indépendamment de la personne qui l'a administré et corrigé, garantit des résultats les plus objectifs possibles (Lafay & Cattini, 2018). L'indice reconnu dans la littérature pour évaluer la fidélité inter-juges est un Kappa de Cohen, qui doit être au minimum de 0,60. Enfin, une troisième façon d'envisager la fidélité se fait sous l'angle de la cohérence des items. Ceux-ci doivent être appropriés pour évaluer l'aptitude testée et doivent réagir de la même façon. De ce fait, le choix des items doit être justifié par une analyse approfondie. Certains concepteurs de tests utilisent l'indice Alpha de Cronbach, qui doit être de 0,70 pour considérer que les items sont cohérents (Leclercq & Veys, 2014).

La validité est en général définie comme le fait que le test mesure effectivement ce qu'il est censé mesurer. La compétence que le test est censé mesurer est appelée le construit (Gaul Bourchard et al., 2009). Là encore, cette notion peut se mesurer avec des indices différents. Le premier indice concerne la validité du contenu (ou validité théorique). Il est indiqué que le test doit se référer à un modèle théorique validé et argumenté. Le test doit ainsi être validé dans le cadre de ce modèle théorique (Leclercq & Veys, 2014). Un deuxième indice fait référence à la validité concurrente (ou concomitante ou concordante). Il s'agit de pouvoir comparer les résultats au test en question avec les résultats obtenus à d'autres tâches du même type. Les concepteurs des tests doivent pouvoir établir des corrélations avec d'autres tâches du même acabit (Leclercq & Veys, 2014). Un troisième indice correspond à l'indice de validité prédictive. Ainsi, les résultats du test doivent être corrélés

avec le fonctionnement dans la vie quotidienne, par exemple, les résultats scolaires (Leclercq & Veys, 2014). Un quatrième indice a trait à la validité de construit, c'est-à-dire au fait que la tâche doit démontrer qu'elle évalue bien le construit. Si le construit est clairement défini, il est possible de comprendre comment la tâche a été construite et comment les items ont été choisis (Gaul Bouchard et al., 2009). Dans ce contexte, la tâche doit démontrer que tous les items mesurent le même construit, et, par conséquent, la tâche doit démontrer que les items sont reliés statistiquement (validité factorielle, Lafay & Cattini, 2018). Également, la tâche doit démontrer que son score est corrélé avec les caractéristiques majeures des individus : sexe, âge, quotient intellectuel, etc., (validité en lien avec les caractéristiques de l'individu, Lafay & Cattini, 2018).

La sensibilité d'un test correspond à son degré de précision pour déterminer si un enfant présente une pathologie. La spécificité concerne le degré de précision pour déterminer qu'un enfant ne présente pas de pathologie. Une façon de garantir qu'un test permet effectivement de diagnostiquer une pathologie est d'inclure dans l'échantillon une partie de population présentant la pathologie en question (Leclercq & Veys, 2014). Cela permet de valider que les enfants porteurs de troubles sont bien identifiés par le test.

La standardisation peut se définir comme l'uniformisation des conditions de passation et de cotation des épreuves (Lafay & Cattini, 2018). Le test doit apporter une description de la qualification de l'expérimentateur, une description des consignes de passation et une description des modalités de cotation. Ces trois paramètres doivent être précisément décrits pour « *limiter la subjectivité, ainsi que les erreurs de mesure ou les biais d'interprétation* » (Lafay & Cattini, 2018, p. 130).

Enfin, la normalisation fait référence aux scores qu'un échantillon de la population a obtenus au test (Lafay & Cattini, 2018). Plusieurs critères doivent être pris en compte pour que cet échantillon soit pris en référence. Premièrement, l'échantillon doit être décrit avec précision et il doit être représentatif de la population vue en clinique. Deuxièmement, cet échantillon doit être suffisamment grand. Certains auteurs recommandent un échantillon de 100 sujets par tranche d'âge (Leclercq & Veys, 2014). Enfin, pour déterminer le seuil de pathologie, le test doit faire référence aux tendances centrales (moyenne et écart-type). Toutefois, pour que ces tendances soient valables, il faut que la population soit répartie selon une courbe gaussienne. Si la distribution n'est pas normale, le test doit indiquer des percentiles (Leclercq et Veys, 2014).

1.3. Réflexion sur les qualités propres à l'évaluation de la perception

En plus des critères psychométriques qui s'appliquent à l'ensemble des outils d'évaluation, il nous a semblé intéressant de réfléchir à des critères qui s'appliqueraient spécifiquement aux tâches évaluant le traitement perceptif.

Locke (1980a) réalise un état des lieux des tests de la clinique anglophone et présente différents critères pour évaluer la qualité du test dans sa capacité à donner des informations sur les habiletés perceptives pertinentes pour la clinique. Locke (1980a et b), repris en partie par Rvachew (2015), définit huit critères que les tâches d'évaluation de la perception doivent contenir :

- 1) Le test devrait examiner la perception de sons en fonction des erreurs en production. Selon Locke (1980a), il est essentiel d'orienter l'évaluation du versant perceptif en fonction des caractéristiques des productions de l'enfant. Selon l'auteur, l'erreur en production proviendrait, dans les représentations phonologiques de l'enfant, d'une agglomération de deux catégories phonémiques en une seule. Par exemple, l'enfant qui produit /s/ pour /ʃ/ posséderait dans ses représentations phonologiques une seule catégorie pour les deux phonèmes. C'est cette substitution qu'il faut examiner au cours de l'évaluation du versant perceptif.
- 2) Le test devrait examiner les phonèmes dans les mêmes contextes phonétiques pour les tâches de production et de perception.
- 3) Dans une tâche de discrimination entre deux catégories, le test devrait permettre une comparaison des performances de l'enfant sur des contrastes contrôles présentant les mêmes écarts acoustiques que les contrastes cibles. Selon l'auteur, il faut d'une part tester si l'enfant perçoit les deux catégories phonémiques et d'autre part, si l'enfant peut percevoir la faible distance acoustique qui sépare les deux catégories. En d'autres termes, il s'agit de différencier si ce sont deux sons en particulier que l'enfant ne distingue pas parce qu'il ne dispose que d'une seule catégorie de son, ou bien si le problème se situe au niveau de la perception de la faible distance acoustique. Prenons l'exemple de l'enfant qui produit indifféremment /s/ et /ʃ/, il faudrait que le test propose également un item de contrôle, qui aurait la même distance acoustique (déterminé à partir d'un arbre de confusion auditive). Cet item contrôle pourrait être /f/.
- 4) Les items du test devraient être prononcés par des adultes pour évaluer si l'enfant parvient à associer la forme adulte avec sa propre représentation interne. De ce fait, Locke (1980a) ne fait pas écouter les propres productions des enfants pour évaluer la perception.
- 5) Le test devrait présenter les items plusieurs fois, pour permettre de s'assurer que la réponse correcte n'est pas due au hasard.
- 6) Le test devrait permettre de différencier les erreurs en lien avec un déficit perceptif et les erreurs en lien avec un déficit attentionnel. Pour cela, proposer plusieurs essais

permet également d'avoir une information quantitative et de limiter l'impact des erreurs d'inattention temporaires.

- 7) Le test devrait être court et requérir une réponse facile de l'enfant, en termes de capacités conceptuelles, sans mettre en jeu des compétences cognitives trop importantes.
- 8) Le test devrait évaluer la direction de la substitution. Là encore, si l'enfant perçoit /s/ pour /f/, il serait important de savoir si l'enfant est capable de percevoir la différence dans la direction /f/ vers /s/. Dans ce contexte, l'enfant accepterait que le /f/ soit remplacé par un /s/ mais pas l'inverse : le /s/ serait bien identifié et ne pourrait pas être perçu comme un /f/.

La mise en place de critères pour évaluer la qualité des tâches de perception est un apport majeur dans la clinique. Cela offre aux orthophonistes des repères dans le choix des tests qui seront proposés aux enfants. Un des intérêts des critères proposés par Locke (1980a) est de considérer l'interaction production-perception et d'envisager les représentations phonologiques comme un ensemble de connaissances, à la fois sur le versant moteur mais aussi sur le versant perceptif. Ce type de position abonde dans le sens d'une conception multidimensionnelle de la phonologie, dans laquelle le développement de la parole implique l'accroissement progressif intégré des connaissances articulatoires, perceptives et symboliques (Munson et al., 2005).

En revanche, il semble que, pour Locke (1980a), les représentations phonologiques s'organisent de façon linéaire. Ainsi, si l'enfant produit /ipopopam/ pour hippopotame, cela correspond pour l'auteur à une substitution du /t/ par le /p/ et non pas à une harmonisation au niveau de la structure syllabique. Or, dans cet exemple, on peut soutenir l'hypothèse que ce sont les autres phonèmes du mot qui altèrent la production du /t/. Si on raisonne de cette façon, on se place dans une conception multilinéaire de la phonologie car la structure syllabique peut influencer le niveau segmental (Bérubé et al., 2015). La prise en charge d'un enfant qui ferait ce type d'erreurs devrait donc cibler l'amélioration du contrôle intersyllabique, plutôt que de se limiter à l'entraînement segmental. L'actualisation des critères proposés par Locke (1980a) devrait donc intégrer cette conception non linéaire de la phonologie.

D'autres auteurs se sont intéressés aux différents biais qui sont à contrôler lors d'une tâche de perception (Stackhouse et al., 2007). Il s'agit de facteurs confondants qui peuvent influencer le résultat de la tâche en dehors d'un déficit perceptif. Premièrement, la notion de « même/différent », qui est nécessaire pour réussir une tâche de discrimination dans laquelle il est demandé de juger si les deux stimuli présentés diffèrent ou non, ne serait acquise qu'à partir de 4 ans. Avant cet âge, les enfants ne pourraient pas porter un jugement de ce type sur les stimuli perçus. Un second biais

concerne la mémoire auditivo-verbale. En effet, lorsqu'on demande à l'enfant de comparer deux stimuli, celui-ci doit conserver les informations phonémiques dans la boucle phonologique pour pouvoir faire le traitement comparatif. Si la boucle phonologique ne permet pas de maintenir en mémoire ces informations, la tâche de comparaison sera difficilement réalisée. Enfin, il faut prendre en compte la variable attentionnelle. En effet, ce type de tâche nécessite de mobiliser une attention soutenue.

1.4. Objectifs

La présente étude a pour objectif de recenser et de comparer les principaux outils d'évaluation de la perception, à destination des enfants présentant un Trouble du Développement des Sons de Parole, et utilisés en clinique orthophonique en France. La comparaison des outils d'évaluation vise à déterminer leur pertinence pour diagnostiquer un déficit du versant perceptif chez l'enfant avec un TDSP. Cette comparaison se fait au travers d'une grille d'analyse qui présente l'originalité de disposer de deux axes. Le premier axe envisage les caractéristiques psychométriques des tests (selon Lafay & Cattini, 2018 ; Leclercq & Veys, 2014) et le second s'intéresse aux caractéristiques spécifiques d'un test de la perception de la parole. L'enjeu de cette étude est de donner des arguments aux orthophonistes au moment du choix de leurs outils d'évaluation.

2. Méthodologie

2.1. Sélection des outils d'évaluation recensés

Le choix des outils d'évaluation intégrés dans cette étude s'est appuyé sur une recherche systématique à partir des sites internet des maisons d'édition qui fournissent du matériel en orthophonie (Ortho Édition, Mot à Mot Éditions, HAPPY Neuron, Orthopratic, Pearson, De Boeck Supérieur, les Editions Passe-Temps) et des espaces de vente d'outils en orthophonie (Espace Orthophonie, Unithèque). Sur chaque site internet, nous avons orienté les recherches afin de cibler les outils d'évaluation du langage oral. Si cela n'a pas été possible, nous avons passé en revue l'ensemble du matériel présenté sur le site. Pour chaque item, nous avons lu la présentation de l'outil pour déterminer si le test pouvait être intégré dans notre étude.

Les critères d'inclusion d'un test dans l'étude étaient :

- Présence d'un test ou d'un sous-test d'évaluation de la perception de parole
- Disponible pour des enfants de 3 à 11 ans
- Présence d'un étalonnage
- Outil d'évaluation ou de diagnostic

- Outil en français

Les critères de non-inclusion d'un test dans cette étude étaient :

- Absence de test ou de sous-test d'évaluation de la perception de la parole
- Outil ciblant les enfants après 11 ans et les adultes (uniquement)
- Outil sans étalonnage
- Outil destiné au dépistage
- Outil destiné à la rééducation
- Livre théorique

Notre recension a permis de collecter 159 outils dont 33 doublons. 152 outils ont été exclus car ils ne remplissaient pas les critères d'inclusion. Six outils d'évaluation ont donc été conservés dans l'étude.

À ce matériel, nous avons ajouté quatre outils que nous connaissions par notre expérience de clinicienne et qui sont fréquemment utilisés. Ces outils ne sont pas ressortis dans notre revue systématique car deux d'entre eux ne sont plus édités (BEPL-A et EDP 4-8) et deux autres ne sont pas des produits commerciaux (ELDP et TIPL0).

La liste finale des outils inclus dans cette étude est disponible dans le tableau 1.

Tableau 1 : Description des outils d'évaluation de l'étude

Nom du test ou de la batterie	Auteurs	Date	Âge	Etalonnage	Type de tâche proposée
BEPL-A	Chevrie-Muller, Simon, Le Normand et Fournier	1997	2 ans 9 mois à 4 ans 3 mois	288 enfants	Jugement de lexicalité
CLEA	Pasquet, Parbeau-Gueno et Bour	2014	2 ans 6 mois à 14 ans 11 mois	1039	Jugement de lexicalité
EDP 4-8	Autesserre, Deltour et Lacert	1988	4 à 8 ans	364 enfants	Décodage phonologique
ELDP	Macchi, Descours, Girard, Guitton, Morel, Timmermans et Boidein	2012	5 à 11 ans	274 enfants	Décodage phonologique
EVALEO	Launay, Maeder, Roustit et Touzin	2018	6 à 15 ans	1524	Décodage phonologique
EVALO	Coquet, Ferrand et Roustit	2009	2 à 6 ans	880 enfants	Jugement de lexicalité Décodage

					phonologique
Exalang 3-6	Helloin et Thibault	2006	2 ans 8 mois à 5 ans 10 mois	468 enfants	Décodage phonologique
Exalang 5-8	Thibault, Helloin et Croteau	2010	5 à 8 ans	377 enfants	Décodage phonologique
ISADYLE	Piérart, Comblain, Grégoire et Mousty	2010	3 à 12 ans	1144 enfants	Jugement de lexicalité
TIPLO	Parisse et Soubeyrand	2002	1 an 6 mois à 2 ans 9 mois	19 enfants	Jugement de lexicalité

2.2. Grille d'analyse des qualités psychométriques

Notre grille d'analyse des qualités psychométriques (tableau 2) prend principalement appui sur celle présentée par Lafay et Cattini (2018). La structuration et les indices proposés par ces auteures nous ont paru adaptés à la comparaison de tests orthophoniques. La grille proposée s'inspire également de celles de Leclercq et Veys (2014) et Gaul Bouchard et al. (2009). Les grilles de Lafay et Cattini (2018), Leclercq et Veys (2014) et Gaul Bouchard et al. (2009) sont elles-mêmes issues et traduites de McCauley et Swisher (1984).

Tableau 2 : Grille des critères psychométriques (adaptée de Lafay et Cattini, 2018)

Critères		Définition / mots clés	Questions / Indices
Standardisation		Uniformisation des conditions de passation	<ul style="list-style-type: none"> • La qualification de l'examineur est-elle définie ? • Les consignes de passation sont-elles décrites avec précision ? Les aides et rétroactions à apporter à l'enfant ? • La cotation est-elle décrite avec précision ?
	Validité de contenu	Référence à une théorie étayée scientifiquement	<ul style="list-style-type: none"> • Le modèle théorique est-il décrit ? L'outil fait-il référence à des articles scientifiques ?
Validité	Validité de critère	Validité concourante	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats du test sont corrélés avec les résultats à un autre test du même acabit
		Validité prédictive	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats du test sont corrélés avec des activités de la vie quotidienne • Les résultats sont-ils corrélés aux résultats scolaires ?
	Validité de construit	Validité / caractéristiques indiv.	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats du test sont corrélés avec les caractéristiques biologiques, démographiques et cognitives des sujets • Effet de l'âge, du sexe, du statut socio-économique, du QI, de la latéralité, du pays ?
		Validité factorielle	<ul style="list-style-type: none"> • Les différents items ou sous-tests qui mesurent la même compétence doivent être reliés • Le test montre-t-il une corrélation entre les différentes épreuves ? en référence au cadre théorique
Pouvoir discriminant	Spécificité	Capacité du test à identifier les personnes saines	<ul style="list-style-type: none"> • L'étalonnage du test comporte-t-il une population pathologique ? • Référence à des pourcentages de vrais/faux positifs négatifs ?
	Sensibilité	Capacité du test à identifier les personnes avec une pathologie	
Fidélité	Test-retest	Stabilité temporelle	<ul style="list-style-type: none"> • Coefficient de corrélation de 0,90
	Inter-juge	Stabilité entre les expérimentateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Kappa de Cohen de 0,60
	Cohérence interne	Cohérence des items	<ul style="list-style-type: none"> • Alpha de Cronbach de 0,70
Normalisation	Description de l'échantillon	Description précise de la population + représentativité	<ul style="list-style-type: none"> • Y a-t-il une description précise de l'échantillon (âge, niveau socio-économique, langue, variété dialectale) • La population est-elle cohérente avec la clinique ?

Taille		<ul style="list-style-type: none">• 100 enfants par tranche d'âge
Mesure de tendance centrale	Présence de moyennes et écart-type	<ul style="list-style-type: none">• Les moyennes et écart-types sont-ils mentionnés ?• La répartition est-elle gaussienne ? Sinon, percentiles ?

2.3. Grilles d'analyse des qualités propres à un test de perception de la parole

La comparaison des outils d'évaluation, en plus de prendre appui sur les critères psychométriques, se fonde sur des éléments qui sont décrits dans la littérature comme pertinents pour évaluer spécifiquement la perception (Locke, 1980 a et b ; Stackhouse et al., 2007, Rvachew, 2015). Les critères que nous avons choisis de retenir pour le versant spécifique à l'évaluation de la perception sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Grille des critères d'une tâche d'évaluation de la perception

Critères	Questions / Indices
Lien perception-production	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que le test permet de comparer les habiletés de production et de perception ? • Est-ce que ce lien production-perception a été pris en compte au cours de l'étalonnage ?
Justification des cibles choisies	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que les bilans justifient les cibles linguistiques proposées ? • Quelles sont les justifications (en lien avec les observations des erreurs fréquentes chez les enfants porteurs de TDSP, et/ou avec la distribution fréquentielle des segments de la langue) ?
Évaluation des différents niveaux de structuration de la phonologie (du trait phonémique à la structure du mot)	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que le test propose des items cibles avec des altérations à différents niveaux (au niveau du trait phonémique, au niveau du phonème -consonne et voyelle-, au niveau de la syllabe, au niveau de la structure syllabique du mot).
Répétition	<ul style="list-style-type: none"> • Le test propose-t-il plusieurs tentatives pour chaque item (entre autres, pour identifier un éventuel trouble des capacités attentionnelles) ?
Nombre d'items	<ul style="list-style-type: none"> • Le test justifie-t-il le nombre d'items proposés ? • Dans le cadre des tâches de discrimination phonémique, le test justifie-t-il le nombre d'items similaires et d'items différents ?
Lecture labiale	<ul style="list-style-type: none"> • Le test contrôle-t-il la présence ou l'absence de la lecture labiale (stimuli produits en direct par l'orthophoniste ou présentés en audio-visuel) ?
Durée de passation	<ul style="list-style-type: none"> • Le test a-t-il une durée de passation limitée (permettant une passation fonctionnelle pour la clinique quotidienne et permettant de préserver les ressources attentionnelles de l'enfant pour la poursuite de l'évaluation) ?
Âges d'application	<ul style="list-style-type: none"> • Le test indique-t-il l'âge d'application ? <p>Cet âge d'application est-il en adéquation avec les compétences cognitives et attentionnelles du public visé ?</p>
Biais cognitif	<ul style="list-style-type: none"> • Le test contrôle-t-il les biais cognitifs possibles (maîtrise de la notion de similaire/différent, mémoire auditivo-verbale, capacités attentionnelles)

2.4. Cotation

La cotation des différents outils d'évaluation en fonction de la grille globale d'analyse (les deux axes) a été réalisée par une orthophoniste diplômée. Cette cotation s'appuie sur les manuels de

passation fournis avec les batteries de tests. Dans le cadre de TIPL0, nous nous sommes fondées sur l'article de Parisse et Soubeyrand (2002) en plus du manuel accompagnant le test. Dans le cadre de EVALO, nous avons également pris appui sur « L'ouvrage de référence » de Coquet et al. (2009). Pour la cotation, nous avons opté pour un système de points :

- 2 points sont attribués lorsque le critère est complètement rempli, c'est-à-dire que le manuel de test ou les articles mentionnent le critère et disposent des qualités suffisantes pour le remplir,
- aucun point n'est attribué lorsque le critère n'est pas rempli ou n'est pas mentionné dans le manuel de test ou les articles,
- 1 point est attribué lorsque le critère est mentionné mais la description donnée par le manuel ne permet pas de juger de la validation du critère.

En annexe se trouve le tableau 5 indiquant en précision les seuils décidés pour attribuer les points.

3. Résultats

Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus par les sept tâches comparées

	ISADYL E	TIPLO	EVALO	EVALO	BEPL-A	EDP 4-8	ELDP	EVAL EO	Exalan g 3-6	Exalang 5-8	CL EA	Tota 1 (22)
Nom de l'épreuve	Gnosies auditives	Epreuve testant la compréhension et la perception phonétique	Epreuve "petit" Gnosies auditivo- verbales	Epreuve "grand" : Jugement "pareil" versus "pas pareil"	Gnosies auditivo- phonétiques	Epreuve de discrimination phonologique	Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique	Discrimination phonologique	Gnosies auditives verbales	Similarité- Dissemblances		
Type de tâche	Appariement mot / image	Appariement mot / image	Appariement mot / image	Discrimination phonologique	Appariement mot / image	Discrimination phonologique	Discrimination phonologique	Discrimination phonologique	Discrimination phonologique	Discrimination phonologique	Discrimination phonologique	
Standardisation	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22
Validité de contenu	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		
Validité concurrente	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
Validité prédictive	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
Validité en relation avec les caractéristiques individuelles	2	0	0	0	0	2	2		0	0	2	
Validité factorielle	2	1	0	0	0	2	2		1	1	2	
Spécificité/sensibilité	0	0	2	2	0	2	1	2	1	2		
Test-retest	1	0	0	0	0	0	0		2	2		
Inter-juge	0	0	1	1	0	0	0		0	2		
Cohérence interne	2	0	0	0	0	0	0		1	1		

Description de l'échantillon	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Taille	1	1	0	0	2	1	1	2	1	2	1
Mesure de tendance centrale	1	0	0	0	0	2	2		2	2	2
Sous-total (39)	15	7	9	9	8	15	14		15	20	77
Lien perception/production	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	
Justification des cibles choisies	1	2	0	0	0	2	1	2	0	0	
Différents niveaux phonologiques	0	2	2	1	1	0	2	0	2	2	2
Tentatives multiples	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
Nombre d'items	0	0	0	0	0	1	0		0	0	
Lecture labiale	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	
Durée de passation	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Âges d'application	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Biais cognitif	2	1	2	2	2	2	2	0	2	2	
Sous-total (27)	10	10	9	7	7	12	12		9	9	67
Total (66)	25	17	18	16	15	27	26		24	29	144

3.1. Critères psychométriques

Notre premier axe de comparaison des épreuves évaluant la perception a trait aux caractéristiques psychométriques. Certains critères sont validés par tous les tests, comme celui de la validité théorique (20/20). Pour construire un sous-test dans une batterie, les auteurs réfèrent à divers modèles psycholinguistiques (modèle de Maillart et al. (2004) pour ISADYLE ou modèle de Coquet (2006) pour EVALO). Les épreuves ne rentrant pas dans le cadre d'une batterie complète telles que EDP 4-8 ou ELDP font davantage référence à une définition théorique de la compétence qu'elles entendent tester.

Le critère de standardisation est également bien respecté par les différentes épreuves (20/20). Les consignes à donner aux enfants sont systématiquement décrites ainsi que la méthodologie de la cotation.

Enfin, le critère de description de l'échantillon d'étalonnage est validé par les différentes épreuves (13/14). Les principales caractéristiques rapportées sont l'âge, le sexe, la variété dialectale du français ou la région géographique du domicile, la catégorie socio-culturelle des parents/adultes responsables et le type de garde ou de scolarisation.

D'autres critères sont moins mentionnés dans les manuels des épreuves. C'est le cas de la taille de l'échantillon de population par tranche d'âge. Le critère indiqué dans la littérature est celui d'au minimum 100 enfants par tranche d'âge (Gaul Bouchard et al., 2009 ; Leclercq & Veys, 2014). A ce critère, nous avons ajouté celui de la régularité des tranches d'âge, c'est-à-dire que, si le critère de groupe d'âge défini par le test est de 6 mois, il faut que celui-ci soit respecté pour tout l'étalonnage. Seules la BEPL-A et EVALEO valident ces deux critères. Les autres tests ne présentent pas suffisamment d'enfants dans leur étalonnage (pour l'ELDP, l'étalonnage se fait sur 45 enfants par groupe d'âge, pour l'EDP 4-8, en moyenne 40 enfants par groupe d'âge et pour TIPLO, 15 enfants par groupe d'âge) ou bien les tests élargissent leurs tranches d'âge pour atteindre les 100 enfants par groupe (ISADYLE propose des groupes de 6 mois d'âge pour les plus jeunes enfants et de 1 an pour les plus âgés, alors que le test démontre une progression en fonction de l'âge même chez les enfants plus âgés). Concernant les mesures de tendances centrales, là encore le critère n'est que peu validé par les tests (5/20). L'ensemble des épreuves proposent des mesures en moyenne avec des écart-types. Ce type de mesure de tendances centrales nécessite une répartition normale des scores de la population d'étalonnage. C'est le cas pour EDP 4-8 et pour certains groupes d'âge de ELDP et ISADYLE. Cependant, dans certains cas, la répartition de la population n'est pas normale. Face à cela, certains bilans (ELDP et ISADYLE) proposent une mesure en percentile mais d'autres préfèrent conserver les écart-types (BEPL-A). Dans le cadre de EVALO, aucune indication n'est donnée sur la répartition des scores de la population. Finalement, EVALEO propose un test de normalité pour une grande majorité des épreuves proposées mais la discrimination phonologique

n'en fait pas partie : les informations sur la répartition de la population pour ce subtest ne sont pas disponibles. Concernant la spécificité et la sensibilité, qui sont pourtant les critères essentiels d'un outil de diagnostic, seulement trois outils (EVALO, ELDP et EDP 4-8) tentent d'intégrer le critère (7/14). Pour cela, les tests incluent une population porteuse de pathologie du langage (EVALO) ou en difficulté (ELDP qui, cependant, exclut les enfants avec un diagnostic de trouble spécifique du langage) ou de population à risque (EDP 4-8). En revanche, aucun test ne propose un calcul des vrais ou faux positifs/négatifs à partir de cette population en difficulté. Cela nous apparaît comme une limite essentielle de l'utilisation de ces tests qui ont pourtant un objectif diagnostic.

Concernant les critères de validité de construit, il est demandé aux évaluations de décrire comment les caractéristiques individuelles des sujets (validité en relation avec les caractéristiques individuelles) et les caractéristiques des items soumis (validité factorielle) interagissent avec la mesure du construit. Si le construit est bien défini, il est possible d'élaborer des hypothèses sur la façon dont l'âge ou les caractéristiques linguistiques, par exemple, vont influencer la mesure du construit. Pour la validité en lien avec les caractéristiques individuelles des sujets (6/20), il n'y a qu'ISADYLE, EDP 4-8 et ELDP qui apportent des informations, notamment sur la façon dont l'âge est corrélé avec les scores à la tâche. EVALO, TIPL0 et BEPL-A ne donnent pas d'indication. Concernant la façon dont les caractéristiques des items influencent les scores (7/20), très peu d'informations sont disponibles. Les scores ou les pourcentages de réussite en fonction des items sont disponibles pour TIPL0, ISADYLE, EDP 4-8 et ELDP et à partir de ces informations, il serait possible de déduire des informations sur la façon dont les contrastes ou les structures syllabiques testées interagissent avec les scores des enfants. Cette analyse des caractéristiques des items est en lien avec le critère de cohérence interne qui évalue si les différents items sont cohérents, c'est-à-dire s'ils réagissent dans la même direction. La cohérence interne n'est validée que par le test ISADYLE qui rapporte un alpha de Cronbach de 0,78.

Certains critères sont très peu respectés par les protocoles de test. Les critères de validité concurrente ou de validité prédictive ne sont jamais abordés dans les manuels (0/20). De fait, il est donc difficile d'objectiver que les résultats obtenus par le test ont une valeur dans la vie quotidienne ou bien sont cohérents avec un autre test diagnostic. De la même façon, la fidélité test-retest (1/14) n'est abordée que par ISADYLE. Enfin, la fidélité inter-juges (4/20) n'est que vaguement abordée alors que ces tests ont pour objectif d'être proposés à l'ensemble des orthophonistes et que de nombreux expérimentateurs ont participé à l'étalonnage.

3.2. Qualités propres à l'évaluation de la perception

Parmi les critères inhérents à l'évaluation des habiletés perceptives chez l'enfant, certains sont remplis par chacune des sept épreuves que nous avons comparées. Ces critères sont l'adéquation de la tâche à l'âge des enfants (20/20) et la rapidité du protocole de passation (20/20). Les tests

s'appliquent à rendre la tâche accessible à leur population cible, en utilisant des renforçateurs (petites saynètes vidéo pour TIPL0), en adaptant leur support visuel (utilisation de photos pour ISADYLE), en proposant des types de protocoles différents (EVALO) ou des listes avec des longueurs d'items différentes (ELDP). Les critères d'adaptation à l'âge et de durée de passation, fortement liés à la prise en compte des biais cognitifs inhérents aux tâches, sont également bien respectés par les tests de notre comparaison (19/20). Les biais cognitifs font l'objet d'une importante littérature qui décrit l'intérêt et les limites des différents protocoles d'évaluation pour les enfants (Locke, 1980a, Stackhouse et al., 2007, Macchi et al., 2012). La tâche d'appariement mot/image est la plus compréhensible par des enfants très jeunes et elle permet une réponse non verbale. C'est pour cela que l'épreuve TIPL0 peut être proposée à partir de 2 ans et demi. Cependant, elle fait intervenir la variable de la fréquence lexicale et du niveau de vocabulaire de l'enfant. Si l'enfant ne connaît pas le mot qui lui est proposé, il ne pourra pas désigner la bonne image, et cela, même s'il a bien décodé les phonèmes. Les tests mettent en place des stratégies pour contrôler ces biais, comme par exemple, faire dénommer les items et en expliquer les concepts avant de proposer la tâche en perception pour s'assurer que l'enfant connaît les items. Pour les tâches de discrimination de mots ou de pseudomots, bien qu'elles soient décrites comme les tâches les plus pures pour tester le décodage phonémique, elles sont soumises à la capacité de réaliser un jugement de similitude ainsi qu'à la mémoire de travail et aux capacités attentionnelles. Dans la littérature, il est indiqué qu'on ne peut pas proposer une tâche de discrimination phonologique avant 4 ans (Stackhouse et al., 2007). La majorité des épreuves de notre inventaire respecte cette limite d'âge : les épreuves de discrimination commencent respectivement à 4 ans pour l'EDP et EVALO et à 5 ans pour l'ELDP. En plus de cela, les épreuves proposent des items d'entraînement pour s'assurer que l'enfant comprend la notion de « même » et de « différent ». Seul Exalang 3-6 propose une tâche avant 4 ans mais celle-ci consiste en une épreuve de discrimination de mots et non de pseudomots, tâche qui est moins exigeante cognitivement.

Les autres critères en revanche sont moins respectés par les épreuves de notre inventaire. Le choix des cibles n'est que rarement justifié (8/20). Pour EVALEO, ISADYLE, EVALO et BEPL-A, la justification tient dans le fait de tester, de façon non systématique et/ou exhaustive, la perception des traits consonantiques de voisement, de lieu d'articulation ou de mode. Pour l'EDP 4-8, les auteurs ont construit les pseudomots en se fondant sur la fréquence de distribution des segments en français et ont choisi les items les plus pertinents en fonction d'une étude pilote auprès de 20 adultes et 60 enfants. Également, pour TIPL0, le choix des cibles a pris appui sur les données de la littérature concernant les étapes du développement des capacités perceptives. Quant au nombre d'items proposés aux enfants, six tâches sur sept omettent d'indiquer de quelle façon ce seuil a été établi (1/20). Seul EDP 4-8 justifie le nombre d'items proposés par son étude pilote. Également, il n'est pas possible de savoir à partir de combien d'essais il est possible d'avoir un bon

aperçu des habiletés de perception chez un enfant. De la même façon, la grande majorité des épreuves ne propose qu'une seule tentative par item (2/20). Seul ELDP propose de tester les cibles, dans le même contexte phonétique mais dans un item différent, une fois dans la liste à vitesse normale et une seconde fois dans la liste à vitesse rapide.

Concernant le lien entre la perception et la production, seuls ISADYLE et EDP 4-8 présentent des données étalonnées sur cette relation (5/20). Les consignes de EVALO indiquent de faire nommer les items pour noter s'il y a des substitutions phonémiques ou d'autres patrons d'erreurs. Comme nous l'avons expliqué plus haut, le lien perception-production nous apparaît pourtant essentiel dans le cadre d'une évaluation du traitement de la parole.

Pour le critère de la prise en compte des différents niveaux phonologiques (8/20), TIPL0, EVALO et ELDP adoptent une perspective multilinéaire, testant à la fois les traits phonologiques mais également les voyelles et les structures syllabiques.

Enfin, aucune épreuve ne teste spécifiquement l'apport de la lecture labiale en proposant une condition avec lecture labiale et une autre condition sans lecture labiale. Dans le meilleur des cas, la lecture labiale est prise en compte, soit elle est absente car les stimuli sont enregistrés à l'audio seul, soit elle est présente car il est spécifié que l'orthophoniste doit prononcer les items sans cacher ses lèvres.

4. Conclusion

L'objectif de cette étude était de proposer une comparaison des principales épreuves disponibles actuellement et évaluant la perception de la parole pour les enfants présentant un Trouble du Développement des Sons de Parole. Cette comparaison a pris appui à la fois sur des critères psychométriques mais également sur des critères décrits dans la littérature comme pertinents pour l'évaluation spécifique des habiletés de perception. Ce travail s'intègre dans une démarche de transfert aux orthophonistes de clés pour argumenter la sélection de leurs outils d'évaluation et pour intégrer une pratique fondée sur les données probantes. Notre état des lieux met en lumière qu'aucune tâche actuellement disponible en clinique ne respecte l'ensemble des critères psychométriques ni les critères spécifiques à une évaluation de la perception. Cela sous-entend qu'aucune tâche ne permet d'évaluer efficacement la perception, ce qui a des conséquences dans la caractérisation des troubles et pour l'intervention clinique.

Concernant les critères spécifiques aux tâches de perception, l'adaptation à l'âge des enfants, la courte durée de la passation et la prise en compte des biais cognitifs sont intégrés dans la construction des épreuves. Cependant, les modalités d'analyse des résultats de l'enfant restent globales. Les résultats donnés par les tests permettent essentiellement de situer l'enfant face à une population d'étalonnage. Plus rarement, les résultats permettent de faire un lien avec le versant

production (seulement deux protocoles envisagent ce lien) ou d'envisager le niveau phonologique auquel se situent les difficultés de perception (seulement trois épreuves évaluent à la fois les traits segmentaux et la structure syllabique). Également, la justification théorique du choix des cibles n'est pas systématique. Enfin, aucune épreuve, excepté ELPD qui propose un versant de son épreuve avec un débit de parole rapide, ne met au défi le système perceptif dans un contexte de bruit ou de signal dégradé. Or, il semblerait que les déficits perceptifs des enfants avec un TDSP soient davantage mis en évidence dans des conditions adverses de perception (parole accélérée, bruit parasite, multilocuteurs).

D'un point de vue psychométrique, là encore, aucun outil ne rassemble les critères reconnus pour une pratique de diagnostic. La standardisation et la validité théorique sont présentes dans tous les manuels mais la corrélation avec d'autres épreuves ou avec des indices de la vie quotidienne (tels que le niveau scolaire) est manquante. De la même façon, les mesures de tendances centrales sont systématiquement données en moyenne et écart-type alors que parfois la répartition de la population n'est pas normale. Ces manques ne permettent pas d'établir un diagnostic assuré du déficit.

Notre conclusion suit les observations de Leclercq et Veys (2014) et de Lafay et Cattini (2018) selon lesquelles les concepteurs de tests doivent développer des outils reposant sur les connaissances actuelles des déficits et sur un réel effort de validation des tâches. Ces outils devraient permettre d'identifier les forces et les faiblesses de chaque enfant présentant un TDSP, de façon à proposer une intervention ciblée pour l'enfant. Notre conclusion soutient et encourage également l'évaluation des habiletés perceptives de tous les enfants présentant un TDSP dans la mesure où des études actuelles confirment qu'au moins une partie d'entre eux rencontrerait des difficultés avec la perception de la parole (Hearnshaw et al., 2019).

Bibliographie

- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (2007). Childhood apraxia of speech (Position statement). <https://www.asha.org/policy/PS2007-00277/>
- Autesserre, D., Deltour, J.-J. et Lacert, P. (1988). *EDP 4-8. Epreuve de Discrimination phonémique pour enfants de 4 à 8 ans*. EAP.
- Baker, E. et McLeod, S. (2011). Evidence-based practice for children with speech sound disorders: Part 1 narrative review. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42(2), 102-139. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2010/09-0075\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2010/09-0075))
- Barrozo, T. F, Pagan-Neves, L. O., Vilela, N., Carvalho, R. M. M. et Wertzner, H. F. (2016). The influence of (central) auditory processing disorder in speech sound disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 82(1), 56-64. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.01.008>
- Belot, C. et Tricot, M. (2001). *Les tests en orthophonie. Tome 1 : langage oral, langage écrit, enfants, adolescents*. OrthoEdition.
- Betz, S., Eickhoff, J. et Sullivan, S. (2013). Factors influencing the selection of standardized tests for the diagnosis of specific language impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 44(2), 133-146. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2012/12-0093\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2012/12-0093))
- Bérubé, D., Bernhardt, B. M. et Stemberger (2015). A test of Canadian French phonology: Construction and use. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 39(1), 61-100. <https://www.cjslpa.ca/detail.php?ID=1172&lang=en>
- Bowen, C. (2015). *Children's speech sound disorders* (2e ed.). Wiley Blackwell.
- Broomfield, J. et Dodd, B. (2004). The nature of referred subtypes of primary speech disability. *Child Language Teaching and Therapy*, 20(2), 135-151. <https://doi.org/10.1191/0265659004ct267oa>
- Chevrie-Muller, C., Simon, A.-M., Le Normand, M.-T. et Fournier, S. (1997). *Batterie d'Évaluation PsychoLinguistique. BEPL-A et BEPL-A « forme courte » de 2 ans 9 mois à 4 ans 3 mois*. Pearson Canada Assessment.
- Coquet, F., Roustit, J. et Ferrand, P. (2009). *EVALO 2-6 - l'ouvrage de référence*. OrthoEdition.
- Dodd, B. (2014). Differential diagnosis of pediatric speech sound disorder. *Current Developmental Disorders Reports*, 1(3), 189-196. <https://doi.org/10.1007/s40474-014-0017-3>
- Dodd, B. et McIntosh, B. (2008). The input processing, cognitive linguistic and oro-motor skills of children with speech difficulty, *International Journal of Speech-Language Pathology*, 10(3), 169-178. <https://doi.org/10.1080/14417040701682076>
- Dollaghan, C. A. (2007). *The handbook for evidence-based practice in communication disorders*. Brookes Publishing.
- Dollaghan, C. A. (2004). Evidence-based practice in communication disorders: What do we know, and when do we know it? *Journal of Communication Disorders*, 37(5), 391-400. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2004.04.002>
- Edwards, J., Fourakis, M., Beckman, M. et Fox, R. (1999). Characterizing knowledge deficits in phonological disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42(1), 169-186. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4201.169>

- Felsenfeld, S., Broen, P. A. et McGue, M. (1994). A 28-year follow-up of adults with a history of moderate phonological disorder: Educational and occupational results. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(6),1341-1353. <https://doi.org/10.1044/jshr.3706.1341>
- Gaul Bouchard, M.-E., Fitzpatrick, E. M. et Olds, J. (2009). Analyse psychométrique d'outils d'évaluation utilisés auprès des enfants francophones. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, 33(3), 129–139. <https://www.cjslpa.ca/detail.php?ID=984&lang=fr>
- Haute Autorité de Santé (2001). *L'orthophonie dans les troubles spécifiques du développement du langage oral chez l'enfant de 3 à 6 ans*, Service des recommandations et références professionnelles
https://www.has-sante.fr/jcms/c_271995/fr/l-orthophonie-dans-les-troubles-specifiques-du-developpement-du-langage-oral-chez-l-enfant-de-3-a-6-
- Hearnshaw, S., Baker, E. et Munro, N. (2019). Speech perception skills of children with speech sound disorders: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(10), 3771-3789. https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-18-0519
- Hearnshaw, S., Baker, E. et Munro, N. (2018). The speech perception skills of children with and without speech sound disorder. *Journal of Communication Disorders*, 71, 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2017.12.004>
- Helloin, M.-C. et Thibault, M.-P. (2006). *EXALang 3-6. Batterie d'examen des fonctions langagières chez l'enfant de 3 à 6 ans*. Happyneuron.
- Hickok, G., Houde, J. et Rong, F. (2011). Sensorimotor integration in speech processing: Computational basis and neural organization. *Neuron Perspective*, 69(3), 407–422. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.01.019>
- International expert panel on multilingual children's speech. (2012). *Multilingual children with speech sound disorders: Position paper*. Bathurst, Australia: Research Institute for Professional Practice, Learning and Education (RIPPLE), Charles Sturt University. <http://www.csu.edu.au/research/multilingual-speech/position-paper>
- Jamieson, D., G. et Rvachew, S. (1992). Remediating speech production errors with sound identification training. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 16(3), 201-210. https://www.cjslpa.ca/files/1992_JSLPA_Vol_16/No_03_177-250/Jamieson_Rvachew_JSLPA_1992.pdf
- Lafay, A. et Cattini, J. (2018). Analyse psychométrique des outils d'évaluation mathématique utilisés auprès des enfants francophones, *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 42(2), 127-144. <https://www.cjslpa.ca/detail.php?lang=fr&ID=1232>
- Launay, L., Maeder, C., Roustit, J. et Touzin, M. (2018). *Évaluation du langage écrit et du langage oral de 6 à 15 ans (EVALéo 6-15)*. OrthoEdition.
- Leclercq, A.-L. et Veys, E. (2014). Réflexions sur le choix des tests standardisés lors du diagnostic de dysphasie, *A.N.A.E.*, 131, 374-382.
- Locke, J. (1980a). The inference of speech perception in the phonologically disordered child. Part I: A rationale, some criteria, the conventional tests, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45(4), 431-444. <https://doi.org/10.1044/jshd.4504.431>
- Locke, J. (1980b). The inference of speech perception in the phonologically disordered child. Part II: Some clinically novel procedures, their use, some findings. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45(4), 445-468. <https://doi.org/10.1044/jshd.4504.445>

- MacAllister Byun, T. et Tiede, M. (2017). Perception-production relations in later development of American English rhotics, *PLoS ONE*, 12(2), e0172022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172022> accès libre
- Macchi, L., Vansteene, C., Timmermans, N. et Boidein, F. (2013). Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique (ELDP) : Présentation et illustration par deux études de cas clinique, *Les cahiers de l'ASELF*, 10(3), 3-20.
- Macchi, L., Descours, C., Girard, E., Guitton, E., Morel, C., Timmermans, N. et Boidein, F. (2012). ELDP. Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique destinée aux enfants de 5 ans à 11;6 ans. <https://medecine.univ-lille.fr/orthophonie/reseau-professionnel>
- Maillart, C., Schelstraete, M.-A. et Hupet, M. (2004). Phonological representations in children with SLI: A study of French. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 47(1), 187-198. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/016\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/016))
- McCauley, R. J. et Swisher, S. (1984). Psychometric review of language and articulation tests for preschool children. *Journal of Speech and Hearing Disorder*, 49(1), 34-42. <https://doi.org/10.1044/jshd.4901.34>
- McLeod, S. et Baker, E. (2014). Speech-language pathologists' practices regarding assessment, analysis, target selection, intervention, and service delivery for children with speech sound disorders. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 28(7-8), 508–531. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2014.926994>.
- McLeod, S. et Harrison, L. J. (2009). Epidemiology of speech and language impairment in a nationally representative sample of 4- to 5-year-old children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(5), 1213 – 1229. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0085\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0085))
- Munson, B., Edwards, J. et Beckman, M. (2005). Phonological knowledge in typical and atypical speech and language development: nature, assessment, and treatment. *Topics in Language Disorders*, 25(3), 190-206. <https://doi.org/10.1097/00011363-200507000-00003>
- Nathan, E. (2001). *The development of speech processing skills in children with and without speech difficulties*. Thèse de doctorat “Philosophy in Human Communication Science”. University College London. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1349803/1/366979.pdf>
- Parisse, C. et Soubeyrand, E. (2002). Un test informatisé pour la perception du langage oral : TIPL0. *Glossa*, 79, 6-21. Test téléchargeable sur <https://www.ortolang.fr/market/tools/tipl0>
- Pasquet, F., Parbeau-Guéno, A. et Bourg, E. (2014). *CLéA. Communiquer, Lire et Écrire pour Apprendre*. ECPA.
- Pennington, B. et Bishop, D. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual Review of Psychology*, 60, 283-306. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163548>
- Piérart, B., Comblain, A., Grégoire, J. et Mousty, P. (2010). *Batterie ISADYLE*. De Boeck Solal.
- Preston, J. L., Felsenfeld, S., Frost, S. J., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Grigorenko, E. L., Landi, N., Seki, A. et Pugh, K. R. (2012). Functional brain activation differences in school-age children with speech sound errors: Speech and print processing. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 55(4), 1068–1082. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/11-0056\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/11-0056))
- Preston, J. L., Molfese, P. J., Mencl, W. E., Frost, S. J., Hoeft, F., Fulbright, R. K., Landi, N., Grigorenko, E. L., Seki, A., Felsenfeld, S. et Pugh, K. R.. (2014). Structural brain differences in

- school-age children with residual speech sound errors. *Brain and Language*, 128(1), 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.11.001>
- Rvachew, S. (2015) Perceptually based interventions. Dans C. Bowen (dir), *Children's speech sound disorders* (2e ed., p. 188-191). Wiley Blackwell.
- Rvachew, S., Nowak, M. et Cloutier, G. (2004) Effect of phonemic perception training on the speech production and phonological awareness skills of children with expressive phonological delay. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 13(3), 250-263. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2004/026\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2004/026))
- Salvia, J., Ysseldeyke, J. et Bolt, S. (2010). *Assessment in special and inclusive education* (11e ed.). Wadsworth.
- Shriberg, L. D., Fourakis, M., Hall, S. D., Karlsson, H. B., Lohmeier, H. L., McSweeny, J. L., Potter, N. L., Scheer-Cohen, A. R., Strand, E. A., Tilkens, C. M. et Wilson, D. L. (2010). Extensions to the Speech Disorders Classification System (SDCS). *Clinical Linguistics & Phonetics*, 24(10), 795-824. <https://doi.org/10.3109/02699206.2010.503006>
- Stackhouse, J., Vance, M., Pascoe, M. et Wells, B. (2007). *Compendium of auditory and speech tasks: Children's speech and literacy difficulties 4*. Wiley Blackwell.
- Thibault, M.-P., Helloin, M.-C. et Croteau, B. (2010). *EXALang 5-8. Batterie d'examen des fonctions langagières chez l'enfant de 5 à 8 ans*. Happyneuron.
- Waring, R. et Knight, R. (2013). How should children with speech sound disorders be classified? A review and critical evaluation of current classification systems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(1), 25-40. <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2012.00195.x>

Annexe

Tableau 5 : Seuils de décision d'attribution des tests

Critère	Cotation
Lien perception-production	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : le test met en relation l'épreuve de perception avec une épreuve de production et propose une analyse quantifiée de la comparaison des deux versants. 1 point : le test indique qu'utiliser les items de la tâche de perception en production est une source d'information clinique 0 point : le test n'aborde pas la production
Justification des cibles	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : le test justifie les cibles par des études développementales de la perception chez des enfants tout-venant, des enfants avec un TDSP ou avec la fréquence de distribution des sons de la langue. 1 point : le test justifie les cibles par la description d'une étude pilote. 0 point : le test ne justifie pas les cibles.
Evaluation des différents niveaux phonologiques	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : le test propose d'évaluer la perception sur les traits segmentaux (consonantique et vocalique) et sur la structure des syllabes 1 point : le test propose d'évaluer la perception sur les traits consonantiques et la structure syllabique. 0 point : le test propose d'évaluer la perception sur les traits consonantiques.
Tentative multiple	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : le test propose plusieurs fois le même item à percevoir ou le test propose la même cible dans le même contexte phonétique mais dans un item différent. 1 point : le test propose plusieurs fois la même cible dans des contextes phonétiques différents. 0 point : le test ne propose pas plusieurs tentatives.
Nombre d'items	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : le test justifie la quantité d'items proposés par la littérature par une analyse statistique des items. 1 point : le test justifie la quantité d'items pour une étude pilote et le retrait d'items non pertinents. 0 point : le test ne justifie pas la quantité d'items proposés.
Lecture labiale	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : la lecture labiale est contrôlée et la condition avec versus sans lecture labiale est étalonnée 1 point : la lecture labiale est contrôlée parce que les stimuli sont enregistrés (audio, sans lecture labiale) ou parce que le test spécifie une production par l'expérimentateur (avec lecture labiale) 0 point : la lecture labiale n'est pas contrôlée
Durée de passation	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : la durée de passation est courte et il y a une justification indiquant que les enfants supportent d'être testés pendant cette durée 1 point : la durée de passation est courte sans justification 0 point : la durée de passation est longue
Âges d'application	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : la tâche est adaptée à l'âge des enfants, le manuel démontre une réflexion de l'adaptation (type de tâche, renforceurs) 1 point : la tâche est adaptée mais le manuel ne démontre pas de réflexion. 0 point : la tâche n'est pas adaptée selon la littérature.
Biais cognitifs	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : Le manuel du test avertit des différents biais et met en place un protocole qui les limite. 1 point : Le manuel du test avertit des différents biais mais ne met rien en place. 0 point : Le manuel n'indique pas de biais cognitifs.
Standardisation	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : La qualification de l'expérimentateur, l'objectif du test, les consignes et la cotation sont indiqués avec des précisions (exemple de cotation). 1 point : Un de ces quatre points manque. 0 point : Plus d'un de ces quatre points sont manquants.
Validité de contenu	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : Le manuel décrit le modèle théorique et/ou la définition auxquels il se rapporte en intégrant des références de la littérature scientifique. 1 point : Le manuel décrit le modèle théorique et/ou la définition auxquels il se rapporte sans référence à la littérature scientifique. 0 point : Le manuel ne décrit pas de modèle théorique.
Validité concurrente	<ul style="list-style-type: none"> 2 points : Le manuel donne un indice de corrélation entre les résultats au test et les résultats à un autre test de même acabit. 1 point : Le manuel aborde la notion avec un indice différent.

	<ul style="list-style-type: none"> • 0 point : Le manuel n'aborde pas la notion.
Validité prédictive	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : Le manuel donne un indice de corrélation entre les résultats au test et les résultats à une activité de la vie quotidienne ou scolaire testant la perception. • 1 point : Le manuel aborde la notion avec un indice différent. • 0 point : Le manuel n'aborde pas la notion.
Validité en relation avec les caractéristiques individuelles	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : Le manuel donne un indice statistique de l'effet des caractéristiques principales des individus, notamment les caractéristiques indiquées dans la description de l'échantillon (sexe, âge, catégories socio-culturelles, etc.). • 1 point : Le manuel aborde la notion avec un indice différent. • 0 point : Le manuel n'aborde pas la notion.
Validité factorielle	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : Le manuel analyse les effets des facteurs de construction des items (effet de la modification des traits phonologiques, de la structure syllabique, etc.) • 1 point : Le manuel indique des pourcentages de réussite de chaque item • 0 point : Le manuel n'aborde pas la notion.
Spécificité-Sensibilité	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : La population d'étalonnage intègre une population porteuse de pathologie diagnostiquée. • 1 point : La population d'étalonnage intègre une population tout-venant recrutée largement (le suivi en orthophonie n'est pas un critère d'exclusion). • 0 point : La population d'étalonnage n'inclut pas de population avec une pathologie.
Effet test-retest	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : Le manuel indique un coefficient de corrélation d'au minimum .90. • 1 point : Le manuel aborde la notion avec un indice différent. • 0 point : Le manuel n'aborde pas la notion.
Inter-juge	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : Le manuel indique un Kappa de Cohen de 0,60 • 1 points : Le manuel aborde la notion avec un indice différent. • 0 point : Le manuel n'aborde pas la notion.
Cohérence interne	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : Le manuel indique un Alpha de Cronbach d'au moins 0,70. • 1 point : Le manuel aborde la notion avec un indice différent comme le pourcentage de réussite par item et la description d'une étude pilote préliminaire. • 0 point : Le manuel n'aborde pas la notion.
Description de l'échantillon	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : L'échantillon est décrit en termes des caractéristiques intéressantes pour l'évaluation du construit. • 1 point : L'échantillon est décrit avec peu de détails. • 0 point : L'échantillon n'est pas décrit.
Taille de l'échantillon	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : L'échantillon comprend aux alentours de 100 sujets par tranche d'âge et les tranches d'âge sont régulières. • 1 point : L'échantillon comprend moins de 100 sujets par tranche d'âge. • 0 point : La taille de l'échantillon n'est pas décrite.
Mesure de tendance centrale	<ul style="list-style-type: none"> • 2 points : La répartition de la population est normale et les mesures sont données en moyennes et écart-types et pour certains sous-groupes de l'étalonnage, la population n'est pas normale et les mesures sont données en percentiles. • 1 point : La répartition n'est pas normale et les mesures uniquement données en percentiles. • 0 point : Il n'y a pas d'indication sur la répartition normale ou la répartition n'est pas normale mais les mesures sont données en moyenne et écart-types.

Chapitre 3

Description des tâches EULALIES et justifications méthodologiques

Nous avons montré dans les chapitres 1 et 2 la nécessité d'outils d'évaluation du développement de la parole chez les enfants francophones, qui permettent une analyse à plusieurs niveaux des troubles, et une interprétation fine des processus touchés. A partir du modèle théorique proposé (cf. Chapitre 1), nous avons donc construit cinq tâches d'évaluation : jugement de lexicalité, dénomination d'images, répétition de pseudomots, répétition de syllabes, et diadococinésies. Chaque épreuve est destinée à cibler spécifiquement un des niveaux du modèle. Cependant, dans la mesure où chaque processus du modèle est dépendant des autres, il n'existe pas de test ne mettant en œuvre qu'un processus et un seul. Par exemple, la tâche de répétition de pseudomots met en jeu à la fois les mécanismes de perception mais aussi les mécanismes de production de parole. Les tâches ont donc été conçues comme un des éléments complémentaires d'un ensemble, dont la comparaison devrait permettre d'identifier un déficit à un niveau spécifique du modèle.

Dans ce chapitre, nous décrivons la construction des tâches de la batterie EULALIES. Pour chaque tâche, nous proposons une revue de littérature justifiant des choix méthodologiques qui ont guidé la création des tâches. Également, nous présentons un panorama des autres tâches décrites dans la littérature. Chaque dernière partie des différentes sections décrit en détails la création des tâches.

1. Description et justifications méthodologiques de la tâche de jugement de lexicalité

La part de l'évaluation du versant perceptif dans les pratiques orthophoniques a beaucoup évolué au cours du XX^{ème} et XXI^{ème} siècle. En effet, avant le développement de la théorie de la Phonologie Naturelle (Stampe, 1972), une emphase importante était mise sur les aspects perceptifs : l'évaluation et l'intervention sur la perception de parole étaient considérées comme les outils les plus importants de l'orthophoniste pour intervenir auprès des enfants avec un TDSP (Hearnshaw et al., 2018). Puis, le changement de paradigme théorique en phonologie, mettant désormais l'accent sur les représentations sous-jacentes et les structures de surface, a conduit les orthophonistes à porter une attention majeure sur les productions de l'enfant, au détriment de ses habiletés de perception. Ce courant théorique a permis le développement de l'analyse en processus phonologiques des productions enfantines. Ce type d'analyse a pris une place prépondérante dans les pratiques des orthophonistes, et ce encore actuellement. Plusieurs études montrent que, dans les évaluations de routine des enfants avec une suspicion de TDSP, les orthophonistes n'évaluent que très peu les aspects perceptifs (Skahan et al., 2007 ; McLeod et Baker, 2014). Cela est à mettre en lien avec le manque d'outils d'évaluation disponibles (cf. Chapitre 2). Pourtant, les enfants avec un TDSP présentent des difficultés de perception des sons de parole, à la fois au niveau de la perception périphérique (auditive et visuelle), au niveau du décodage phonologique et au niveau de la nature des représentations acoustico-phonétiques (cf. Chapitre 2). Face à cette observation, le protocole EULALIES a choisi d'inclure une tâche de jugement de lexicalité à l'ensemble des tâches proposées. Dans cette partie, nous décrivons la méthodologie de construction de l'épreuve de jugement de lexicalité. La partie s'organise de la façon suivante : premièrement, nous décrivons le développement typique des habiletés de perception en abordant la définition de la perception de parole, le développement des habiletés précoces et la question de la multimodalité de la perception. Ensuite, nous ferons une synthèse rapide des difficultés de perception décrites chez les enfants avec TDSP. Puis, nous envisagerons les tâches d'évaluation décrites dans la littérature internationale (le chapitre 2 aborde les tâches d'évaluation disponibles en français). Finalement, nous présenterons la tâche de jugement de lexicalité du protocole EULALIES.

1.1. Développement des habiletés de perception des sons de parole

Définition de la perception de parole

La perception de la parole comprend deux éléments : (1) la capacité de l'individu à traiter les informations acoustiques et visuelles de la parole, et (2) les habiletés de création et de spécification des représentations phonologiques fondées sur les informations perceptuelles (Rvachew et

Brosseau-Lapr , 2018). La perception auditive est souvent envisagée comme un phénomène passif, notamment en raison de la méthodologie expérimentale qui soumet les jeunes enfants via un casque audio à des stimuli possiblement synthétiques ou modifiés en fonction des hypothèses de l'étude. Pourtant, il semblerait que le traitement perceptif des sons de parole n'implique pas uniquement des mécanismes involontaires. Houston et Warner-Czyz (2018) proposent une autre perspective et envisagent la perception auditive de cette façon : « *reconnaître comme équivalentes sur le plan phonologique, des occurrences du même mot qui, sont en réalité, acoustiquement différentes, et, en même temps, différencier des mots qui peuvent être très similaires.* 4 » (p. 49, notre traduction). Pour ces auteurs, la perception impliquerait un double phénomène, comme les deux faces d'une même pièce. D'une part, il s'agirait de conserver les informations acoustiques qui font du sens dans l'environnement, de les considérer comme semblables même si leur patron spectral est diff rent. D'autre part, il faudrait abandonner les informations acoustiques qui ne sont pas utiles pour la reconnaissance phonologique. Dans cette perspective, on entrevoit comment la perception est un phénomène actif qui implique un échange entre les informations acoustiques et physiques de l'input et les connaissances de l'individu sur les sons de sa langue. Une illustration de ce phénomène peut se retrouver dans le débat « Laurel versus Yanni ». Au mois de mai 2018, une illusion auditive a divisé la planète pendant quelques jours (ou amusé, si on veut rester plus réaliste). En écoulant un son, certaines personnes pouvaient percevoir [jani] et d'autre [là:là].   partir des mêmes informations acoustiques, dépendamment des capacités auditives et des connaissances sur les sons de parole, les individus font le choix de conserver les informations de hautes fréquences (aboutissant à la perception de [jani]) ou les informations de basses fréquences (permettant la perception de [là:là]). Cela sous-entend que l'individu récupère dans le signal acoustique seulement certaines informations et les regroupe avec ses catégories de sons. La question qui se pose alors est de savoir comment l'enfant parvient à développer cette habileté.

Développement de la perception précoce des sons de parole et structuration des représentations phonologiques

L'enfant, de façon extraordinaire, est préparé dès sa naissance pour le langage. Par exemple, le nouveau-n  montre une préférence plus forte pour la parole que pour tout autre son complexe (Werker, 2018). Cette préférence serait en lien avec la spécificité de certaines aires cérébrales pour le traitement des sons de parole. Des études utilisant des potentiels évoqués (Event-Related Potentials – ERP) ont mis en évidence que le cortex temporal dispose d'un réseau neuronal dédié aux sons de communication qui se spécialise pour le traitement phonétique d s 3 mois (Werker,

⁴ “To recognize acoustically different instances of the same word as phonologically equivalent, and at the same time, differentiate words that may be very similar” (Houston et Warner-Czyz, 2018, p. 49)

2018, Dehaene-Lambert et Baillet, 1998). Cette architecture neuronale pourrait être le support des mécanismes d'apprentissage de la langue. Au niveau comportemental, de nombreuses études ont montré les capacités des nourrissons à discriminer des syllabes et à réussir à des tâches de jugement catégoriel. Eimas et al. (1971), avec un paradigme d'habituation, ont attesté que les enfants de 1 mois sont capables de percevoir les fines variations acoustiques de façon catégorielle et que les catégories qu'ils font s'apparentent aux catégories des adultes. Les résultats de Eimas et al., 1971 présentent des capacités de discriminations sur des syllabes de types /pa/ versus /ba/. D'autres résultats exposent les capacités des nourrissons pour différencier le mode d'articulation (occlusives par rapport aux glides, les occlusives par rapport aux nasales), la place d'articulation (occlusives bilabiales par rapport aux occlusives coronales) et la nasalité (voyelles orales par rapport à voyelles nasales) (Rvachew et Brosseau-Lapré, 2018). Ces capacités de discrimination sont supportées par la faculté des nourrissons à réaliser un jugement catégoriel. En effet, les nouveau-nés semblent être capables de grouper ensemble des sons présentant de fines différences acoustiques (Kuhl, 2004). Or, comme nous l'avons soulevé dans le premier point, cette capacité à conserver et à grouper certaines informations acoustiques et à ne pas tenir compte d'autres informations est le socle de la perception auditive. Pris ensemble, ces résultats démontrent des importantes capacités de discrimination des nourrissons dès les premiers mois de vie. Certains auteur·e·s soutiennent l'idée que dès leur naissance, les nourrissons sont capables de discriminer tous les contrastes phonétiques des langues et que leurs capacités sont innées et universelles (Kuhl et Rivera-Gaxiola, 2008). Toutefois, cette vision innéiste ne fait pas consensus. Vihman (2017), met en avant le contexte fortement contraint de ces expérimentations qui ont lieu en laboratoire, avec des stimuli synthétiques, dans des conditions artificielles. Le contexte expérimental conduirait à surévaluer les capacités des nourrissons. Dans le contexte quotidien, les bébés ne sont jamais confrontés à ce type de stimuli et n'utilisent donc pas leurs habiletés de la façon décrite en laboratoire. Également, Hallé et Cristia (2012) ont démontré que les nourrissons ne peuvent pas discriminer des structures de type [tʃp] versus [pʃt] alors qu'ils sont capables de discriminer [utʃpu] versus [upʃtu]. Les habiletés de discrimination des nourrissons seraient donc dépendantes de la présence de voyelles. Enfin, certaines études remettent directement en cause la notion d'universalité. Lasky, Syrdak-Lasky et Klein (1975) ont démontré que des enfants espagnols de 4 à 6 mois ne sont pas capables de discriminer des courtes variations de VOT qui sont pourtant phonémiques en espagnol. Rvachew et Brosseau-Lapré (2018) avancent que « *bien qu'il ait été observé que les nourrissons peuvent discriminer de*

*nombreux contrastes natifs et non-natifs, ce n'est pas vrai qu'ils peuvent percevoir tous les contrastes de toutes les langues du monde.*⁵ » (p. 64).

Après cette période où l'enfant est capable de percevoir de nombreux contrastes phonétiques, la littérature décrit une période au cours de laquelle l'enfant se spécialiserait pour les contrastes de sa(s) langue(s) environnante(s). Ce phénomène est appelé le rétrécissement perceptif. Kuhl et Rivera-Gaxiola (2008) indiquent que les enfants perdent l'habileté à différencier les voyelles autour de 6 mois et les consonnes autour de 1 an. Les capacités précoces de discrimination, qui ne sont, au départ, pas spécifiques à la langue maternelle, vont, au cours de la première année de vie, se spécialiser et se réorganiser. De ce fait, les enfants d'un an deviennent sensibles uniquement aux catégories phonologiques porteuses de sens de leur langue (Werker et Tees, 2002). Pour Houston et Warner-Czyz (2018), il s'agit davantage d'un réalignement des capacités de discrimination plutôt qu'une perte d'habileté pour certains phonèmes. Cette optique serait plus en accord avec le fait que les structures auditives de l'enfant se développent et que ses habiletés psychoacoustiques deviennent plus performantes. Quelle que soit l'optique adoptée, une question reste saillante : quels mécanismes sous-tendent ce phénomène ? Une première hypothèse avancée par de nombreux chercheurs est celle de l'apprentissage statistique (Kuhl, 2004, Kuhl et Rivera-Gaxiola, 2008, Werker, 2018, Houston et Warner-Czyz, 2018). Saffran, Aslin et Newport (1996, cités par Werker, 2018) sont les premiers à mettre en lumière les compétences des enfants pour prendre en compte les régularités de l'input qui les entoure. Maye, Werker et Gerken (2002, cités par Werker, 2018) ont proposé une expérience avec un paradigme d'habituation auprès d'enfants de 6-8 mois. Huit sons différents ont été créés à partir d'un continuum /t/ -/d/. La moitié des enfants a été familiarisée à écouter des sons distribués de façon bimodale aux deux extrémités du continuum. L'autre moitié écoutait des sons distribués de façon unimodale au centre du continuum. A la fin de la phase d'habituation, seuls les nourrissons ayant été familiarisés avec les sons en distribution bimodale étaient capables de discriminer le contraste /d/ versus /t/. Ce type d'expérimentation démontre la capacité des bébés à récupérer les informations de fréquences de distribution pour savoir sur quels contrastes il est important de mettre son attention. Une deuxième hypothèse avancée par Vihman (2017) serait que les mécanismes de production joueraient un rôle dans l'attention que les bébés portent au continuum sonore. Selon elle, les nourrissons perçoivent la langue environnante à travers le filtre de leurs propres productions. Elle définit la notion de filtre articulatoire de la façon suivante : « *l'enfant, de*

⁵ « *Although infants have been observed to discriminate many native and non-native phonetic contrasts, it is not true that they can perceive any potential contrast from all the world's languages.* » (Rvachew et Brosseau-Lapré, 2018, p. 64)

*façon inconsciente, filtre ce qu'il·elle perçoit dans l'input à travers ses propres expériences.*⁶ » (Vihman, 2017, p. 15). Selon Vihman (2017), ce sont les mécanismes de production qui conduisent le rétrécissement perceptif. Plusieurs observations appuient cette hypothèse. Bruderer et al. (2015) mettent en évidence que des nourrissons de 6 mois ne perçoivent pas de différences entre les segments /d̥/ versus /d/ dès lors qu'on les empêche, à l'aide d'une tétine, d'élever leur apex lingual. Ces mêmes enfants sont capables de discriminer la paire de sons sans la tétine. Cette étude souligne le fait que, en gênant le système de production, les capacités perceptives sont affectées. Une autre étude investigate cette notion de filtre articulatoire (DePaolis et al. 2011). Pour cela, les auteur·e·s ont enregistré les productions d'enfants de 9 à 11 mois et ont définis quels sont les schémas moteurs bien maîtrisés et constants, et ceux moins bien maîtrisés et inconstants. Par la suite, les auteur·e·s ont fait écouter aux enfants des listes de mots qui comprenaient les séquences consonnes-voyelles des schémas moteurs produits par l'enfants, soient d'autres séquences consonnes-voyelles. Leurs résultats montrent que les enfants maîtrisant bien leurs schémas moteurs préfèrent écouter de nouvelles séquences de parole tandis que ceux et celles en cours de maîtrise préfèrent écouter les mots qui reprennent ces séquences. Dans le même ordre d'idée, Vilain et al. (2019) ont montré, à l'aide d'une procédure d'appariement intersensoriel, que la capacité des nourrissons à catégoriser les lieux des consonnes qu'ils perçoivent pourrait être liée à l'évolution de leurs capacités de production de parole, en particulier à l'émergence du babillage canonique. Ensemble, ces deux études exposent, d'une part, le lien entre le système moteur et les habiletés précoces de discrimination auditive et, d'autre part, la variation de l'attention auditive des enfants en fonction des facultés de production. Ces études comportementales sont corroborées par des études en neuroimagerie. Kuhl et al. (2014) cherchent à évaluer l'influence du cortex moteur dans la perception de la parole au moment du rétrécissement perceptif. Pour cela, les auteur·e·s utilisent la magnétoencéphalographie (MEG) pour détecter des activations dans le cortex moteur et dans le cortex auditif. Les nourrissons de l'étude sont âgés de 7 et 11 mois et doivent percevoir des sons natifs ou non-natifs. Les résultats mettent en exergue des activations des cortex auditif et moteur pour les sons natifs et non-natifs chez les bébés de 7 mois. Ces activations du cortex frontal ne sont plus décelables pour les sons natifs à 11 mois mais perdurent pour les sons non-natifs. Ainsi, avant 7 mois, le cortex moteur est impliqué dans la perception de parole et cette implication diminue pour les sons non-natifs à 11 mois, lorsque le rétrécissement perceptif est avancé. Cette étude abonde dans le sens d'une évolution des capacités perceptives de l'enfant influencée par le

⁶ "the 'articulatory filter', to express the idea that the child unconsciously filters what she hears in the input through her own production experience." (Vihman, 2017, p. 15)

système moteur. En synthèse, le développement des habiletés précoces de perception de parole est influencé par les capacités d'apprentissage statistique de l'enfant mais aussi par son système moteur.

Parallèlement à la réorganisation des habiletés perceptives, vers six mois, l'enfant intègre les premières représentations lexicales : il stocke en mémoire certaines formes d'occurrences (Bergelson et Swingley, 2012). Pour parvenir à intégrer des représentations lexicales, l'enfant doit segmenter le continuum sonore pour isoler l'item. Or, à la différence du langage écrit, la parole spontanée n'a pas d'indices pour signifier le début et la fin d'un mot ou d'un groupe de mot. Sans frontière lexicale, comment les enfants réussissent-ils à se construire des représentations lexicales ? Ici encore l'hypothèse du cerveau statisticien de l'enfant apporte une clé de réponse. Les enfants seraient sensibles aux probabilités phonotactiques (Saffran et al., 1996, cité par Kuhl, 2004). Toutefois, il semblerait que d'autres indices amorcent la segmentation lexicale (notion de 'bootstrapping'). D'après Kuhl 2004, les indices prosodiques, notamment dans le parler aux enfants, joueraient un rôle fondamental pour isoler les mots dans le flot de parole. Une fois segmentées, les représentations phonologiques lexicales vont se préciser. C'est la notion de spécification phonétique dont Nazzi (2006) propose la définition suivante :

« Par cette notion de « phonétiquement spécifié », il est fait référence au fait que la représentation d'un mot donné consiste en la séquence complète des phonèmes qui le constituent (avec éventuellement des informations prosodiques pour les langues où cette dimension est pertinente au niveau lexical), cette représentation étant donc différente de celle d'un mot phonétiquement proche. » (p.38).

L'idée défendue par de nombreux·ses chercheur·se·s (Nazzi, 2006, Stager et Werker, 1997) est que les représentations lexicales se précisent avec le développement de l'enfant et notamment avec la croissance du vocabulaire. L'acquisition de nouveaux mots nécessite la spécification des représentations phonologiques (par exemple pour pouvoir différencier « gâteau » et « cadeau ») (Metsala et Walley, 1998, cité·e·s par Maillart, 2006).

Multimodalité de la perception de parole

Nous avons jusqu'à présent défini la perception que comme un mécanisme essentiellement auditif. Or, la communication en face à face n'implique pas seulement le traitement des informations acoustiques mais inclut également les informations visuelles des mouvements articulatoires. L'effet « McGurk » (McGurk et MacDonald, 1976) dénote de l'importance des informations visuelles dans l'intégration perceptuelle. Pour mettre en évidence cet effet, les auteur·e·s ont utilisé des signaux multimodaux ambigus, c'est-à-dire que le sujet perçoit visuellement un son qui est différent des informations auditives qu'il·elle reçoit. Ainsi, si l'individu voit un stimulus de type [gaga] et entend [baba], il·elle combinera les deux informations et percevra [dada]. Cet effet est d'autant plus fort que les conditions auditives sont dégradées. Cet effet démontre que la perception de la parole dans un contexte de communication en face-à-face, soit le

contexte d'une communication quotidienne, implique l'intégration multimodale des informations visuelles et auditives des gestes articulatoires, en particulier quand le contexte auditif n'est pas favorable. Ce déplacement de l'attention visuelle sur la zone de la bouche est interprété comme l'utilisation des indices redondants de parole pour améliorer la perception (Buchan, Paré et Munhall, 2008).

Les nourrissons semblent montrer ce même déplacement. L'attention visuelle des bébés de 4 mois se porterait principalement sur la région des yeux des adultes qui leur parle. Cependant, entre 8 et 10 mois, l'attention visuelle se déplacerait vers la région de la bouche (Lewkowicz and Hansen-Tift, 2012). D'après Fort et al. (2017), « *ce premier changement d'attention pourrait être notamment déclenché par le babillage canonique*⁷ » (p. 2, notre traduction). L'hypothèse ici serait que les enfants utilisent les informations visuelles de l'articulation pour produire leurs premiers sons ressemblant à la cible adulte (Fort et al., 2017). Après cette période attentionnelle vers la bouche, l'attention se déplace à nouveau vers les yeux. Chez les enfants monolingues, ce déplacement se fait vers 12 mois et chez les enfants bilingues vers 18 mois (Fort et al., 2017). Toutefois, les nourrissons conservent une dissociation entre sons natifs et non-natifs et préfèrent regarder la bouche des interlocuteurs lorsque des sons non-natifs leur sont présentés. Cela sous-entend que la perception des gestes articulatoires est essentielle à l'enfant pour se construire une représentation des sons de parole. Le nourrisson, en phase d'apprentissage des sons de sa langue ou lorsqu'il est face à des sons qu'il ne maîtrise pas, se fonde sur les informations données par la lecture labiale.

Cette intégration des informations visuelles et auditives est également décrite chez les enfants et les adolescents (Norrix, et al., 2007 ; Dodd et McIntosh, 2010 ; Leybaert, et al., 2014). Les enfants sont sensibles aux informations visuelles. Pour développer une perception multimodale similaire aux adultes, les enfants doivent acquérir deux types de facultés : (1) apprendre à pondérer les sources d'informations (auditives et visuelles) en fonction des conditions auditives et (2) fusionner les informations pour accéder au traitement phonémique et lexical de l'information. Les mécanismes de pondération sont fortement dépendants des ressources attentionnelles de l'enfant (Jeger et al., 2018). De ce fait, le poids porté à chaque source d'information diffère chez les adultes et les enfants. Cela est mis en évidence par Heikkila et al. (2018) qui souligne que l'effet McGurk est plus puissant chez les adultes que chez les enfants. Les enfants mettraient donc plus de poids sur l'information auditive. Davantage de recherche sont nécessaires pour identifier comment se développent les mécanismes de pondération des informations auditives et visuelles. Également, les enfants doivent apprendre à fusionner les sources informations pour accéder aux mécanismes

⁷ "This first shift of attention might be notably triggered by the onset of canonical babbling" (Fort et al., 2017, p. 2).

d'identification. Des études montrent que les enfants rencontreraient des difficultés à fusionner les informations (Heikkila et al. 2018) mais aussi ne procéderaient pas aux mêmes traitements subséquents que les adultes. En effet, il semblerait, chez les adultes, l'intégration audiovisuelle soutiendrait le traitement lexical de l'information. Chez les enfants, l'intégration audiovisuelle permettrait d'accéder au niveau du décodage phonémique (Fort et al., 2012). Là encore, d'autres recherches sont nécessaires pour pouvoir décrire un parcours développemental plus précis.

1.2. Difficultés de perception de la parole chez les enfants avec TDSP

Nous avons décrit une hypothèse développementale dans laquelle les mécanismes de perception acoustique de la parole jouent un rôle prépondérant dans la construction des représentations phonologiques. La question est désormais de savoir si les enfants avec un TDSP présentent un parcours développemental différent des enfants avec un développement typique. La question subsidiaire est de décrire pourquoi il est important, en clinique, d'évaluer la perception de parole.

De nombreuses études mettent en évidence des difficultés de perception chez les enfants avec un TDSP. Nous proposons une revue de la littérature dans l'introduction du chapitre 2. De ce fait dans cette partie, nous ne présenterons qu'une synthèse des résultats principaux. Ainsi, les enfants avec un TDSP semblent avoir des difficultés au niveau du traitement auditif central. La perception de la parole dans le bruit apparaît comme moins effective, de même que le traitement de la variation inter-locuteurs·trices (Edwards et al, 1999 ; Rvachew et al., 2004 ; Faria Barrozzo et al., 2016). Les enfants porteurs d'un TDSP auraient également des difficultés au niveau du décodage phonologique (Lapko et Bankson, 1975 ; Schissel, 1980 ; Bridgeman et Snowling, 1988 ; Vance, 1995 ; Vance et Martingale, 2012). Notons toutefois que la littérature ne présente pas de résultats consensuels à ce niveau. Finalement, les enfants avec un TDSP présentent une sous-spécification des représentations phonologiques, notamment dans la portion des informations perceptives. Cette sous-spécification peut s'expliquer par des difficultés dans le traitement perceptif qui empêcheraient le développement de représentations riches et solides (Macchi et al., 2013 ; Hearnshaw et al., 2018).

Les enfants avec un TDSP semblent également rencontrer des difficultés au niveau de la perception audiovisuelle. Toutefois, il n'existe que très peu d'études à ce sujet et elles n'apportent pas de résultats consensuels. A notre connaissance, il n'existe qu'une seule étude portant spécifiquement sur les enfants avec un TDSP (Dodd et al., 2008) qui montre que les enfants avec un TDSP portent moins d'importance que les enfants typiques sur les informations visuelles. En revanche, il existe quelques études sur les enfants avec un TDL, incluant probablement des

difficultés au niveau phonologique. Ces études mettent également en avant un schéma développemental différent des enfants typiques (Norrix et al., 2007 ; Meronen et al., 2013). Là encore, les enfants avec un TDL semblent moins sensibles aux informations visuelles.

En somme, les enfants avec un TDSP semblent présenter un déficit au niveau du traitement perceptif de la parole. Toutefois, le manque d'études sur le sujet ne permet pas d'avoir un portrait précis des difficultés.

1.3. Panorama des tâches d'évaluation de la perception dans la clinique internationale

Comme nous l'avons détaillé précédemment, les difficultés du versant perceptif peuvent intervenir à différents niveaux dans le traitement de la parole : au niveau de l'audition périphérique et centrale (dont il ne sera pas question dans la synthèse présentée ici, car nous considérons que ce type d'évaluation fait partie du champ de compétences du·de la médecin ORL ou de l'audiologiste), au niveau du décodage phonologique (discrimination des phonèmes et perception de la constance) et au niveau des représentations phonologiques perceptives. Pour chacun de ces niveaux, on retrouve dans la littérature des modalités d'évaluation différentes. En général, les tâches de discrimination sont présentées comme ciblant le niveau de décodage phonémique et les tâches d'appariement mot/image sembleraient viser le niveau des représentations phonologiques perceptives. Cela dit, cette distinction est à modérer car le choix des stimuli permet également de cibler l'un ou l'autre niveau. Nous avons procédé à une revue non-exhaustive des tâches d'évaluation publiées dans la littérature internationale. Une synthèse est proposée dans le tableau 6. La littérature présente principalement des tâches de discrimination et des tâches d'appariement mot/image (tâche de jugement de lexicalité). Chaque type de tâche présente des avantages et des limites que nous allons discuter dans les points suivants.

Les tâches de discrimination cherchent à savoir si l'enfant parvient à distinguer les sons de parole. D'ordinaire, on présente à l'enfant deux stimuli puis celui-ci doit juger de leur similarité ou de leur dissemblance. Ce type de tâche peut être proposé avec des mots, ce qui sous-entend que l'enfant peut s'aider de ses connaissances lexicales pour compléter la tâche, ou bien avec des pseudomots. Dans ce dernier cas, l'enfant ne peut s'aider de son lexique. Ce type de tâche trouve une variante sous la forme d'un paradigme ABX. Dans ce cas, on propose à l'enfant trois mots, dont deux sont similaires et le troisième diffère. On lui demande d'identifier la paire similaire. Dans les faits, une première marionnette propose le premier item A (par exemple : « picho ») et une autre marionnette propose le deuxième B (« pisso »), puis l'orthophoniste dit le dernier item X (par exemple : « picho »). L'enfant doit identifier quelle marionnette a énoncé le même item que

l'orthophoniste. Ces paradigmes (ABX ou tâche classique de discrimination) sont considérés comme testant de façon assez pure le décodage phonémique. Pour l'anglais, le test de discrimination principalement utilisé est le « *Wepman Auditory Discrimination Test* » (Wepman et Reynolds, 1987). Les tâches de discrimination sont, toutefois, décrites comme présentant des biais importants. Premièrement, la tâche de discrimination impliquerait des difficultés en lien avec la compréhension du concept de « similarité/différence ». Une étude de Beving et Eblen (1973) déclare que les enfants de quatre ans ne peuvent pas porter ce type de jugement, alors qu'ils sont capables de répéter correctement les items proposés. Une deuxième limite concerne la mémoire à court terme (Stackhouse & Wells, 2007). En effet, il est nécessaire pour l'enfant de conserver en mémoire les deux ou trois items pour réaliser la tâche. Dans leur étude, Vance et al. (2012) proposent de changer le paradigme ABX en XAB pour soulager la charge mnésique. Enfin, un dernier élément, en lien avec les capacités mnésiques, concerne les compétences attentionnelles que ces épreuves demandent aux enfants. En les interrogeant sur des différences phonémiques fines, comme le trait de voisement, on met en jeu une charge attentionnelle non négligeable.

Les tâches de type appariement mot/image concernent le niveau des représentations phonologiques. On cherche à qualifier la qualité de ces représentations. Pour cela, on demande à l'enfant de désigner une image cible parmi différentes images. Par exemple, l'enfant doit montrer « poule » sur une planche d'images comprenant une poule, une boule et un pou. De cette façon, on peut savoir si la représentation du mot « poule » est suffisamment précise pour pouvoir se différencier des voisins lexicaux. Une alternative à cette tâche de désignation est la tâche de jugement de lexicalité. On adresse à l'enfant l'item « pankalon », par exemple, avec l'image du pantalon et on lui demande de juger si le nom de l'image a été correctement énoncé ou non. En anglais, trois épreuves sont couramment utilisées :

- Le « *Goldman-Fristoe-Woodcock Test of Auditory Discrimination* » (Goldman, Fristoe, et Woodcock, 1970) dans lequel il est demandé à l'enfant de désigner une image parmi des distracteurs (paires minimales). La cible est proposée dans une phrase porteuse. Le test est standardisé à partir de 3 ans, les stimuli sont enregistrés et certains subtests sont proposés en contexte bruité.
- Le « *Auditory Discrimination And Attention Test* » (Morgan Barry, 1988), standardisé pour les enfants de 3 à 6 ans, correspond à une tâche de désignation entre 2 images dont les mots correspondants ne se différencient que par un trait phonologique. Il n'y a pas de contrôle de l'environnement sonore ni de la lecture labiale.
- Le « *SAILS* » (Rvachew et al., 2004, Rvachew, 2014) dans lequel il est demandé à l'enfant de dire si les mots qu'il·elle entend sont corrects ou non. L'originalité du protocole est que les

mots du logiciel ont été enregistrés auprès d'adultes, d'enfants typiques et d'enfants porteurs de TDSP.

Les avantages des deux types de tâches sont : (1) la réponse de l'enfant peut être non verbale, (2) la tâche est aisément compréhensible par des jeunes enfants. Cependant, ce paradigme induit les biais de la fréquence lexicale et du niveau de vocabulaire de l'enfant. Si l'enfant ne connaît pas le mot, il ne pourra pas juger de l'exactitude de la production.

Tableau 6: Panorama non-exhaustif des tâches d'évaluation publiées dans la littérature internationale.

Références [et langue]	Objectifs de l'étude	Méthodologie de la tâche de perception	Population	Résultats pertinents
Bridgeman et Snowling, 1988 [anglais]	Tester les capacités perceptives des enfants dyspraxiques verbaux.	Tâche de discrimination classique 15 paires de mots et pseudomots unisyllabiques avec des structures phonétiques similaires CVC ou CVCCC. 12/15 paires sont différentes. Modifications : sur le segment (exclusivement /t/ vs /s/) ou sur la structure (exclusivement /st/ vs /ts/) Modifications : sur la coda CVC	12 enfants dyspraxiques de 7 à 11 ans 12 enfants tout-venant appariés par le sexe et l'âge de lecture	Discrimination de mots : Dyspr. = TV (pas d'effet de groupe) Discrimination de pseudomots : Dyspr. < TV (effet du groupe) Chez les dyspr. : séquence < segment (effet du type de modification)
Stackhouse, 1989 (cité dans Stackhouse et al., 2007) [anglais]	Tester les capacités de discrimination sur des stimuli complexes	Tâche de discrimination classique 40 paires de pseudomots 26/40 paires sont différentes Modifications : sur le segment (point d'articulation, voisement, voyelle), sur la séquence dans un cluster (/sp/ vs /ps/) et présence de métathèses (/bikut/ vs /bituk/)	42 enfants tout-venant de 3,3 à 8,11 ans	Effet de l'âge : progression du pourcentage de réponses correctes Enfant de 3 et 4 ans répondent sur le seuil du hasard Enfant de 7-8 ans = 90,66% (7,5) Effet des modifications : items similaires > différents
Vance, 1995 [anglais]	Etalonner une épreuve de discrimination	Tâche ABX 2 listes de 30 triplettes d'items Modifications : sur le segment (point d'articulation, voisement, voyelle), sur la séquence dans un cluster (dont réduction de cluster) (/sp/ vs /st/) et présence de métathèses (/stik/ vs /skit/)	100 enfants tout-venant de 3 à 7 ans 1 enfant avec TDSP de 7 ans (on fait passer à cet enfant une tâche de jugement de lexicalité)	Effet de l'âge : progression des résultats Enfants de 5-6 ans répondent sur le seuil du hasard. A 7 ans : effet plafond. Chez enfant avec TDSP : effet de la tâche : tâche de discrimination < tâche de jugement de lexicalité
Vance et al., 2009 [anglais]	Examiner quel nouveau type de procédure d'évaluation est le plus efficace	Tâche XAB 2 blocs de 15 triplettes de pseudomots Modifications : sur le segment (point d'articulation, voisement) ou sur le cluster 7 ou 8/15 sont similaires Condition de silence ou de bruit Jugement de lexicalité 2 blocs de 15 mots et de 15 pseudomots Modifications d'un segment consonantique (point d'articulation et voisement) ou sur le cluster en	105 enfants de 4 à 5 ans	Pourcentage de réussite : XAB < jugement de lexicalité Pourcentage de réussite en fonction de la condition : Bruit < Silence → la condition bruit permettrait d'éviter l'effet plafond Corrélation avec le niveau de langage

		fonction des difficultés perceptives observées chez les enfants avec un trouble du langage Condition de silence ou de bruit		
Vance et Martingale, 2012 [anglais]	Examiner quel nouveau type de procédure d'évaluation est le plus efficace	Tâche XAB 10 triplettes de pseudomots dissyllabiques présentées 4 fois Modifications : sur le segment (point d'articulation, voisement, voyelle) Condition de silence ou de bruit	20 enfants présentant des troubles du langage de 5 à 7 ans 33 enfants TV de 4 à 7 ans	Effet du groupe : enfant avec trouble du langage < enfant TV Résultat à la tâche de perception corrélés avec le niveau de langage Effet de la condition de bruit : enfants avec trouble du langage performant moins bien en condition de bruit Erreur sur la modification /s-z/
Constable et al., 1997 [anglais]	Présenter l'approche psycholinguistique pour l'évaluation orthophonique	Tâche de discrimination classique Tâche de Bridgeman et Snowling (1988) : 15 paires de mots et de pseudomots	Etude cas : 1 enfant de 7 ans, avec un manque du mot sévère	9 erreurs sur les items présentant une modification sur la séquence Pseudomots < Mots Les auteurs interprètent une erreur sur une paire similaire comme une labilité attentionnelle
Nathan et al., 2004 [anglais]	Etude longitudinale pour questionner la notion d'âge critique	Tâche de discrimination classique 10 paires de mots et 10 paires de pseudomots repris de Bridgeman et Snowling (1988) Tâche ABX 12 triplettes d'items Modifications : sur le segment (point d'articulation, voisement, voyelle), sur la séquence dans un cluster (dont réduction de cluster) (/snake/ vs /nake/) et présence de métathèses	1 groupe d'enfants avec des difficultés en parole (n=19), 1 groupe avec des difficultés de parole et de langage (19) et 1 groupe d'enfants typiques (19) Suivis de 4 à 7 ans.	Tâche ABX : T1 = seuil du hasard → la tâche de jugement de lexicalité est plus sensible T3 : effet plafond
Anthony et al., 2010 [anglais]	Modéliser empiriquement différentes dimensions des représentations phonologiques (perceptives, motrices, accès aux représentations)	Jugement de lexicalité 3 blocs de 16 paires de mots et pseudomots Modification sur la consonne, la voyelle et présence de métathèses	175 enfants de 3 à 5 ans	100% de réussite sur les items corrects Alpha de Cronbach = .89 Pourcentage de réussite : segment < structure
Rvachew 2014 [anglais]	Implémenter le test SAILS	Jugement de lexicalité Protocole du logiciel SAILS 70 mots et pseudomots. Modifications des consonnes /k, f, ɸ, l, s, θ, ʃ, ʒ, ɹ/ Les pseudomots sont des enregistrements d'erreurs réelles d'enfants avec TDSP Intérêt de la variabilité interlocuteur	Étalonnage sur 35 enfants de 4,5 à 7,5 ans	Résultats en % de réussite : progression apparente (pas d'analyse statistique)
Preston et al., 2015 [anglais]	Tester le logiciel SAILS sur des enfants de 9 à 14 ans	Jugement de lexicalité Protocole du logiciel SAILS	20 enfants tout-venant de 9 à 14 ans 27 enfants de 9 à 14 avec des	Pas de différence significative entre les groupes → SAILS ne permet pas de distinguer les deux groupes

			difficultés résiduelles sur le /r/	
Claessen et al., 2009	Développer le test de « <i>Quality of Phonological Representations task</i> »	Jugement de lexicalité 6 pseudomots sont construits à partir d'un mot plurisyllabique Modification du segment, de la voyelle et de la structure	179 enfants tout-venant (moyenne = 7,9ans)	(1) La distribution des résultats n'est pas normale, car les enfants performant très bien (bons scores + bon temps de réaction). (2) les résultats les plus discriminants sont le % de rejet de formes correctes et les temps de réaction. (3) les erreurs fréquentes apparaissent sur les altérations de points d'articulation des consonnes nasale (m-n), les altérations de voisement, les altérations de hauteur de voyelles.
Carroll et Snowling, 2004 [anglais]	Comparer les enfants à risque de dyslexie et les enfants avec TDSP	Jugement de lexicalité 23 mots et pseudomots (de 1 à 3 syllabes) Variable d'âge d'acquisition (élevé ou bas) pour les mots Modifications sur les consonnes	17 enfants avec TDSP (entre 4 et 6 ans) appariés avec 17 enfants avec un risque de dyslexie et 17 enfants tout-venant	Effet du groupe : enfants à risque de dyslexie et enfants avec TDSP < enfants tout-venant. Enfants à risque de dyslexie et enfants avec TDSP performant de la même façon
Rvachew, Royle et al., 2017 [français québécois]	Construction d'un test de dépistage des enfants à risque de trouble de la lecture	Jugement de lexicalité 3 blocs de 10 items (10 fois le même item répété par plusieurs locuteurs) Les items sont gris, poisson et serpent L'intérêt : la variabilité interlocuteur avec des erreurs réelles d'enfants avec TDSP	43 enfants de GSM et 18 de CP	Effet d'items : gris < serpent et poisson Le % de réussite sur le bloc « gris » se corrèle avec les performances à la BELO (test de langage écrit)
Maillart et al. (2004a) [français]	Etudier la qualité des représentations phonologiques des enfants tout-venant (étalonnage d'une liste)	Jugement de lexicalité 60 paires de mots et de pseudomots (3 ou 4 syllabes, pas de voisins phonologiques) Modifications sur les consonnes (substitutions par un phonème à 1 trait phonologique près ou à plus d'un trait phonologique) Modification en position initiale, médiale, finale	45 enfants tout-venant de 4 à 7 ans (en 3 groupes : 4 ans, 5,6 ans et 7 ans)	Effet de l'âge : 4 ans < tous les autres enfants et 5,6 ans = 7 ans Effet de l'item : pseudomots < mots Effet de la distance : modifications à 1 trait près < modifications à plus d'un trait près.

1.4. Tâche de jugement de lexicalité EULALIES

Pour construire la tâche de perception, il a d'abord fallu déterminer deux axes. Le premier axe concerne le type de paradigme et le second cherche à savoir quels stimuli nous allons proposer. Pour déterminer ces axes, nous nous sommes fondées sur les informations tirées de l'état de l'art, la connaissance des protocoles de bilan existant en France et à l'étranger, les critères établis par Locke, 1980b (cf. Annexe chapitre 2) et des marqueurs sémiologiques des troubles.

Choix du paradigme d'évaluation et interprétation psycholinguistique

Nous avons opté pour une tâche de jugement de lexicalité, qui consiste à écouter un mot, et à indiquer s'il est produit correctement ou de façon déviante par rapport à la cible représentée sur une image (par ex. indiquer si [pɑ̃kalɔ̃] correspond à l'image d'un pantalon). Notre objectif avec cette tâche est de pouvoir évaluer la qualité des représentations phonologiques lexicales, fondées sur les informations perceptives.

Plusieurs raisons ont déterminé ce choix. Tout d'abord, ce type de tâche n'existe pas dans la clinique française (à l'exception de la tâche proposée par Maillart et al., 2014b, qui ne comporte pas d'étalonnage). Ensuite, nous pensons que cette tâche peut se compléter avec l'épreuve de discrimination phonémique ELDP, créée par Macchi et al. (2012), et qui consiste à comparer deux pseudomots et à indiquer s'ils sont identiques ou différents. L'épreuve de discrimination phonémique (Macchi et al., 2012) présente des caractéristiques linguistiques et psychométriques fortes qui en font un bilan intéressant et utilisé en clinique. Nous n'avions donc pas besoin de nous placer au niveau du décodage phonémique et nous avons opté pour un paradigme ciblant les représentations phonologiques. Enfin, l'épreuve de jugement de lexicalité permet d'éviter les biais de charge mnésique, attentionnelle et de compréhension de la tâche. Dans la mesure où notre population cible correspond aux enfants de 4 à 11 ans, la tâche de jugement de lexicalité semble appropriée. Toutefois, dans la littérature, le biais méthodologique relié à ce type de paradigme concerne le vocabulaire. Pour pallier cette limite, nous avons construit notre tâche en utilisant les stimuli de la tâche de dénomination (cf. Section suivante) dont la fréquence lexicale est contrôlée et seul des mots fréquents ont été choisis. Pour contrôler la fréquence lexicale, nous avons utilisé la banque de données LEXIQUE³⁸, notamment la variable « fréquence de films », c'est-à-dire une fréquence d'usage des mots en français oral.

Variables des stimuli

Concernant les stimuli, en accord avec notre objectif d'évaluation de la qualité des représentations phonologiques, il est apparu important de proposer des modifications à la fois sur le segment et sur la structure du mot. Nos stimuli comprennent autant de mots corrects que de mots incorrects. Un tiers des mots incorrects présente une modification sur la structure du mot (métathèse, simplification de cluster, suppression de syllabe, suppression de segment, inversion de segment). Les deux tiers suivants comportent une modification sur un segment. Il s'agit de substitution par un phonème à un trait phonologique près ou par un phonème à plus d'un trait phonologique près. Notre tâche comprend également des items testant spécifiquement les voyelles

⁸ LEXIQUE 3.08 : New, B., Pallier, C., Brysbaert, M., Ferrand, L. (2004) Lexique 2 : A New French Lexical Database. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 36 (3), 516-524.

car, d'après Maillart (2004b), des difficultés sur ce type d'items font partie de la sémiologie des enfants présentant des difficultés phonologiques. Les modifications interviennent en position initiale, médiane ou finale de mot. Le nombre de syllabes par item est également contrôlé, de même que le caractère imageable des mots.

Il existe une version française et une version québécoise de la tâche.

La liste des stimuli est présentée ci-dessous (Tableau 7 et Tableau 8)

Tableau 7: Tableau synoptique de l'organisation des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version française

Nombre de syllabes	1 syllabe	N=10
	2 syllabes	N=17
	3 syllabes	N=12
	4 syllabes	N=6
Niveau testé	Structure	N=15
	Phonème	N=30
Type d'altération	Consonne	N=20
	Voyelle	N=10
Distance de l'altération (sur les consonnes)	1 trait	N=10
	Plus d'un trait	N=10
Position de l'altération	initial	N=15
	médial	N=14
	final	N=16
Nombre total d'items		N=45

Tableau 8: Tableau synoptique de l'organisation des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version québécoise

Nombre de syllabes	1 syllabe	N=12
	2 syllabes	N=10
	3 syllabes	N=13
	4 syllabes	N=7
Niveau testé	Structure	N=14
	Phonème	N=28
Type d'altération	Consonne	N=20
	Voyelle	N=8
Distance de l'altération (sur les consonnes)	1 trait	N=9
	Plus d'un trait	N=11
Position de l'altération	initial	N=17
	médial	N=11
	final	N=13
Nombre total d'items		N=42

Tableau 9: Liste complète des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version française

Mots corrects	Mots incorrects	Mots corrects	Mots incorrects
médicament	dicament	citron	citran
voiture	ture	dentiste	dontiste
éléphant	léphant	ciseaux	céseaux

aquarium	aquajum	hibou	hibo
grenouille	renouille	fourchette	furchette
tigre	ti	l'œuf	l'of
chocolat	chocrolat	aspirateur	l'Ospirateur
biberon	bliberon	main	mè
livre	lirve	lou	lon
zèbre	zerbe	déguisement	téguisement
pjeuvre	pjeurv	neige	neiche
escargot	eksargot	téléphone	téléphov
bibliothèque	blibliothèque	couverture	couvertuk
crocodile	crocodile	avion	apion
toboggan	togoban	camion	canion
chaussette	saussette	tomate	pomate
hippopotame	hippopopame	enveloppe	envelot
menton	monton	farine	barine
cinéma	tinéma	docteur	socteur
locomotive	jocomotive	gare	gache
bonhomme	bojom	griffe	grise
poisson	poichon	uniforme	uniforp
capuche	capus		

Tableau 10: Liste complète des stimuli de la tâche de jugement de lexicalité version québécoise

Mots corrects	Mots incorrects	Mots corrects	Mots incorrects
Huile	huiche	rhinocéros	rhimocéros
Ongle	on	aquarium	aquayum
zebre	zerbe	cheveu	chepeu
enveloppe	envelotte	pyjama	plyjama
langue	yangue	champignon	sampignon
Garde-robe	karde-robe	nuage	nuaze
fève	bève	hibou	hibon
neige	neiche	chocolat	chocrolat
montagne	zontagne	niche	tiche
hippopotame	hippopopame	yogourt	gour
hélicoptère	hélécoptère	escargot	eksargot
infirmière	infirmièk	éléphant	léphant
livre	lirve	crocodile	crocodile
citron	citran	ventilateur	vontilateur
fraise	traize	oeil	oy
vétérinaire	vétériyaire	débarbouillette	barbouillette
téléphone	téléphove	aspirateur	ospirateur
oiseau	oigeau	menton	monton
kangourou	gankourou	ustensile	ustensip
griffe	grise	ours	ors
glissabe	lissade	bibliothèque	blibliothèque

Lien entre la tâche de jugement de lexicalité et de dénomination

Nous avons construit la tâche de dénomination et de jugement de lexicalité en miroir, c'est-à-dire que certains items se retrouvent dans les deux épreuves. Ce choix méthodologique, fondé

sur Munson et al., 2005, a pour objectif de pouvoir qualifier les représentations phonologiques à la fois dans leur portion perceptive et dans leur portion articulatoire.

La cotation

Nous proposons une double cotation comportant :

- Le pourcentage d'acceptation correcte, fondé sur le nombre de fois où l'enfant a indiqué que le mot était correct lorsque celui-ci était réellement correct.
- Le pourcentage de refus correct, c'est-à-dire lorsque l'enfant indique que l'item est erroné lorsqu'un mot incorrect est présenté.

Présentation

Les mots corrects et incorrects ont été enregistrés deux fois par deux locutrices du français de France et un locuteur et une locutrice du français québécois. Les stimuli ont été enregistrés dans une chambre anéchoïque avec un enregistreur numérique Marantz Professional PMD620. Les items ont été produits avec une prosodie typique du français (i.e. accent primaire sur la dernière syllabe et accent secondaire sur la première syllabe). Les stimuli pour le français québécois ont été enregistrés en conservant les variantes dialectales (affrications, relâchement de certaines voyelles, diphtongues). Trois expertes en linguistique ont sélectionné les listes d'items enregistrés, avec un consensus sur la prosodie la plus naturelle.

Les items ont été inclus dans une présentation PowerPoint, en ordre randomisé. Pour que la procédure soit adaptée aux enfants, une petite animation (un grenouille avançant sur les nénuphars pour manger une mouche) était incluse régulièrement dans la présentation. En moyenne, il fallait 15 minutes pour compléter la tâche.

2. Description et justifications méthodologiques de la tâche de dénomination

Traditionnellement, l'évaluation du système phonologique des enfants comprend une tâche de dénomination d'images (mot isolés). En effet, différents sondages auprès des orthophonistes (Skahan et al., 2007, aux Etats-Unis ou McLeod et Baker, 2014, en Australie) montrent que la tâche de dénomination fait partie systématiquement de l'évaluation des enfants suspectés d'avoir un TDSP. Cette tâche est décrite comme mesurant la spécification des représentations phonologiques lexicales et l'intelligibilité de l'enfant (Stackhouse et al., 2007). Elle est couramment utilisée par les orthophonistes pour répondre à deux objectifs : (1) déterminer le rang centile et de comparer l'enfant par rapport à la norme attendue pour son âge (si l'orthophoniste utilise une tâche standardisée), et (2) réaliser les inventaires phonétiques et phonémique de l'enfant et identifier les principaux patrons d'erreur (ou processus phonologiques⁹) produits par l'enfant (McLeod et Baker, 2014 ; Macrae, 2017). La batterie de test EUALIES propose une tâche de dénomination qui répond à ces deux principaux objectifs poursuivis par les orthophonistes. Cette partie décrit l'argumentation de la construction de cette tâche d'évaluation.

2.1. Recommandations pour l'évaluation des enfants avec un TDSP suspecté

Les tâches à inclure lors d'une évaluation du développement de la parole ne font pas consensus. Toutefois, la littérature scientifique propose aux clinicien·ne·s certaines recommandations spécifiques pour la tâche de dénomination. Ainsi, plusieurs auteur·e·s préconisent d'utiliser une tâche de dénomination d'au moins 100 mots (Bernhardt et Holdgrapher, 2001 ; Eisenberg et Hitchcock, 2010) et jusqu'à 250 mots (Grunwell, 1985). Cette liste de mots doit comprendre un inventaire complet des consonnes dans différentes positions dans le mot et incluant des mots de différentes structures et longueur syllabiques et avec différentes accentuations Cette liste, si elle est

⁹ Nous utilisons préférentiellement le terme de patron d'erreur pour rendre compte des transformations au niveau phonémique, syllabique ou phonotactique que l'enfant produit. Le terme de processus phonologique fait également référence aux erreurs de production des sons. Toutefois, ce terme a été établi par Stampe (1973) dans le cadre de la théorie de la phonologie naturelle. Selon ce modèle théorique, les représentations lexicales sous-jacentes des enfants seraient similaires à celles des adultes. Les processus phonologiques seraient des processus de simplification permettant de réduire le niveau de complexité du mot car l'enfant serait limité dans ses habiletés de production de parole. L'enfant devrait progressivement perdre ses processus de simplification. A la suite de Bernhardt et Stoel-Gammon, 1994 ; Lof, 2002 ; Kirk et Vigelan, 2015 ; Macrae, 2017 ; Brosseau-Lapré et al., 2018, nous retenons cette méthode d'analyse des productions des enfants car elle est largement utilisée en clinique mais nous pointons plusieurs limites à ce modèle théorique : (1) la représentation phonologique lexicale n'est pas identique à celle de l'adulte ; elle se construit et se précise au cours du développement (Hallé et Cristia, 2012), (2) l'analyse en processus phonologique ne décrit que les erreurs de l'enfant mais ne permet pas d'identifier les sons et les formes syllabiques que l'enfant est capable de faire, et (3) ce modèle considère le développement phonologique comme la suppression de processus de simplification alors que nous envisageons le développement comme un processus additif de construction et de précision des représentations. Dans ce contexte, nous utiliserons le terme de patron d'erreur plutôt que celui de processus phonologique.

standardisée, doit permettre à l'orthophoniste de déterminer le rang centile de l'enfant par rapport à la norme de son âge. Elle doit également permettre l'analyse de différents paramètres de la parole de l'enfant. Premièrement, l'orthophoniste est encouragé·e à qualifier l'intelligibilité de l'enfant, par exemple en utilisant le pourcentage de consonnes correctes (PCC - Shriberg et al. 1997). Ensuite, l'orthophoniste peut réaliser, à partir d'une transcription large des productions de l'enfant, différents inventaires, appelés :

- (1) le répertoire phonétique : l'orthophoniste inventorie l'ensemble des sons que l'enfant peut produire, que ces sons fassent partie du système phonologique du français ou non et qu'ils soient à la bonne place dans le mot cible ou non,
- (2) le répertoire phonémique : l'orthophoniste inventorie l'ensemble des sons bien produits et à la bonne place dans le mot et relève également les sons cibles que l'enfant ne peut pas produire,
- (3) le répertoire syllabique : l'orthophoniste inventorie l'ensemble des structures syllabiques réalisées par l'enfant.

L'établissement de ces répertoires est une part importante de l'évaluation car ils permettent de déterminer si le développement des sons de parole de l'enfant est dans la norme attendue pour son âge (Bleile, 2004). Il est possible de comparer le répertoire phonémique avec une chronologie des acquisitions segmentales telle que proposée par MacLeod et al. (2011) pour les enfants franco-québécois. Pour les enfants franco-français, les données sont plus restreintes. Il existe à notre connaissance trois publications qui suggèrent des chronologies des acquisitions segmentales. Premièrement, on retrouve la chronologie de Rondal (1979) qui est à visée didactique et qui n'a pas été établie à partir de données collectées auprès d'enfants. Ensuite, les orthophonistes peuvent s'appuyer sur les données de Aircart et Vion (1987) qui ont collecté des données auprès de 75 enfants de 3 à 6 ans. Enfin, il existe l'étude de Vinter (2001) auprès de 13 enfants de 2 à 3 ans. À partir des différents répertoires et de la comparaison avec la norme attendue, il est possible d'identifier des objectifs et des cibles de traitement. Finalement, l'orthophoniste peut compléter une analyse en patron d'erreur, c'est-à-dire repérer les transformations au niveau phonémique, syllabique et phonotactique que l'enfant produit le plus fréquemment (Elbert et Gierut, 1986). Pour l'anglais, il existe différentes façons de réaliser ce type d'analyse : l'analyse en patron d'erreur classique ; l'analyse SODA qui identifie spécifiquement les Substitutions, les Omissions, les Distorsions et les Additions (épenthèses) (Hodson, 2004) et l'analyse PVM « *place-voice-manner* » (lieu d'articulation-voisement-mode) qui détermine les difficultés de l'enfant au niveau du lieu d'articulation, du voisement et du mode (Macrae, 2016). Là encore, une fois que l'orthophoniste a complété son analyse, il est possible de la mettre en relation avec la norme développementale. Pour

le français de France, il n'existe pas à notre connaissance de chronologie de développement des patrons d'erreur. Pour le français du Québec, Brosseau-Lapré et al. (2018) compilent un ensemble de trois études (MacLeod et al., 2011 ; Rvachew et al., 2013 et Brosseau-Lapré, 2013) et proposent une chronologie pour les enfants de 2 à 7 ans. Ainsi, chez les enfants franco-québécois, le patron d'erreur le plus fréquent au niveau segmental est l'antériorisation et le patron d'erreur le plus fréquent au niveau syllabique est la réduction du groupe consonantique.

Certaines recherches mettent en avant le fait que les variables des stimuli de la tâche de dénomination peuvent modifier le profil phonologique de l'enfant que réalise l'orthophoniste (Eisenberg et Hitchcock, 2010 ; Kirk et Vigeland, 2015 ; Macrae, 2017). En effet, les tests diffèrent dans les items qu'ils proposent. Cela veut dire que certains tests vont, par exemple, avoir plus de mots avec des fricatives et moins de mots polysyllabiques. D'autres tests, au contraire, comprendront davantage de stimuli avec des groupes consonantiques et moins de voyelles nasales. Ces différences vont avoir des conséquences sur le portrait phonologique de l'enfant. En effet, si l'enfant a des difficultés principalement sur les fricatives, ses habiletés paraîtront plus déficitaires si le test comprend un nombre important de fricatives que s'il n'en comprend pas. De la même façon, la structure du mot, sa complexité syllabique et la présence de certains phonèmes acquis typiquement de façon plus tardive, a des conséquences sur la précision et la constance de la production de l'item. Ainsi, certains items sont plus appropriés pour tester les enfants de maternelle et d'autres pour tester les enfants du primaire (Macrae, 2017). Face à ce constat, il est important que les orthophonistes connaissent avec précision la distribution des voyelles, des consonnes et des groupes consonantiques ainsi que les structures syllabiques des tâches utilisées (Macrae, 2017).

2.2. État des lieux des tâches de dénomination disponibles pour la clinique francophone

Dans la perspective de Eisenberg et Hitchcock (2010), Kirk et Vigeland (2015) et Macrae (2017), nous proposons un tour d'horizon des outils disponibles en Europe et au Canada pour envisager les caractéristiques des stimuli des tâches de dénomination en français. Toutefois, cette revue se fonde sur nos connaissances et notre pratique en tant qu'orthophoniste et n'est pas une revue systématique. Les caractéristiques de l'ensemble de ces épreuves sont synthétisées dans le tableau 11 ci-dessous.

En Europe

La majorité des outils d'évaluation du langage oral et/ou de la parole disponibles en Europe, comprennent une tâche de dénomination d'images (EVALO, EXALANG, ELO, N-EEL, BEPL-A, ISAYDILE, L2MA, ELOLA). Le nombre d'items proposés varient entre 15 et 61, ce qui ne

rencontre pas les recommandations de la littérature scientifique. Également, la majorité des mots proposés sont des mots monosyllabiques ou bisyllabiques et les structures syllabiques sont majoritairement de type CV. Les inventaires consonantiques mettent en évidence une exhaustivité des consonnes en position initiale mais pas dans les autres positions. Finalement, les tâches de dénomination proposent très souvent une cotation générale de la tâche mais ne permettent pas une analyse par segment ou par patron d'erreur. Cette rapide revue des outils disponibles met en évidence que les tâches de dénomination ne rencontrent pas les recommandations décrites ci-précédemment.

Au Canada francophone

Au Canada francophone, il existe trois outils qui ont été développés pour les orthophonistes (ESSP, TFP et Test de Phonologie du Français). Seulement ESSP et le TFP ont été standardisés : l'ESSP a été standardisé auprès de 156 enfants de 2 à 4 ans tandis que le TFP a été proposé auprès de 65 enfants de 6 et 7 ans. Le Test de Phonologie du Français n'est lui pas étalonné ni standardisé.

Tableau 11: Panorama des tâches de dénomination disponible dans la clinique francophone.

		<i>EVALO</i>	<i>EXALAN G 3-6 ans</i>	<i>EXALANG 5-8 ans</i>	<i>ELO – BILO3C – BILO2</i>	<i>N-EEL</i>	<i>BEPL-A</i>		<i>ISADYLE</i>		<i>L2MA</i>	<i>ELOLA</i>	<i>ESPP</i>	<i>Un test de la phonologie du français</i>			
		Test phonétique	Phonologie et lexicale	Dénomination d'images	Répétition de logatomes	Dénomination d'images	Répétition de mots	Phonologie et articulation	Articulation	Phonologie	Inventaire Phonétique	Dénomination	Phonologie et mémoire	Répétition de mots	Répétition de logatomes	Dénomination	Dénomination (avec support d'une histoire)
Nombre d'items		33	40	36	16	44	61		10 pour la forme PRA 1 et 15 pour la forme PRA2	25	60	45	18	15	15	40	113
Longueur des mots	Unissyllabique	33 (100%)	19 (47,5%)	11	0	16 (37%)	3 (9,5%)	36 (59%)	15	7 (28%)		20 (44%)	0	5 (33%)	5 (33%)		51 (45%)
	Bissyllabique		15 (37,5%)	20	8 (50%)	21 (47%)	12 (37,5%)	18 (30%)	(8 à cause de l'essai en intervocalique)	15 (60%)		16 (36%)	0	5 (33%)	5 (33%)		45 (40%)
	Plurisyllabique		6 (15%)	5	8 (50%)	7 (16%)	17 (53%)	7 (11%)		3 (12%)		9 (20%)	18 (6 de 3 syllabes, 6 de 4 et 6 de 5 syllabes)	5 (33%)	5 (33%)		17 (15%)
Structure syllabique	Syllabe ouverte	27 (82%)	41 (62%)	41 (64%)	33 (82,5%)	48 (72%)	61 (64%)	57 (60%)	14 (93%)	38 (83%)	32	50 (80%)	52 (71%)	15	22		113 (63%)
	Autre		25 (38%)	23 (36%)	7 (17,5%)	19 (28%)	35 (36%)	37 (40%)	1 (7%)	8 (17%)		30 (20%)	21 (29%)	14	8		77 (37%)
	Présence de clusters	6	8	7	4	7	8	19	7	3	28	2	5	4	3		
Inventaire phonétique	Consonnes	Toutes les consonnes sont présentes en position initiale, mais pas d'exhaustivité dans les autres positions	Toutes les consonnes sont présentes en position initiale, mais pas d'exhaustivité dans les autres positions	Toutes les consonnes sont présentes en position initiale, mais pas d'exhaustivité dans les autres positions	Manque le /ʒ, ʝ, ɲ/ + Pas d'exhaustivité dans les positions	Toutes les consonnes sont présentes en position initiale, mais pas d'exhaustivité dans les autres positions	Manque le /g/ et /p/ + Pas d'exhaustivité en fonction des positions	Toutes les consonnes sont présentes, mais pas dans toutes les positions	Manque le /m, n, ɲ, j, w, ɥ/	Manque le /p/+ Pas d'exhaustivité en fonction des positions	Manque le /p/+ les semi-consonnes	Manque le /p/+ Pas d'exhaustivité en fonction des positions	Manque /p, ɥ/	Manque le /p/ et le /tj/+ Pas d'exhaustivité en fonction des positions	Manque le /k, ɲ, ɥ/	L'ensemble des phonèmes est représenté au moins deux fois dans chaque position	L'ensemble des phonèmes est représenté au moins deux fois dans chaque position
	Voyelles	Manque le /ɪ/ et le /œ/ + les consonnes ne sont testées qu'en contexte vocalique /a/	Manque le /œ, œ, v, w, ɥ/	Manque le /œ/	Manque le schwa et le /œ/	Manque le schwa et le /œ/	Manque le /œ/	Ne teste que le /a/	Manque le /ɔ, ə, o, œ, œ/	Ne teste que le /a/	Manque /ē, ā/	Manque /o, o/ utilisation des archiphonèmes	Manque le /e, j, o, ε, œ/	Manque le /œ, œ/	Manque le /œ, œ/	Manque le /œ, œ/	Manque le /œ, œ/
Support visuel	NA	Dessin sur fond blanc	Dessin de chimères sur fond colorés	Dessin de chimères sur fond colorés	Dessins sur fond blanc (sur ordi)	Dessins en noir et blanc	Dessins sur fond jaune	NA	Photos	NA	Photos	Répétition	Répétition	Idem	Dessin sur fond blanc	Photos et dessins sur fond colorés	

2.3. Méthodologie d'analyse

Traditionnellement, les orthophonistes se placent dans le cadre théorique de la phonologie naturelle, établie par Stampe (1973, cité par Bernhardt et Stoel-Gammon, 1994). Ce cadre d'analyse cherche à décrire les productions des enfants en termes de règles (ou de processus) : cette théorie suppose que les représentations sous-jacentes des enfants sont correctes mais que les processus, qui permettent d'aboutir à la forme phonétique du mot, sont immatures. L'analyse en phonologie naturelle s'attache à décrire indépendamment tous les processus immatures qui apparaissent dans chaque contexte de mot. Toutefois, cette modalité d'analyse des productions enfantines en termes de processus phonologiques est remise en cause. Lof (2002) indique que « *clinically, phonological processes are not always adequate to describe speech-sound errors so they may not be helpful in therapy planning.*¹⁰ » (p. 255). Nous allons détailler dans un premier point pourquoi l'analyse classique en processus phonologiques est limitée.

Les limites de l'analyse en termes de processus phonologiques (analyse classique)

L'analyse des productions enfantines est au cœur du travail de l'orthophoniste qui essaie d'avoir une vue globale du système phonologique de l'enfant. En effet, l'examen de la grammaire de l'enfant doit mettre en évidence ce qui manque dans son système mais également ce que l'enfant sait. Les résultats de cette démarche sont particulièrement utiles pour sélectionner les cibles de l'intervention, suivre l'évolution de l'enfant en réponse à la thérapie et prédire les patrons d'erreurs qui vont évoluer sans le traitement (Rvachew & Brosseau-Lapré, 2018, p. 285). Les orthophonistes utilisent communément les processus phonologiques pour décrire la grammaire de l'enfant (depuis les années 70). Ce type de description est fondé sur la théorie de phonologie naturelle qui découle du cadre génératif. Ce courant propose que l'individu dispose de représentations sous-jacentes, composées de phonèmes organisés de façon linéaire et comprenant un ensemble de traits distinctifs. Ces représentations sous-jacentes seraient transposées en forme phonétique par un ensemble de règles (Durand & Lyche, 2001). L'enfant aurait des représentations sous-jacentes et un système de règles semblables à celles de l'adulte (avec une hypothèse que les représentations et les règles soient innées). Cependant, ces règles seraient immatures et l'enfant devrait les éliminer pour que sa forme de sortie corresponde à celle des adultes. Par exemple, l'enfant qui réalise un effacement de consonne finale doit ajuster son système de règles pour ne plus produire cette simplification. De cette théorie, les processus phonologiques sont systématiques, c'est-à-dire que, en contexte segmental similaire, la règle s'applique nécessairement. Les orthophonistes cherchent donc à relever les patrons d'erreurs systématiques qui deviendront la cible de la thérapie, notamment en confrontant l'enfant à des paires minimales.

¹⁰ « D'un point de vue clinique, les processus phonologiques ne sont pas toujours adéquats pour décrire les erreurs des sons de parole et donc ne sont pas toujours utiles dans la construction du plan d'intervention. En définitive, ils recourent trop d'informations dans une seule dénomination qui n'est pas en réalité si descriptive. » (notre traduction)

Différentes critiques de ce système de description des productions enfantines se retrouvent dans la littérature. Tout d'abord, Dinnsen (2011) met en avant la notion de conspirations. Selon lui, « *a conspiracy is identified by multiple processes working together in a language to achieve the same end.*¹¹ » (p. 969). Un ensemble de processus phonologiques peut être induit par le même objectif latent. La description par règles ne permettrait pas d'obtenir une vision unifiée de la grammaire de l'individu car elle ne fait pas ressortir cet objectif latent (Dinnsen, 2011, Kager, 1999, p.56). Cette critique va de pair avec la remise en cause de la systématisme des patrons d'erreurs. En effet, dans les grammaires enfantines les patrons d'erreurs systématiques ne sont de loin pas les plus fréquents. Certain.e.s chercheur.se.s ont tenté de donner des lignes directrices pour pallier ce problème du manque de récurrence des patrons d'erreurs. Par exemple, McReynolds et Elbert (1981) indiquent qu'un processus phonologique doit être pris en compte dans l'analyse s'il est présent dans au moins 20% des mots du corpus susceptibles d'engendrer la transformation en question. Cependant, même ce type de recommandation n'a pas de réalité clinique. Brosseau-Lapré et al (2018), en présentant le cas clinique d'enfant avec un trouble phonologique sévère, affirment que « *les fréquences d'occurrence de tous les patrons, exception faite de l'antériorisation et de la réduction des groupes consonantiques, se situent bien en deçà de la ligne directrice de 20%* » (p. 10). Ce manque d'unicité dans l'analyse par patrons d'erreurs a nécessairement des conséquences dans le choix des cibles en thérapie : on vise les patrons d'erreurs fréquents et on les travaille les uns après les autres (Bernhardt et Stoel-Gammon, 1994). Le manque de vision globale peut avoir des conséquences dans l'évolution de l'enfant et la généralisation des acquis (Dinnsen & O'Connor, 2001). Cette idée est soutenue par Dinnsen (2011): « *treatment aimed at the suppression of any one of the individual rules should not have necessary impact on any of the other rules.*¹² » (p. 971). Une deuxième critique des patrons d'erreurs concerne le manque de précision des labels. En effet, certain.e.s auteur.e.s indiquent que ceux-ci ne sont pas assez descriptifs (Rvachew et Brosseau-Lapré, 2018, Brosseau-Lapré et al., 2018, Lof, 2002). L'exemple souvent cité est celui de l'étiquette 'réduction de groupe consonantique' qui comprend à la fois des erreurs dans les suites consonantiques, des omissions du premier segment, des omissions du second segment et des substitutions. Pourtant, bien que le label soit le même, on peut légitimement penser que cela n'équivaut pas à la même difficulté. Une dernière limite, décrite par Bernhardt et Stoel-Gammon (1994) remet en cause l'évolution décrite par Stampe qui suppose que l'enfant élimine progressivement ses processus phonologiques. D'après ces auteures, ce type d'approche va à l'encontre du principe d'acquisition où l'enfant progresserait d'un système plus simple vers un système plus complexe. Cet argument tend également à remettre en cause la notion d'innéité des formes et des règles phonologiques. Mis ensembles, ces trois arguments démontrent que les

¹¹ « Une conspiration est caractérisée par un ensemble de processus œuvrant ensemble dans une grammaire pour parvenir au même objectif. » (notre traduction)

¹² « Les traitements visant à la suppression d'une des règles n'auront pas d'incidence sur les autres règles. » (notre traduction)

processus phonologiques semblent être un outil utile et utilisé en clinique mais qu'ils sont limités dans les hypothèses explicatives aux productions enfantines qu'ils proposent et ne permettent pas d'établir de lignes directrices réellement pertinentes pour l'intervention.

L'approche non-linéaire

Cette approche se définit comme alternative à la description par patrons d'erreurs. Ce cadre théorique repose sur deux postulats. Le premier a trait à l'existence et à l'interaction de différents niveaux de représentation phonologique, à savoir la phrase phonologique, le mot, le pied, la syllabe, le segment et les traits phonologiques. Contrairement aux perspectives linéaires qui affirment que les éléments phonologiques sont situés dans le même plan, l'approche non-linéaire considère que l'organisation des éléments phonologiques est hiérarchique : c'est-à-dire que chaque composante phonologique est reliée à des informations de niveau supérieur ou inférieur. Ces différents niveaux détiennent une certaine autonomie, c'est-à-dire que les représentations dans les différents niveaux et leur fonction sont indépendantes du fonctionnement des niveaux supérieurs ou inférieurs (Bérubé et al., 2013). Le second principe de l'analyse multilinéaire repose sur le fait que la représentation sous-jacente de l'enfant peut être différente de celle de l'adulte. En effet, la phonologie multilinéaire considère que l'enfant dispose d'un gabarit fonctionnel et sous-spécifié qu'il/elle va faire progresser pour atteindre la cible adulte (Vihman, 1996, Wauquier-Gravelines, 2005). Cela intègre une conception selon laquelle le développement langagier est graduel et additif. Bernhardt et Stoel-Gammon (1994) proposent que l'enfant préciserait d'abord les niveaux prosodiques les plus hauts (le mot) puis irait vers les niveaux les plus bas (les traits segmentaux). Dans ce cadre d'une analyse multilinéaire, les productions des enfants peuvent différer de la cible adulte pour trois raisons principales : (1) la représentation sous-jacente de l'enfant serait différente de celle de l'adulte (exemple 1, figure 1), (2) certains niveaux supérieurs des représentations phonologiques seraient dissociés ou supprimés (exemple 2, figure 1) et (3) un trait segmental pourrait se propager à un autre segment (exemple 3, figure 1).

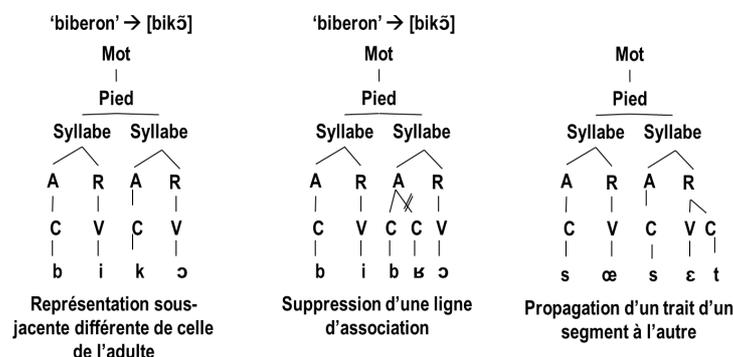


Figure 7: Interprétation de différents types de production des enfants dans le cadre de la phonologie non-linéaire.

Rvachew et Brosseau-Lapr  (2018) affirment que « *the analysis provides a more systematic and complete description of the child's underlying and productive phonological knowledge.*¹³ » (p. 286). Ainsi, il semblerait que cette modalité d'analyse se donne avant tout comme objectif de décrire la structuration et la maturation des formes sous-jacentes (Brosseau-Lapr  et al., 2018).

L'approche en théorie d'optimalité

Nous nous sommes également intéressées à l'approche en théorie d'optimalité (OT dans le texte) car un aspect central de ce modèle théorique est l'absence de règle : il n'y a pas de règle de dérivation ou de transformation qui régirait l'interface phonologie-phonétique. « *Toute notion de dérivation et d'opération se voit éliminée au profit d'un ensemble de contraintes qui font partie de la grammaire universelle et qui permettent la définition des représentations.* » (Durand & Lyche, 2001, p. 128). Dans cette perspective, on ne parle plus de représentations sous-jacentes et de réalisation de surface, quoique leur existence soit admise, mais on utilise les termes de « forme d'input » et « de forme d'output » (Barlow & Gierut, 1999). Et ce ne sont pas des règles qui commandent la relation entre l'input et l'output mais l'agencement hiérarchique et l'interaction des contraintes (contraintes de marque et contraintes de fidélité). C'est l'interaction conflictuelle des contraintes qui explique la forme d'output observée (Durand & Lyche, 2001, Hayes, 2004, Farris-Trimble, 2014). Les contraintes peuvent être transgressées mais le candidat sélectionné en output doit en satisfaire le maximum – ou en enfreindre le minimum (Kager, 1999). En acquisition, l'OT considère que l'enfant dispose de façon innée des contraintes mais doit apprendre la hiérarchie spécifique de sa langue. Il doit réorganiser son système de contraintes qui, à un stade précoce d'acquisition, est dominé par les contraintes de marque. « *However, over time, a child's system must change to approximate the target language. This entails a reranking of constraints, with demotion of the higher ranked markedness constraints below certain faithfulness constraints.*¹⁴ » (Barlow & Gierut, 1999, p. 1487). Certain.e.s auteur.e.s proposent d'établir des stades de d'acquisition rendant compte des étapes de réorganisations des contraintes (James, 2006, sur les mots polysyllabiques, James et al., 2008). Une question corollaire est de savoir quelles sont les stratégies que les apprenants mettent en place pour découvrir le classement de contraintes de leur langue. Tesar et Smolensky (1993, cités par Kager 1999) ont développé un algorithme (« *The constraint demotion algorithm* ») qui parvient, à partir des preuves positives, à déduire le classement de contraintes. En effet, il serait possible, en prenant en compte les formes d'output disponibles dans l'environnement, d'extraire l'information des contraintes qui sont transgressées et de réorganiser son système de contraintes. D'un point de vue clinique, l'OT, de la même façon que l'analyse multilinéaire, se positionne comme une alternative à l'analyse par processus phonologiques. L'OT,

¹³ «L'analyse fournit une description plus systématique et complète des connaissances phonologiques sous-jacentes de l'enfant. » (notre traduction)

¹⁴ «Cependant, au fil du temps, le système d'un enfant doit changer pour se rapprocher de la langue cible. Cela implique un réagencement des contraintes, avec une rétrogradation des contraintes de marque, qui étaient auparavant classées plus hautes, sous certaines contraintes de fidélité. » (notre traduction)

intrinsèquement, rejette l'utilisation des règles phonologiques. L'analyse en OT semble pertinente pour la compréhension des conspirations. En effet, à la différence des modèles fondés sur les règles dans lesquels chaque variation dans la forme de surface est reliée à un processus, l'OT propose que les formes d'output soient le résultat de l'organisation hiérarchique des contraintes. Ce positionnement permet d'extraire une compréhension unifiée des différents processus phonologiques. « *To capture the unifying generalization that accounts for the different responses to these processes, we will need to appeal to the constraints and constraint hierarchy*¹⁵ » (Dinnsen, 2011, p. 271). L'idée est que les différents patrons d'erreurs peuvent être reliés par la nécessité de satisfaire une contrainte de marque, voire de fidélité, placée en haut dans la hiérarchie (Dinnsen, 2011, Farris-Trimble, 2014). Les implications cliniques de cette vision intégrative sur le choix des cibles en thérapie sont majeures. En abandonnant une intervention ciblant séparément chaque patron d'erreur, l'OT permet d'intervenir sur les contraintes de marque à rétrograder. Barlow (2001) décrit le travail de l'orthophoniste de cette façon : « *the clinician's job is to select targets that induce the demotion of high-ranking markedness constraints.*¹⁶ » (p. 252). Cette perspective dans le choix des cibles, qui diffère fortement d'une approche plus classique, permettrait plus facilement de généraliser les acquis vers des sons non travaillés en séance. Dinnsen et Gierut (2008) présentent une étude de cas auprès d'un enfant de 4;11 ans présentant un retard phonologique. Les auteur.e.s réalisent une analyse des productions de l'enfant en OT et choisissent de travailler en thérapie la contrainte de marque placée en haut de la hiérarchie des contraintes (*Affriqués). Leurs résultats montrent qu'après 19 heures de thérapie, les progrès de l'enfant se généralisent sur des mots et des patrons d'erreurs non travaillés en séance. Cela sous-entendrait qu'en ciblant cette contrainte de marque qui unifiait les différents patrons d'erreur, il est possible de faire évoluer globalement le système phonologique de l'enfant. Les auteur.e.s concluent que « *while treatment focused on Deaffrication alone, the eradication of that error pattern also resulted in the complete suppression of Consonant Harmony (even though it was not directly treated)*¹⁷. » (p. 149). Ainsi, l'approche en OT apparaît comme intéressante pour avoir une compréhension globale et intégrative des patrons d'erreurs, sans pour autant apporter une hypothèse sur les formes sous-jacentes (ou forme d'input). Cette perspective semblerait avoir des implications favorables dans le choix des cibles en intervention. Toutefois, McLeod et Baker (2017, p. 164) font remarquer que davantage d'études sur l'efficacité d'évaluation et de traitement en OT sont nécessaires pour qu'une réelle application clinique soit possible.

Notre réflexion en cours pour l'analyse linguistique des productions enfantines

¹⁵ « Pour capturer une description générale et unifiée qui rend compte des différentes réponses à ces processus, il faudra faire appel à la notion de contrainte et à la hiérarchie des contraintes » (notre traduction)

¹⁶ « le travail du/de la clinicien.ne consiste à sélectionner des cibles qui provoquent la rétrogradation des contraintes de marque de haut rang. » (notre traduction)

¹⁷ « Alors que le traitement se concentrait seulement sur la Desaffrication, la suppression de ce patron d'erreur a également entraîné la suppression complète de l'Harmonie Consonantique (même si ce patron n'avait pas été traité directement). » (notre traduction).

Un modèle d'analyse phonologique adéquat pour la pratique orthophonique doit : (a) permettre d'établir le diagnostic de l'enfant, (b) décrire les forces et les faiblesses de l'enfant dans son processus de traitement de parole, (c) établir les cibles d'intervention, (d) prédire la généralisation des acquis. En regard des limites de l'analyse classique en processus phonologiques, la question qui se pose est celle de savoir quelle alternative pourrait être pertinente en clinique. Notre mise en perspective de l'approche multilinéaire et de celle en OT fait ressortir que chacune des deux théories pourrait apporter des informations appropriées. Notre réflexion est que l'analyse multilinéaire semble apporter davantage d'informations sur la spécification des représentations phonologiques, et donc d'établir un diagnostic plus fiable, alors que l'analyse en OT permettrait un meilleur choix de cibles favorisant une vision globale du système de l'enfant et permettant une meilleure généralisation des acquis. La tâche de dénomination proposée dans la batterie EULALIES peut être analysée dans une perspective non-linéaire, permettant ainsi d'analyser les patrons qui fonctionnent ensemble pour faciliter le choix des cibles en intervention. EULALIES propose une grille d'observation permettant facilement aux clinicien.ne.s de réaliser une analyse des productions des enfants dans le cadre multilinéaire et de faire ressortir les contraintes sur lesquelles il faudra faire levier pour faire évoluer le système de l'enfant.

2.4. Construction de la tâche de dénomination de EULALIES

Comme nous l'avons décrit précédemment, la tâche de dénomination peut conduire à dépendre des portraits phonologiques des enfants en fonction des variables des stimuli (Eisenberg et Hitchcock, 2010 ; Kirk et Vigeland, 2015 ; Macrae, 2017). Dans cette partie, nous décrivons les choix méthodologiques qui ont été faits pour construire la tâche EULALIES. Il y a deux versions à cette tâche : la version française et la version québécoise.

L'objectif théorique

Cette tâche de répétition de pseudomots EULALIES rentre dans l'objectif global de la batterie de test, à savoir l'évaluation des enfants avec un Trouble du Développement des Sons de Parole. Plus spécifiquement, l'objectif de cette tâche est double : (1) contribuer à l'objectivation un déficit du développement des sons de la parole chez les enfants monolingues francophones et multilingues, et (2) identifier les mécanismes psycholinguistiques déficitaires et aider au diagnostic différentiel entre les sous-types de TDSP.

Interprétation psycholinguistique

La tâche de dénomination de EULALIES s'inscrit dans la perspective psycholinguistique de Stackhouse et Wells (2007) et Terband et al. (2019). Nous considérons que cette tâche évalue la qualité des représentations phonologiques lexicales, en particulier la portion des connaissances articulatoires (Munson et al. 2005). L'objectif principal de cette tâche est de tester la spécification des représentations phonologiques.

La tâche peut être couplée à la tâche de jugement de lexicalité pour envisager à la fois les connaissances articulatoires mais aussi les connaissances perceptuelles des représentations phonologiques lexicales. Ce sont les mêmes items proposés en dénomination et en jugement de lexicalité. Ainsi, l'orthophoniste peut facilement comparer la précision des connaissances articulatoires avec les connaissances perceptuelles.

La tâche de dénomination peut également être couplée avec la tâche de répétition de pseudomot. En effet, il est possible de comparer la constance de production des sons de parole lors de la dénomination et lors de la répétition de pseudomots. Un manque de constance au niveau des segments peut être le marqueur d'une dyspraxie verbale (Iuzzini-Seigel et al. 2017).

Variables des stimuli

La tâche que nous avons construite comprend différentes variables qui ont été choisies pour deux raisons principales : (1) permettre à l'orthophoniste de construire un portrait phonologique complet de l'enfant et (2) défier le système de parole de l'enfant pour maximiser l'identification des enfants avec un TDSP.

- **Distribution des segments de la langue**

La tâche contient l'ensemble des segments du français (voyelles et consonnes) dans au minimum deux positions dans le mot. Cette distribution des segments permet à l'orthophoniste d'investiguer le répertoire phonétique et phonémique de l'enfant avec exhaustivité.

Tableau 12: Distribution segmentale de la tâche de dénomination EULALIES version française

	Initiale de mots	Médiane de mots	Finale de mots
p	pieuvre - poisson - pyjama - peigne -	hippopotame - aspirateur - capuche -	enveloppe
t	tigre - toboggan - téléphone - tomate	voiture - bibliothèque - hippopotame - menton - locomotive - aspirateur - citron - dentiste - couverture - stade - ordinateur -	chaussette - dentiste - fourchette - tomate - yaourt -
k	crocodile - capuche - couverture - camion	médicament - chocolat - locomotive - escargot - crocodile - docteur	bibliothèque
b	biberon - bonhomme	zèbre - biberon - toboggan - hibou	robe - jambe -

d	déguisement - dentiste - docteur	médicament - crocodile - ordinateur -	stade -
g	grenouille - gare - griffe	tigre - escargot - déguisement - toboggan	langue -
f	fourchette - farine - fraise -	éléphant - téléphone - uniforme	œuf - griffe
s	citron - cinéma - ciseaux - stade -	chaussette - escargot - aspirateur - poisson - dentiste	ours - rhinocéros
ʃ	chaussette - chocolat -	fourchette - machine à laver -	
v	voiture	livre - pieuvre - couverture - enveloppe - avion	locomotive
z	zèbre	déguisement - ciseaux - oiseau -	fraise -
ʒ	jambe -	pyjama	neige
ʁ	robe -	grenouille - biberon - escargot - aspirateur - crocodile - citron - griffe - couverture - couverture - uniforme - farine - fraise - araignée - ordinateur -	voiture - livre - zèbre - zèbre - gare - couverture - docteur - ordinateur -
m	médicament - menton - main - machine à laver	médicament - locomotive - déguisement - cinéma - camion - tomate - pyjama -	aquarium - hippopotame - bonhomme - uniforme -
n	neige -	grenouille - bonhomme - cinéma - ordinateur - machine à laver -	téléphone -
l	livre - locomotive - loup - langue -	éléphant - bibliothèque - chocolat - téléphone - enveloppe -	crocodile -
ɲ		araignée -	peigne -
a	aquarium - aspirateur - avion - araignée -	médicament - hippopotame - escargot - capuche - gare -	chocolat - cinéma - pyjama -

		camion - voiture - poisson - stade - pyjama -	
e	éléphant - hélicoptère - électricien -	médicament - déguisement - cinéma - téléphone - araignée -	araignée - oreiller - machine à laver -
ε	escargot - extraterrestre -	bibliothèque - zèbre - chaussette - neige - peigne -	
œ	œuf -	pieuvre - aspirateur -	
ø	euro	grenouille -	
o	oreiller	bibliothèque - chocolat - hippopotame - locomotive - bonhomme - crocodile - toboggan -	escargot - oiseau
o	ordinateur -	bonhomme - téléphone - aquarium - robe -	
i	hippopotame - hibou -	tigre - médicament - déguisement - biberon - livre - bibliothèque - locomotive - cinéma - citron - aspirateur - crocodile - cinéma - dentiste - griffe - ciseaux - uniforme - farine - pyjama -	
u	ours	grenouille - couverture - fourchette -	loup - hibou -
y	uniforme -	voiture - capuche - couverture -	
ã	enveloppe -	menton - dentiste - langue - jambe -	éléphant - toboggan - médicament - déguisement -
õ	ongle		menton - biberon - poisson - citron - avion - camion -
ẽ	indien		main - électricien
w	oiseau -	voiture - aquarium - poisson -	

j	yaourt -	pieuvre - avion - camion - oreiller - électricien -	grenouille -
ɥ			parapluie - nuit

Tableau 13: Distribution segmentale de la tâche de dénomination EULALIES version québécoise.

	Initiale de mots	Médiane de mots	Finale de mots
p	pyjama - pâté chinois -	épicerie - hippopotame - champignon - hélicoptère -	enveloppe -
t/tʃ	téléphone -	bibliothèque - montagne - ustensile - ordinateur - vétérinaire - hippopotame - hélicoptère - citron - pâté chinois - ventilateur -	débarbouillette -
k	kangourou -	extraterrestre - aquarium -	bibliothèque -
b	bibliothèque -	bibliothèque - débarbouillette -	garde-robe
d/dʒ	débarbouillette -	ordinateur - garde-robe - jardin -	glissade -
g	glissade - griffe - garde- robe	yogourt - kangourou -	langue -
f	fève - fraise -	téléphone - infirmière -	griffe -
s	citron -	glissade - épicerie - ustensile - extraterrestre - rhinocéros -	ours - rhinocéros -
ʃ	champignon - cheveu	pâté chinois -	niche -
v	vétérinaire - ventilateur -	enveloppe - cheveu -	fève -
z	zèbre -	oiseau -	fraise -
ʒ	jardin -	pyjama -	nuage -
ʁ	rhinocéros -	épicerie - ordinateur - oreiller - vétérinaire - kangourou - débarbouillette - garde- robe - extraterrestre - rhinocéros - aquarium - jardin -	infirmière - yogourt - ordinateur - zèbre - vétérinaire - extraterrestre - hélicoptère - ventilateur -

m	montagne -	infirmière - pyjama -	hippopotame - aquarium -
n	niche - nuage -	ordinateur - rhinocéros - pâté chinois -	téléphone -
l	langue -	enveloppe - téléphone - éléphant - ventilateur -	huile - ongle - ustensile -
ɲ		champignon -	montagne -
a	aquarium -	glissade - montagne - oiseau - nuage - ordinateur - hippopotame - pyjama - débarbouillette - garde- robe - extraterrestre - ventilateur -	pyjama - pâté chinois -
e	épicerie - éléphant - hélicoptère -	téléphone - vétérinaire - débarbouillette - extraterrestre - rhinocéros -	oreiller -
ɛ	extraterrestre -	bibliothèque - fève - fraise - neige - vétérinaire - débarbouillette - extraterrestre - hélicoptère -	
œ	œil -	ordinateur - ventilateur -	
ø		enveloppe - épicerie - garde-robe - cheveu	cheveu
o	oreiller -	bibliothèque - infirmière - ustensile - oreiller - hippopotame -	oiseau -
ɔ	ordinateur -	enveloppe - téléphone - garde-robe - rhinocéros - aquarium - hélicoptère -	
i/I	hippopotame -	bibliothèque - glissade - griffe - niche - épicerie huile - infirmière - hippopotame - pyjama - champignon - rhinocéros - hélicoptère - pâté chinois -	épicerie -

u	ours	kangourou -	kangourou -
y/ʏ	ustensile -		
ã	enveloppe - champignon -	langue - ustensile - kangourou - ventilateur -	éléphant -
õ	ongle -	montagne -	champignon - citron -
ê	infirmière -		jardin -
w	oiseau -	aquarium - pâté chinois -	
j	yogour -	oreiller - débarbouillette - aquarium -	œil -
ɥ	huile -	nuage -	

- Longueur syllabique et fréquence lexicale

La tâche de dénomination comprend des stimuli qui varient d'une à quatre syllabes. En effet, les enfants avec un TDSP semblent particulièrement sensibles à l'effet de longueur (James, 2006 ; Masso et al. 2016). Les mots polysyllabiques permettraient d'identifier les enfants avec TDSP à risque de développer des difficultés au niveau du langage écrit. Nous nous attendons à ce que tous les enfants aient davantage de difficultés sur les mots polysyllabiques que les mots mono- ou bi-syllabiques mais les enfants avec un TDSP pourraient être encore plus déficitaires.

Egalement, comme la tâche de dénomination de EULALIES n'a pour seul objectif que de tester les représentations phonologiques et non pas le vocabulaire expressif, nous avons opté pour des items imageables avec une haute fréquence d'occurrence. Le calcul des fréquences lexicales a été réalisé à partir de la base de données MANULEX (Lété, Sprenger-Charolles & Colé, 2004), qui fournit des listes de fréquences de mots non lemmatisés et lemmatisés calculées à partir des 1,9 million de mots extraits de 54 manuel scolaires français d'école primaire. Ici, est indiqué l'indice de fréquence standard, qui est décrit comme une manière simple et pratique d'indiquer les comptes de fréquence. Un mot ou un lemme avec un SFI de 70 est censé se produire une fois tous les 1000 mots, un avec un SFI de 60 est censé se produire tous les 10 000 mots. Il n'existe pas d'équivalent de cette base de données pour les enfants québécois. Toutefois, nous avons réalisé quatre tests-pilotes auprès d'enfants québécois pour valider leur connaissance des items et le choix des images et nous avons pris les avis de deux orthophonistes québécois·es. Ces deux mesures couplée aux données disponibles sur MANULEX tendent à indiquer que les mots choisis sont fréquents.

Tableau 14: Longueur syllabique et fréquence lexicale des items de la tâche de dénomination EULALIES version française

1 syllable	2 syllables	3 syllables	4 syllables
------------	-------------	-------------	-------------

Items	Fréquence lexicale	Items	Fréquence lexicale	Items	Fréquence lexicale	Items	Fréquence lexicale
fraise	60.54	avion	63.71	aquarium	53.47	aspirateur	53.26
gare	61.70	biberon	55.87	chocolat	66.50	bibliothèque	56.04
griffe	36.25	bonhomme	61.04	cinéma	62.01	extraterrestre ^a	–
huile	57.25	camion	62.07	couverture	53.85	hélicoptère	57.34
jambe	59.13	capuche	35.74	crocodile	61.74	hippopotame	55.97
langue	60.56	chaussette	45.86	déguisement	42.59	locomotive	56.85
livre	67.85	ciseaux	58.79	éléphant	64.20	machine à laver	60.72
loup	67.13	citron	61.01	escargot	56.74	médicament	51.29
main	66.05	dentiste	55.35	oreiller	57.88	ordinateur	51.35
neige	67.41	docteur	55.98	parapluie	60.36	rhinocéros	51.04
œuf	65.07	euro ^a	–	pyjama	58.64	supermarché	53.48
ongle	54.56	enveloppe	60.70	téléphone	63.31	ventilateur ^a	–
ours	68.08	farine	63.61	toboggan	52.65	vétérinaire	45.98
peigne	58.88	fourchette	55.13	uniforme	50.77		
pieuvre	31.86	grenouille	61.11				
robe	64.10	hibou	59.30				
stade	46.06	indien	56.33				
tigre	59.27	menton	57.19				
zèbre	60.80	poisson	68.65				
		tomate	56.75				
		voiture	68.79				
		yaourt	57.36				

--	--	--	--

Tableau 15: Longueur syllabique et fréquence lexicale des items de la tâche de dénomination EULALIES version québécoise

1 syllable		2 syllables		3 syllables		4 syllables	
Items	Fréquence lexicale	Items	Fréquence lexicale	Items	Fréquence lexicale	Items	Fréquence lexicale
fèves	39,67	montagne	62,87	oreiller	53,21	hippopotame	53,86
griffe	43,11	docteur	60,61	épicerie	48,53	hélicoptère	53,99
niche	54,53	nuage	59,08	pyjama	53,43	pâté chinois	NA
huile	56,55	hibou	56,83	kangourou	54,40	débarbouillette	NA
oeil		citron	54,94	ustensile	44,66	éléphant	62,18
fraise	54,62	jardin	65,39	garde-robe	41,85	aspirateur	50,19
neige	64,75	yogourt	NA	champignon	54,11	ventilateur	43,62
langue	61,44	menton	54,88	infirmière	52,05	extraterrestre	18,88
zèbre	54,43	glissement	NA	aquarium	52,55	rhinocéros	53,56
pieuvre	46,43	oiseau	65,82	crocodile	59,07	ordinateur	56,86
ours	64,24	enveloppe	55,82	téléphone	60,05	bibliothèque	57,47
livre	65,76			chocolat	61,76	vétérinaire	49,68
ongle	49,76						

La présentation

Les items sélectionnés pour la tâche de dénomination ont été inclus dans une présentation PowerPoint, dans un ordre aléatoire. Pour que la procédure soit adaptée aux enfants, le test comprend des diapositives de renforcement positif.

Si l'enfant ne parvient pas à dénommer le mot spontanément, trois niveaux d'aide sont offerts : (1) une amorce sémantique, (2) une amorce phonologique, (3) en répétition immédiate. Les indices sont fournis en tableau 16.

Tableau 16: Amorçage sémantique et ébauche orale pour la tâche de dénomination de EULALIES version française

Stimuli	Amorçage sémantique	Ebauche orale
Essai		
Le chien	C'est un animal qui fait "ouaf-ouaf", c'est le ...	C'est le ch...
Le piano	On appuie sur ses touches et ca fait de la musique, c'est le...	C'est le pi
La goutte	C'est une petite quantité d'eau qui reste quand on ferme le robinet, c'est la...	C'est la g...
Test		
L'oreiller	On pose sa tête dessus quand on dort dans un lit, c'est...	C'est l'o...
La locomotive	C'est la machine qui tire les autres wagons du train, c'est la...	C'est la l...
L'hippopotame	C'est un gros animal qui vit en Afrique et qui marche dans l'eau, c'est...	C'est l'hi...
L'indien	C'est une personne qui vit en Amérique et qui porte des coiffures avec des plumes, c'est...	C'est l'in...
La griffe	C'est ce qui est pointu au bout des pattes de certains animaux, c'est la...	C'est la g...
La jambe	C'est la partie du corps qui permet aux humains de marcher, c'est la ... Possibilité de pointer ses jambes	C'est la j...
Le docteur	C'est la personne qui soigne quant on est malade, c'est le...	C'est le d...
L'hélicoptère	C'est un objet qui permet de voler avec 4 grandes pales, c'est...	C'est l'hé
La machine à laver	On lave les habits avec, c'est la ...	C'est la m...
Le supermarché	C'est grand magasin où on achète des aliments, c'est le...	C'est le s...
L'huile	C'est du gras qui permet de cuisiner, c'est de...	C'est l'hu
Le pyjama	C'est le vêtement qu'on porte pour dormir, c'est le...	C'est le p...
Le peigne	Ça sert à démêler les cheveux, c'est le...	C'est le p...
La farine	C'est la poudre blanche qui permet de faire les gâteaux et le pain, c'est la ...	C'est la f...
L'œuf	C'est ce qu'on trouve dans le nid des oiseaux, c'est...	C'est l'oe...
Le poisson	C'est un animal qui vit dans l'eau et qui a des nageoires, c'est le ...	C'est le p...
Le déguisement	C'est un costume qu'on porte pour carnaval ou pour halloween, c'est le...	C'est le d...
La fourchette	C'est un ustensile avec lequel on mange, c'est la...	C'est la f...
Le tigre	C'est un animal sauvage qui ressemble à un très gros chat et qui a des rayures, c'est le...	C'est le t...
Le hibou	C'est un oiseau qui vit la nuit et qui fait "hou-hou", c'est le...	C'est le hi...
L'escargot	C'est un animal qui a une coquille et qui sort quand il pleut, c'est ...	C'est l'è...
Le médicament	C'est la pilule qu'on prend lorsqu'on est malade, c'est le...	C'est le m...

L'uniforme	Ce sont les habits tous pareils que portent les pompiers, les policiers et certains écoliers, c'est...	C'est l'u...
Le citron	C'est un aliment jaune et acide, c'est le...	C'est le c...
La neige	C'est des flocons qui tombe du ciel quand il fait froid, c'est la...	C'est la n...
La main	C'est la partie qui est au bout du bras et qui a 5 doigts, c'est la...	C'est la m...
La capuche	C'est la partie d'un manteau ou d'un gilet qui peut se mettre sur la tête, c'est la...	C'est la c...
Le parapluie	C'est un objet qui permet de se protéger de la pluie, c'est le...	C'est le p...
La chaussette	C'est un petit vêtement qui s'enfile sur le pied, c'est la...	C'est la ch...
L'avion	C'est un moyen de transport qui permet de voler, c'est ...	C'est l'a...
Le biberon	C'est un objet avec une tétine qui permet de donner le lait au bébé, c'est le ...	C'est le b...
La grenouille	C'est un animal qui saute et qui fait "quoi-quoi", c'est la ...	C'est la g...
L'éléphant	C'est un gros animal qui vit en Afrique et qui a une trompe, c'est ...	C'est l'é...
L'aspirateur	C'est un appareil qui sert à faire le ménage et à ramasser les poussières, c'est ...	C'est l'a...
Le camion	C'est un gros véhicule, c'est le...	C'est le c...
Le bonhomme	C'est un dessin qui représente un humain, c'est le...	C'est le b...
Le yaourt	C'est un aliment avec du lait qu'on mange à la fin des repas, c'est le...	C'est le ya...
L'aquarium	C'est le réservoir où on peut garder les poissons, c'est ...	C'est l'a...
La langue	C'est ce qu'il y a dans la bouche, c'est la...	C'est la l...
Le menton	C'est la partie du visage sous la bouche, c'est le...	C'est le m...
Le zèbre	C'est un animal d'Afrique qui ressemble à un cheval mais qui a des rayures, c'est le...	C'est le z...
Le ventilateur	C'est un appareil qui sert à faire du vent quand on a chaud, c'est le ...	C'est le v...
L'extraterrestre	C'est un habitant d'une autre planète, c'est...	C'est l'è...
La tomate	C'est un aliment rouge et rond qu'on mange en salade, c'est la...	C'est la t...
L'euro	C'est le nom des pièces qu'on utilise pour payer, c'est...	C'est l'eu...
La couverture	C'est un tissu qui sert à tenir chaud dans le lit, sur les draps, c'est la...	C'est la c...
Le rhinocéros	C'est un gros animal qui a une corne au bout du nez, c'est le...	C'est le r...
Le dentiste	C'est la personne qui soigne les dents et les caries, c'est le...	C'est le d...

La pieuvre	C'est un animal qui vit dans l'eau et qui a des tentacules avec des ventouses, c'est la...	C'est la pi...
L'ours	C'est un animal qui vit dans les forêts et qui dort tout l'hivers, c'est...	C'est l'ou...
La gare	C'est le lieu où on prend le train, c'est la ...	C'est la g...
Le livre	C'est un objet avec des pages et qui raconte une histoire, c'est le...	C'est le l...
L'ordinateur	C'est l'objet qui permet d'aller sur internet, écrire des textes et jouer à des jeux, c'est ...	C'est l'o...
Le crocodile	C'est un animal vert qui a une grande bouche avec des dents et qui vit dans les rivières, c'est le...	C'est le c...
Les ciseaux	C'est l'objet qui permet de découper du papier, c'est les...	C'est les c...
La bibliothèque	C'est le lieu où l'on trouve beaucoup de livre qu'on peut emprunter, c'est la...	C'est la b...
Le téléphone	C'est un objet qui permet d'appeler d'autres personnes, c'est le...	C'est le t...
La robe	C'est un habit souvent porté par les filles, c'est la...	C'est la r...
L'enveloppe	C'est une pochette de papier pour mettre une lettre dedans, c'est ...	C'est l'en...
Le stade	C'est le lieu où on peut voir des match de sport, c'est le...	C'est le s...
Le toboggan	C'est un jeu où les enfants peuvent glisser, c'est le...	C'est le t...
Le cinéma	C'est la salle où on peut voir des films sur un grand écran, c'est le...	C'est le c...
L'ongle	C'est ce qu'on a au bout des doigts, c'est...	C'est l'on...
Le chocolat	C'est un aliment sucré qui vient du cacao et qu'on trouve souvent en tablette, c'est le...	C'est le ch...
La voiture	C'est un véhicule qui roule sur des routes, c'est la...	C'est la v...
La fraise	C'est un fruit rouge, c'est la...	C'est la f...
Le loup	C'est un animal qui vit en meute dans la forêt et qui fait "ahou", c'est le...	C'est le l...
Le vétérinaire	C'est la personne qui soigne les animaux, c'est le...	C'est le v...

3. Description et justifications méthodologiques de la tâche de répétition de pseudomots

La répétition de pseudomots met en jeu l'ensemble des processus de traitement de la parole (Snowling, 1981). Elle implique de percevoir l'item, de le maintenir en mémoire suffisamment longtemps pour activer les programmes moteurs correspondants aux informations perceptives reçues et finalement de produire le pseudomot. Cette tâche est largement étudiée en recherche et utilisée en clinique pour deux raisons principales. Premièrement, elle est considérée comme un puissant marqueur de trouble du langage (pour une méta-analyse voir Grad Estes, Evans & Else-Quest, 2007). En effet, la tâche de répétition de pseudomots démontre des seuils de spécificité et de sensibilité très intéressants pour l'identification des enfants avec des Troubles du langage (Thordardottir et al., 2011 chez les enfants franco-québécois). Deuxièmement, la répétition de pseudomots est intrinsèquement reliée à l'acquisition du vocabulaire et au développement langagier général. De nombreuses études ont mis en évidence des corrélations entre le score à la tâche de répétition de pseudomots et la taille du vocabulaire ou l'habileté à apprendre des nouveaux mots (Gathercole et al., 1994; Gray, 2004; Roy et Chiat, 2004; Archibald et Gathercole, 2006; Parra et al., 2011; Adlof et Patten, 2016; Chiat et Polišenská, 2016). L'idée sous-jacente est que répéter des mots qui n'existent pas, imiterait, en situation expérimentale, la façon dont l'enfant apprend des nouveaux mots (Gathercole et al., 1994).

Si les intérêts en recherche et en clinique pour la tâche de répétition de pseudomots sont grands, les facteurs qui influencent sa réussite restent mal compris. Pourtant, quantifier les mécanismes psycholinguistiques prédisant la performance en répétition de pseudomots permettrait d'envisager le fonctionnement langagier de l'enfant avec un trouble du langage et de la parole et celui de l'enfant typique.

3.1. Synthèse des facteurs phonologiques influençant la tâche de répétition de pseudomots

Originellement, la tâche de répétition de pseudomots a été considérée comme une mesure pure de la mémoire phonologique (Gathercole et Baddeley, 1989). Par exemple, lorsque Waring et al., 2018 donnent une définition de la mémoire phonologique, ils et elles la relient directement à la tâche de répétition de pseudomots : « *Phonological short-term memory is the ability to briefly 'hold' information, measured using high storage/ low processing demand tasks such as simple span tasks (e.g. serial recall of words, letters and names) and/ or non-word repetition tasks.*¹⁸ » Toutefois, des observations telles que l'effet de ressemblance à un vrai mot ou l'effet de phonotactique, ont permis de mettre en évidence

¹⁸ « La mémoire phonologique à court terme est la capacité à retenir brièvement des informations, mesurées à l'aide de tâches nécessitant un stockage élevé par rapport à un faible traitement, telles que des tâches d'empan endroit (par exemple : rappel de mots, de lettres et de noms) et/ou des tâches de répétition de pseudomots. » (notre traduction)

des facteurs autres que la mémoire phonologique. Désormais, il est accepté que la tâche de répétition de pseudomots met en jeu de multiples habiletés psycholinguistiques. Dans cette première partie, nous examinerons les variables inter-items qui permettent d'inférer les processus cognitifs impliqués dans la tâche.

Les influences de la mémoire de travail à court terme

Comme indiqué précédemment, la tâche de répétition de pseudomots peut être considérée comme une tâche évaluant la mémoire de travail parce qu'il est nécessaire de conserver pendant une courte période les informations phonologiques avant de les articuler. Deux types d'observations mettent en évidence l'influence de la mémoire à court terme sur les performances de répétition de pseudomots. D'une part, la répétition de pseudomots se corrèlent avec les tâches d'empan de chiffres (Gathercole et al., 1994; Archibald et Gathercole, 2006). D'autre part, les scores à la tâche de répétition de pseudomots diminuent avec l'allongement du nombre de syllabes. Ainsi, plus un item est long, plus le score en répétition diminue. On parle d'effet de longueur (Gathercole et al., 1994; Ellis Weismer et al., 2000; Roy & Chiat, 2004; Archibald et Gathercole, 2006; Graf Estes & Else-Quest, 2007; Gibson et al., 2015; Dos Santos & Ferré, 2018). Ces deux observations sont des preuves que l'enfant utilise sa boucle phonologique pour maintenir en mémoire les informations phonologiques (Gathercole et Baddeley, 1989). Toutefois, des études montrent que la mémoire phonologique ne serait pas le seul processus expliquant l'effet de longueur. En effet, Gibson et al., 2015 mettent en évidence l'influence de l'exposition langagière sur l'effet de longueur. Dans cette étude, 52 enfants bilingues espagnol-anglais ont réalisé une tâche de répétition de pseudomots. Leurs résultats montrent que les enfants sont sensibles à l'effet de longueur. Comme attendu, les enfants répètent moins bien les items les plus longs. Cependant, l'étude apporte un élément supplémentaire. Ainsi, les enfants bilingues avec pour langue dominante l'espagnol sont moins sensibles à l'effet de longueur que les enfants bilingues avec l'anglais pour langue dominante. Les auteurs soutiennent l'idée d'un lien entre la fréquence de mots polysyllabiques et la sensibilité à l'effet de longueur. Les mots polysyllabiques étant plus fréquents en espagnol, l'exposition à l'espagnol favoriserait les enfants bilingues espagnol-anglais pour la répétition d'items polysyllabiques. Cette étude montre que l'effet de longueur, censé être une variable fortement corrélée à la mémoire phonologique à court-terme, peut aussi être influencé par l'environnement langagier. Nous développons dans les deux paragraphes suivant les variables démontrant de l'influence langagière sur la tâche de répétition de pseudomots.

Les influences lexicales

Une observation majeure de l'influence de la langue et des connaissances lexicales sur les habiletés à répéter des pseudomots, est le lien entre la taille du vocabulaire et le score de répétition de pseudomots (Gathercole et al., 1994; Gathercole, 1995; Archibald & Gathercole, 2006;

Gathercole, 2006; Hoff, Core & Bridges, 2008; Gray, 2006; Nation et al., 2007; Coady et Evans, 2008; Parra et al., 2011; Adlof & Patten, 2017; Szewczyk et al., 2018). Ainsi, Gathercole et al. (1994) présentent des données normatives de scores de répétition de pseudomots collectée auprès de 612 enfants de quatre à neuf ans. Leurs résultats mettent en évidence une corrélation significative entre le score à la tâche de répétition de pseudomots et la tâche de vocabulaire (British Picture Vocabulary Scale, BPVS, Dunn, 1982). D'après Gathercole et al., 1994, la quantité de vocabulaire influence le score en répétition de pseudomots : plus l'enfant a un large vocabulaire réceptif, mieux il ou elle répète les pseudomots. Ce type d'observations a été corroborée par de nombreuses autres études (Roy et Chiat, 2004; Parra et al., 2011; Core et Scarpelli, 2015; Adlof et Patten, 2017), mais également, par deux autres considérations: la ressemblance à un mot, et la présence d'un morphème

Premièrement, nous nous intéressons à l'effet de ressemblance à un mot. Plus un pseudomot ressemble à un mot, mieux il est répété (Gathercole, 1995; Munson, Kurtz et Windsor, 2005; Archibald et Gathercole, 2006; Elin Thordardottir et Anna Juliusdottir, 2012). Cet effet est expliqué comme une médiation des connaissances lexicales pour soulager la mémoire phonologique à court-terme (Gathercole, 1995; Munson, Kurtz et Windsor, 2005; Archibald et Gathercole, 2006). En effet, Gathercole (1995) met en évidence que les mesures d'empan et donc la mémoire à court terme se corréle fortement avec la répétition de pseudomots qui ne ressemblent pas à des mots tandis que le score de vocabulaire se corréle avec la répétition de tous les items. Gathercole (1995) conclut que la répétition de pseudomots ne ressemblant pas à des mots est supportée essentiellement par la mémoire phonologique tandis que la répétition de pseudomots ressemblant à des mots serait facilitée par des représentations phonologiques lexicales robustes.

La deuxième observation qui démontre des influences lexicales sur la répétition de pseudomots est l'effet de la présence d'un morphème. Certains items des tâches de répétition de pseudomots peuvent comprendre un morphème lexical ou grammatical. Par exemple, dans la tâche CNRep (Gathercole & Baddeley, 1996), il y a l'item /'penl/ comprend le morphème lexical "pen" (stylo), ou encore l'item /'blɒntə'steɪpɪŋ/ qui comprend le morphème grammatical -ing (forme verbale). Archibald et Gathercole, 2006, démontrent les pseudomots comprenant un morphème sont plus faciles à répéter que ceux n'en comprenant pas. Les auteures soutiennent l'hypothèse que la présence d'un morphème permet de pallier les limites de la mémoire à court terme. Cet effet du morphème n'est pas consensuel. Szewczyk et al., 2018 ne retrouvent pas d'effet significatif du morphème dans leur analyse multifactorielle auprès de 57 enfants typiques de 4;5 à 6;10 ans qui parlent le polonais. Toutefois, selon les auteur·e·s, l'effet de la présence d'un morphème serait caché par l'effet de la probabilité phonotactique, et cela à cause d'un effet idiosyncrasique de la langue.

« Parce que le polonais est une langue morphologiquement riche (voir Introduction) et parce que la procédure de génération de non-mots est basée sur la distribution de ngrammes en polonais, beaucoup de nos non-mots contiennent des morphèmes lexicaux facilement identifiables, ainsi que des affixes flexionnels et dérivationnels. Par conséquent, les non-mots (ngrammes) dont la forme est consolidée dans la mémoire à long terme et associée à une certaine représentation conceptuelle peuvent être entièrement responsables de l'effet explicatif des ngrammes phonémiques.¹⁹ » (Szewczyk et al., 2018, p. 30, notre traduction)

Une autre hypothèse pourrait être que pourrait être l'âge des enfants. Tel que proposé pour l'effet de la phonotactique (Munson et al., 2005b), il est possible que les enfants soient encore trop jeunes pour avoir des représentations indépendantes des morphèmes, ne pouvant donc pas les récupérer pour s'aider au moment de la répétition de pseudomots. D'autres études sont nécessaires pour déterminer l'effet de la langue et l'effet de l'âge de la répétition de pseudomots comprenant un morphème.

Cette première partie a envisagé la façon dont les connaissances lexicales influencent la répétition de pseudomots. Or, de nombreuses études s'intéressent au revers de la médaille, à savoir la façon dont les capacités à répéter des pseudomots influencent l'acquisition de nouvelles représentations lexicales. En effet, Gathercole et collègues (1994) ont mis en évidence une double prédiction ; d'une part, la quantité de vocabulaire influence le score en répétition de pseudomots, et d'autre part, la performance à la répétition prédit la quantité de vocabulaire. Gathercole et collègues (1994) décrivent cela comme une relation dynamique. Pour comprendre plus précisément cette relation, des chercheurs se sont intéressés aux mécanismes d'apprentissage de nouveaux mots liés à la répétition de pseudomots (Gray, 2004; Adlof & Pattern, 2017). Adlof et Pattern, 2017 ont créé une tâche d'apprentissage de nouveaux mots pour pouvoir identifier différents niveaux de l'apprentissage, à savoir, le rappel phonologique, la reconnaissance phonologique, le rappel sémantique, le rappel sémantique non-verbal et la reconnaissance sémantique. Cette tâche est ensuite proposée à 50 enfants de cinq à douze ans, avec une tâche de vocabulaire et de répétition de pseudomots. Leurs résultats établissent un lien entre la tâche de répétition de pseudomots et la reconnaissance phonologique, le rappel phonologique et la reconnaissance sémantique. Plus particulièrement, le score à la tâche de répétition prédit ces trois aspects de l'apprentissage de nouveaux mots. Pour expliquer ce lien, Gathercole (2006) avance l'hypothèse suivante : la répétition de pseudomots et l'apprentissage de nouveaux mots prendraient appui sur les mêmes mécanismes sous-jacents (Gathercole, 2006). Apprendre des nouveaux mots et répéter des mots

¹⁹ "Because Polish is a morphologically rich language (see Introduction) and because the procedure for nonword generation based on the distribution of ngrams in Polish, many of our nonwords containing easily identifiable lexical units, as well as inflectional and derivational affixes. Therefore, nonword fragments (ngrams) whose form is consolidated in long-term memory and associated with some conceptual representation may be entirely responsible for the explanatory effect of phonemic ngrams." (Szewczyk et al., 2018, p. 30)

qui n'existent pas engageraient de la même façon les systèmes de perception et de production de parole, la mémoire phonologique à court-terme et les représentations phonologiques (Gathercole, 2006). Toutefois, cette hypothèse ne fait pas consensus. Pour Coady et Evans (2008), cette hypothèse ne prend appui que sur des observations du vocabulaire réceptif et n'envisage jamais le vocabulaire expressif. Pour Nation, Snowling et Clarke (2007), le score au pseudomots ne prédit pas l'apprentissage de nouveaux mots dès que les fonctions cognitives non-verbales sont prises en considération. Le lien entre l'apprentissage de nouveaux mots et la répétition de pseudomots ne serait donc pas direct mais plutôt médiatisé par les fonctions cognitives non-verbales.

Une rapide synthèse nous permet d'observer que la tâche de répétition de pseudomots est influencée par les connaissances lexicales des enfants. En effet, la quantité de vocabulaire réceptif, la ressemblance à un vrai mot et la présence de morphèmes prédisent le score de répétition. En revanche, la question de savoir si les connaissances lexicales de l'enfant sont prédites par la répétition de pseudomots reste en suspens.

Les influences sous-lexicales

La répétition de pseudomots est influencée par les connaissances lexicales, comme décrit précédemment, mais elle est également affectée par les connaissances sous-lexicales (Coady et Evans, 2008). La principale évidence des effets sous-lexicaux est la fréquence phonotactique. En effet, les enfants répètent plus facilement et plus rapidement les mots avec une haute fréquence phonotactique que ceux avec une basse fréquence phonotactique (Munson et al., 2005a; Munson et al., 2005b; Coady et Evans, 2008; Rispens et al., 2015; Szewczyk et al., 2018). Ainsi, Szewczyk et al., 2018, dans leur analyse multifactorielle auprès de 57 enfants typiques de 4;5 à 6;10 ans, montrent que la fréquence phonotactique est le plus fort prédicteur du score de répétition de pseudomots. Munson et al., (2005b) envisagent toutefois que l'effet de la fréquence phonotactique ne soit pas linéaire mais varie en fonction de la taille du vocabulaire des enfants. D'après ces chercheurs, les enfants avec un lexique plus petit seraient davantage influencés par l'effet de phonotactique que les enfants avec un lexique plus riche. Pour appuyer cette hypothèse, Munson et al., 2005 ont collecté des données auprès de 80 enfants de trois à six ans (40 enfants avec un trouble phonologique et 40 enfants avec un développement phonologique typique). Leurs résultats mettent en évidence une corrélation entre la taille du vocabulaire et la fréquence phonotactique. Leur conclusion est que l'accroissement et la spécification des connaissances lexicales permettraient d'extraire des représentations des phonèmes, indépendantes de la forme holistique du mot et, de fait, être moins sensible à la fréquence phonotactique. Leurs résultats sont corroborés par l'étude de Rispens et al. (2015) qui montrent que l'effet de la fréquence phonotactique sur la répétition de pseudomots dépend de la taille du vocabulaire : plus grand est le vocabulaire, moins fort est l'effet de la probabilité phonotactique.

Les mécanismes périphériques

En plus des capacités de mémoire à court terme, des connaissances lexicales et sous-lexicales stockées en mémoire à long terme, la répétition de pseudomots prend également appui sur des mécanismes périphériques, à la fois de perception de parole et mais aussi de planification et programmation motrice (Snowling, 1981; Stackhouse et Wells, 2007; Coady et Evans, 2008).

Concernant les habiletés de perception, il semblerait que les pseudomots les plus difficiles à produire soient également ceux qui sont les plus difficiles à percevoir (Coady et Evans, 2008). Pour distinguer l'influence des mécanismes de perception, Shriberg et collègues analysent les patrons d'erreurs produits en répétant des pseudomots. Leur hypothèse est que différents patrons d'erreur fassent référence à différents niveaux de traitement (Shriberg et Lohmeier, 2008; Shriberg et al., 2009; Shriberg et al., 2012). Des difficultés au niveau de l'encodage auditivo-perceptuel, c'est-à-dire des difficultés à transformer l'input auditif en représentation phonémique, sous-lexicale et lexicale, donneraient lieu à des erreurs de type substitution en conservant le même mode articulaire. Les chercheurs ont donc créé un score d'encodage fondé sur le « *Percentage of Within-Class Manner Substitutions* » (« Pourcentage de substitution du mode articulaire à l'intérieur d'une classe », Shriberg et al., 2012, p. 457) pour quantifier le pourcentage de substitution à l'intérieur d'un même mode articulaire et pour décrire les difficultés d'encodage auditivo-perceptuel dans la répétition de pseudomots. Dans l'étude de Shriberg et al., 2012, les 109 enfants typiques (moyenne d'âge : 7 ans) présentent un score moyen d'encodage de 63,4%. Cela sous-entend qu'environ 2/3 des substitutions sont par des consonnes du même mode articulaire que la consonne cible. Pour Shriberg et al. (2012) ces substitutions seraient liées à des difficultés au niveau de l'encodage auditivo-perceptuel. Il semblerait donc que les mécanismes de perception du continuum sonore influencent la répétition de pseudomots.

Certaines recherches mettent en évidence l'influence des mécanismes de production de parole dans la répétition de pseudomots. Deux principales observations permettent d'affirmer l'influence des aspects moteurs de la production de parole dans la répétition de pseudomots. Premièrement, certaines études observent un effet de la complexité syllabique : les items avec une structure phonémique complexe, à longueur égale, sont plus difficiles à répéter que les items simples (Archibald et Gathercole, 2006; Leclercq, Maillart et Majerus, 2013 chez les enfants francophones avec un TDL, Szweczyk et al., 2018). Deux explications sont possibles : (1) la présence de groupes consonantiques nécessite de produire des mouvements articulaires complexes (Szweczyk et al., 2018), (2) les groupes consonantiques, en fonction de l'exposition langagière, peuvent avoir une fréquence phonotactique plus basse que les structures syllabiques de type CV. Deuxièmement, des études montrent une corrélation entre les habiletés oromotrices et la répétition de pseudomots (Krishnan et al., 2013; Reuterskiöld et Grigos 2015; Krishnan et al., 2017;

Pigdon et al., 2019). Krishnan et al., 2017 proposent une tâche de répétition de pseudomots, d'empan de chiffres, d'empan audio-visuel, de lecture de mots, de diadococinésies et de praxies orofaciales, auprès de 37 enfants typiques de 5,4 à 8,6 ans. Leurs résultats démontrent que les praxies oromotrices constituent le facteur qui explique le mieux le score de répétition de pseudomots. Leur hypothèse pour expliquer ce résultat est que la tâche de répétition de pseudomots et les praxies oromotrices partageraient les mêmes habiletés sous-jacentes.

Finalement, que teste la tâche de répétition de pseudomots ?

A notre connaissance, seules trois études cherchent à déterminer le poids relatif de chacun de ces facteurs dans la tâche de répétition de pseudomots. La première étude est celle de Krishnan et al. (2017) qui rapporte des données auprès de 37 enfants avec un développement typique de cinq à huit ans. Les enfants ont complété une tâche de répétition de pseudomots, une tâche d'empan de chiffre, une tâche de mémoire à court terme de séquences non verbales (imitation audiovisuelle), une tâche de fluidité en lecture, des praxies oromotrices et des diadococinésies. Leur analyse met en évidence que les trois facteurs qui expliquent la performance à la tâche de répétition de pseudomots sont les praxies oromotrices, la fluidité en lecture et l'imitation audiovisuelle. La tâche de praxies oromotrices est le prédicteur le plus fort alors que l'empan de chiffres, qui est traditionnellement considéré comme un élément clé de la répétition de pseudomots, n'a pas été inclus dans le modèle final. Ces résultats soulignent que la capacité à coordonner les gestes de la parole est une partie importante de la performance. La deuxième étude est celle de Pigdon et ses collègues (2019). Cette étude aborde la même question, en prenant en compte davantage de facteurs et davantage d'enfants. Ont été inclus dans l'étude 47 enfants avec un développement typique, 18 enfants ayant des difficultés de parole et 26 avec un trouble développemental du langage. Pigdon et al. (2019) incluent le même type de tâches que Krishnan et al. 2017 (empan de chiffres, lecture de mots, contrôle oromoteur et séquençage oromoteur) mais ils et elles ont ajouté une mesure des habiletés de parole et un score de langage. Leurs résultats confirment en partie ceux de Krishnan et al. (2017) : le séquençage oromoteur est le deuxième prédicteur le plus fort après la mémoire phonologique à court terme. Viennent ensuite la lecture des mots et le contrôle oromoteur. De façon surprenante, les scores en langage ou en parole ne sont pas inclus dans le modèle final. Les auteurs expliquent que les variables de lecture de mots et de mémoire phonologique peuvent cacher l'effet de score de langage mais ne proposent aucune explication pour le score en parole. La tâche de répétition de pseudomots utilisée dans l'étude est le CNRep qui contient des groupes consonantiques. Parallèlement, leur étude inclut des enfants avec des difficultés en parole.

Ensemble, ces études apportent une contribution unique : elles confirment l'influence de la mémoire phonologique sur la répétition de pseudomots, conformément à Gathercole et al. 1994, et soulignent l'importance des capacités oromotrices, en particulier la capacité à produire des gestes

de parole ou non dans un ordre spécifique. Cependant, ces deux études présentent plusieurs limites: tout d'abord, elles n'étudient pas les caractéristiques inter-sujets ni inter-stimuli, et une partie de la variance du score de la répétition de pseudomots reste à expliquer. La troisième étude présentée dans cette partie examine en détails les caractéristiques inter-sujets et inter-stimuli pour déduire les compétences impliquées dans la répétition de pseudomots. Szewczyk et al. (2018) ont construit 150 pseudomots prenant en considération différentes variables : la longueur syllabique, la probabilité phonotactique, la densité de voisinage lexical et la complexité phonologique. Ces pseudomots ont été proposés à 57 enfants typiques, en contrôlant leur âge, le sexe, le vocabulaire réceptif, la capacité générale de raisonnement et le niveau d'éducation des parents. Leur modèle statistique final, expliquant 16,5% de la variance marginale totale, comprend la probabilité phonotactique, suivi du vocabulaire réceptif, du nombre de consonnes des items, puis du nombre de violations de la sonorité et de la ressemblance à un vrai mot. Cette étude fait apparaître une perspective différente dans laquelle la fréquence phonotactique des ngrammes (morceaux de n phonèmes et non la fréquence des phonèmes adjacents) explique la plus grande partie de performance à la tâche de répétition de pseudomots. Ce résultat est interprété par les auteurs comme une preuve de l'influence des représentations sous-lexicales. Cette interprétation est cohérente avec deux autres prédicteurs: la ressemblance à un vrai mot et le vocabulaire en réception. Pour Szewczyk et al. (2018), les représentations lexicales alimentent les représentations sublexicales. Le troisième prédicteur le plus important est le nombre de consonnes, qui peut être considéré à la fois comme une influence des mécanismes oromoteurs, conformément à Krishnan et al. (2017) et Pigdon et al. (2019), ou comme un effet de longueur démontrant l'influence de la mémoire à court terme. Enfin, les violations de sonorité peuvent être considérées comme une influence du système perceptuel.

Mises ensemble, ces études fournissent des informations majeures sur les facteurs qui contribuent à la répétition de pseudomots. Toutefois, l'importante diversité des tâches de pseudomots utilisées, le manque de consensus dans les variables influençant le score de répétition, la dominance des études chez des enfants anglophones limitent la compréhension réelle des facteurs impliqués dans la répétition de pseudomots.

3.2. Synthèse des facteurs individuels influençant la tâche de répétition de pseudomots

Dans la première partie, nous avons abordé les facteurs inter-stimuli affectant la répétition de pseudomots. Trois types de variables sont ressortis : l'influence de la mémoire à court-terme, l'influence des représentations lexicales et l'influences des représentations sous-lexicales. Or, ces variables, en particulier l'influence lexicale et sous-lexicales, se corrélient avec l'exposition langagière, elle-même dépendante de facteurs individuels. Dans cette deuxième partie, nous aborderons quatre facteurs individuels : l'âge, le bilinguisme, le statut socioéconomique et

socioculturel, la présence de trouble développemental du langage et la présence d'un trouble du développement des sons de la parole.

L'âge

La tâche de répétition met en jeu la mémoire phonologique et les connaissances lexicales et sous-lexicales. Ces influences sont dépendantes de l'âge. De ce fait, l'effet de l'âge est attendu dans les résultats à la tâche de répétition de pseudomots. Plusieurs études montrent que plus les enfants sont âgés, mieux ils répètent les pseudomots (Gathercole et al., 1994; Roy et Chiat, 2004; Sorenson Duncan et Paradis, 2016 chez les enfants bilingues). Toutefois, l'effet de l'âge est à considérer en lien avec l'expérience langagière, la maturation du contrôle moteur de la parole, et la mémoire à court terme.

Le bilinguisme

Les enfants bilingues tendent à être sous- ou sur-diagnostiqués. En effet, il est difficile pour les cliniciens et cliniciennes d'identifier chez ces enfants les troubles du langage, surtout quand seulement une des langues de l'enfant est évaluée. Dans ces cas, il est difficile de savoir si l'écart à la trajectoire développementale atypique est reliée au processus d'apprentissage d'une langue additionnelle, ou à un déficit à se représenter et à manipuler les informations linguistiques (Campbell et al., 1997; Kohnert, 2010; Core et Scarpelli, 2015; Dos Santos et Ferré, 2018). La raison principale expliquant cette difficulté à diagnostiquer les enfants bilingues est que les habiletés linguistiques d'une personne bilingue varient en fonction des langues et des domaines testés (Kohnert, 2010). En effet, le développement langagier bilingue typique s'accompagne d'une variation dans l'âge d'acquisition et les opportunités langagières, et par conséquent, d'une différence dans la maîtrise des langues. On parle d'apprentissage distribué et non d'apprentissage dupliqué : les habiletés dans les différentes langues ne peuvent pas se superposer. Ainsi, lors d'une évaluation d'un enfant bilingue, celui-ci peut réussir davantage à l'une ou l'autre tâche de l'évaluation (Kohnert, 2010). De ce fait, un score déficitaire à une tâche d'évaluation langagière peut ne pas refléter un déficit au niveau des mécanismes psycholinguistiques mais être davantage relié à un manque d'opportunités langagières dans la langue de l'évaluation.

Face à cette difficulté d'évaluation des enfants bilingues, la tâche de répétition de pseudomots semble sortir son épingle du jeu. Différentes études tendent à démontrer que la tâche de répétition pourrait être moins biaisée par l'exposition langagière que les autres tâches d'évaluation, si certaines variables linguistiques sont contrôlées (Campbell et al., 1997 ; Dollaghan et Campbell, 1998 ; Ellis Weismer et al, 2000 ; Ellin Thordardottir & Brandeker, 2013 ; Boerma et al., 2015 ; Chiat et Polišenská, 2016). Campbell et al. (1997) défendent l'idée que la tâche de répétition de pseudomots testerait les processus psycholinguistiques, c'est-à-dire la capacité à manipuler les unités

linguistiques tandis que les tâches de vocabulaire feraient appel à l'expérience linguistique et testeraient donc les connaissances des enfants. Tester les processus psycholinguistiques, notamment grâce à la tâche de répétition de pseudomots permettrait donc de différencier les enfants avec un trouble des enfants avec moins d'exposition à la langue testée.

Cette tâche, qui semble particulièrement intéressante pour les enfants bilingues, ne donne pourtant pas de résultats consensuels. En effet, certaines études montrent que les enfants bilingues performant moins bien que les enfants monolingues à la tâche de répétition de pseudomots (Kohnert, Windsor et Yim, 2006; Engel de Abreu et al., 2013; Sorenson Duncan et Paradis, 2016). Sorenson Duncan et Paradis (2016) évaluent 75 enfants bilingues avec un développement typique sur une tâche de répétition de pseudomots en anglais. Ces enfants bilingues ont été exposés à une première langue puis ont été en contact avec l'anglais en moyenne vers l'âge de quatre ans. Les résultats révèlent que les enfants bilingues obtiennent des scores inférieurs à la norme monolingue (score moyen de 7,81 (sd=1,84) chez les enfants bilingues contre 10 (sd=3) pour les enfants monolingues). Vu sous un autre angle, 29% de l'échantillon bilingue obtient des résultats en dessous de la norme monolingue. Pour compléter ces résultats, les auteur·e·s envisagent les facteurs affectant la performance des enfants bilingues. Il ressort que le temps d'exposition à l'anglais, la première langue, l'âge et le vocabulaire en anglais sont des prédicteurs du score de répétition de pseudomots. Ces facteurs, ayant trait à l'exposition langagière, sont soutenus par d'autres études (Parra et al., 2011; Engel de Abreu et al., 2013; Core et Scarpelli, 2015; Gibson et al., 2015). Par exemple, Parra et al. (2011), montrent que la performance à la tâche de pseudomots se corrèle à la fois à la quantité d'exposition à une langue mais aussi au niveau de vocabulaire. Également, Engel de Abreu et al. (2013) montrent que la différence entre les enfants bilingues et monolingues à la tâche de répétition de pseudomots s'explique par le niveau de vocabulaire. Selon ces auteur·e·s, en contrôlant le niveau de vocabulaire, la différence entre les enfants monolingues et bilingues disparaît. D'autres études, en revanche, ne révèlent pas de différences entre les enfants monolingues et bilingues (Elin Thordardottir et Anna Juliusdottir, 2012; Boerma et al., 2015; Chiat et Polišenská, 2016; Dos Santos et Ferré, 2018). Toutefois, cette discordance entre les études n'est que superficielle. Ainsi, même si ces études montrent des résultats différents pour les enfants bilingues, elles ne remettent pas en cause l'effet de l'exposition langagière sur la performance à la tâche de répétition de pseudomots. Au contraire, ces études utilisent des tâches de répétition de pseudomots construites pour limiter l'effet de l'exposition langagière : des tâches de pseudomots quasi-universelles (Boerma et al., 2015; Chiat et Polišenská, 2016; Dos Santos et Ferré, 2018). Ces tâches ne comprennent, en général, que des segments et des structures syllabiques présentes dans une majorité de langue, pour éviter les formes marquées. Dans ce contexte les enfants bilingues et monolingues performant de la même façon à la tâche de répétition de pseudomots. L'étude de Elin Thordardottir et Anna Juliusdottir (2012) apporte un éclairage légèrement différent pour deux

raisons : (1) il s'agit d'une étude longitudinale sur trois années d'enfants immigrants en Islande, et, (2) leur tâche de répétition de pseudomots n'est pas une tâche quasi-universelle. La tâche comprend 25 items ressemblant à des mots islandais et 25 items ne ressemblant pas à des mots islandais. Globalement, aux trois temps de mesure, les enfants ont des scores dans la norme attendue pour leur âge. La tâche de répétition de pseudomots semble être moins impactée par l'exposition langagière que les autres tests de langage. Également, pour les mots ne ressemblant pas à l'islandais, il n'y a pas de progression du score entre le Temps 1 et les autres Temps de mesure. Pour les items ressemblant à l'islandais, il y a une progression entre le Temps 1 et 2 mais pas au Temps 3. Les enfants de l'étude ont donc besoin d'une année d'exposition à l'islandais pour apprendre le système phonologique et phonotactique de cette langue et pour réussir de la même façon que des enfants islandophones depuis leur naissance.

Cette revue des études chez les enfants bilingues tend à confirmer l'hypothèse de Campbell et al., (1997) selon laquelle la tâche de répétition de pseudomots pourrait tester davantage les processus psycholinguistiques que les connaissances, et par conséquent, être un bon outil d'évaluation des enfants bilingues. Toutefois, comme pour les enfants monolingues, la tâche de répétition de pseudomots est affectée par des influences lexicales, notamment l'exposition langagière et le vocabulaire (Sorenson Ducan et Paradis, 2016). La manipulation des variables linguistiques des pseudomots permettrait de manipuler les influences lexicales pour obtenir un aperçu plus approprié des habiletés langagières des enfants bilingues et éviter le sur-diagnostic de troubles chez ces populations.

Le statut socioéconomique ou socioculturel

Le statut socioéconomique est un index composite qui englobe le niveau d'éducation, la profession et le revenu. Les études sur le développement langagier s'intéressent au statut socioéconomique car il pourrait avoir un impact sur l'interaction entre l'enfant et les parents/personnes qui apportent des soins. Il s'agit en particulier de la quantité et de la qualité des interactions qui pourrait être influencées par le statut socioéconomique (Hirsh-Pasek et al., 2015). Selon certaines études (Hoff, 2006; Kim et al., 2017; Loi et al., 2017; Rowe, 2018; Safwat et Sheikhany, 2014), des différences au niveau des interactions pourraient entraîner une disparité au niveau de la quantité et de la qualité de langage auquel l'enfant est exposé. La majorité des études examinant l'effet du statut socioéconomique sur le développement langagier se sont concentrées sur le vocabulaire et leurs résultats tendent à faire un lien entre le statut socioéconomique et le niveau de vocabulaire expressif et réceptif plus bas (Hart et Risley, 1995; Calvo et Bialystok, 2014). Toutefois, le fait que ces études portent principalement sur le vocabulaire est un important biais méthodologique car le vocabulaire ne reflète pas les habiletés langagières dans leur entièreté. Également, ces études sont en général conduites et analysées par des chercheurs·ses

occidentaux ·les de catégorie socioéconomique moyenne à élevée. Les méthodologies de recherche sont donc engagées à partir de leur point de vue.

Le statut socioculturel, quant à lui, fait référence au groupe communautaire dans lequel vit l'individu, c'est-à-dire, le groupe qui partage un ensemble de croyances, valeurs, habitudes et comportements (Kohnert et al., 2021). Un groupe culturel est dit minoritaire lorsqu'il diffère des normes générales, dominantes et implicites. A la différence du statut socioéconomique, le statut socioculturel intéresse les recherches cliniques car la construction des outils d'évaluation standardisés dépend fortement des connaissances culturelles (Campbell et al., 1997). C'est ce que met en exergue l'étude de Ellis Weismer et al., 2000, qui concerne 581 enfants de 7 à 9 ans provenant de contextes culturels variés. L'étude montre que la distribution des enfants à un test de langage standardisé n'est pas homogène : les enfants provenant de groupes culturels minoritaires se retrouvent dans des rang centiles inférieurs aux enfants de la culture et l'ethnie majoritaire.

De la même façon que pour les enfants bilingues, la tâche de répétition de pseudomots pourrait être vue comme un outil d'évaluation comprenant moins de biais culturels (Dollaghan et Campbell, 1998; Ellis Weismer et al., 2000). C'est ce que tendent à démontrer la majorité des études qui envisagent l'effet du statut socioéconomique ou socioculturel sur la tâche de répétition de pseudomots (Dollaghan et Campbell, 1998; Ellis Weismer et al., 2000; Ballardares, Marshall et Griffiths, 2016; Chiat et Polišká, 2016). L'étude de Ballardares et al. (2016) est intéressante parce qu'elle évalue l'impact du statut socioéconomique chez des enfants du Chili (126 enfants typiques de 5;6 ans). D'après les auteur·e·s, le système scolaire au Chili est fortement clivé en fonction du niveau socio-économique. Leurs résultats ne montrent pas d'effet du statut socioéconomique ni du vocabulaire sur la tâche de répétition de pseudomots. Une limite majeure de l'étude est que la tâche utilisée ne comprenait que huit items, de deux et trois syllabes. Également, Ellis Weismer et al. (2000) montrent que comparativement à un test de langage classique, la tâche de répétition de pseudomots ne pénalise pas les enfants de groupes culturels minoritaires. Chiat et Polišká (2016) confirment ces observations mais ajoutent l'hypothèse que le type de stimuli peut faire varier l'effet du statut socioéconomique ou socioculturel. Ainsi, les auteur·e·s ne retrouvent pas d'effet du statut socioéconomique sur la tâche quasi-universelle mais rapportent une différence lorsque la tâche comprend des formes marquées de la langue de test. Cette différence en fonction du statut socioéconomique disparaît dès lors que la variable du niveau de vocabulaire est contrôlée. On retrouve ici l'influence de l'exposition langagière. Ainsi, dans la même ligne que les études s'intéressant au bilinguisme, la tâche de répétition de pseudomots semble affectée par l'exposition langagière mais cet effet peut être modéré en manipulant les variables linguistiques des pseudomots.

La présence de trouble développemental du langage

L'enjeu de diagnostic des enfants avec TDL est du même acabit que celui des enfants bilingues : il s'agit de distinguer les enfants qui n'ont pas été suffisamment exposés à la langue, des enfants présentant des difficultés pour construire leur représentations linguistiques (Bishop et al., 2017). Face à cet enjeu, la tâche de répétition de pseudomots s'est imposée comme un outil clinique majeur pour identifier les enfants avec un trouble du langage (Archibald et Gathercole, 2006; Ellin Thordardottir et al., 2011; Dos Santos et Ferré, 2018). Un nombre important d'études confirme que les enfants avec un TDL répètent moins bien les pseudomots que les enfants avec un développement langagier typique (Graf Estes, Evans et Else-Quest, 2007; Coady et Evans, 2008, Leclercq, Maillart et Majerus, 2013). Cependant, les causes sous-jacentes à ces difficultés restent mal comprises (Coady et Evans, 2008). Une façon d'appréhender ces causes est d'observer les effets inter-items auxquels ces enfants seraient sensibles.

Le premier effet envisagé est celui de la longueur syllabique. Ainsi, même si les enfants avec un TDL performant moins bien que les enfants typiques à toutes les longueurs syllabiques, leur performance semble chuter à partir de trois syllabes (Graf Estes, Evans et Else-Quest, 2007). Il s'agit ensuite d'examiner l'effet du lexique sur la tâche de pseudomots. Coady et Evans (2007) affirment que, contrairement aux enfants monolingues avec un développement typique, les enfants avec un TDL auraient une relation unidirectionnelle entre le vocabulaire et la répétition de pseudomots. Chez les enfants avec un développement langagier typique, la relation est décrite comme bidirectionnelle : le score de pseudomots à 4 ans prédirait le vocabulaire à 5 ans tandis que le score de vocabulaire à 5 ans prédit le score de pseudomots à 6 ans (Gathercole et al., 1994). Chez les enfants avec un TDL, cette relation serait unidirectionnelle : le vocabulaire prédit la répétition de pseudomots mais cette dernière ne prédit pas le vocabulaire (Coady et Evans, 2007). Cette différence dans la relation entre le vocabulaire et la répétition de pseudomots a un impact sur les autres influences lexicales décrites chez les enfants typiques. Concernant l'effet de ressemblance à un mot, il semblerait que les enfants avec un TDL soient moins favorisés par la ressemblance que les enfants typiques (Leclercq, Maillart et Majerus, 2013).

Dans la même optique, les enfants présentant un TDL bénéficieraient moins que les enfants typiques de la présence d'un morphème grammatical ou lexical (Archibald et Gathercole, 2006). Les effets de phonotactiques sont moins consensuels. D'un côté, certaines études démontrent que les enfants avec un TDL et les enfants typiques ont la même sensibilité à la fréquence phonotactique (Majerus et al., 2003; Rispens et al., 2015). D'un autre côté, certaines études montrent un plus grand effet de la phonotactique chez les enfants avec un trouble que chez les enfants avec un développement langagier typique (Munson et al., 2005, Leclercq, Maillart et Majerus, 2003). Finalement, l'effet de complexité syllabique semblerait impacter plus négativement les enfants avec

un TDL que les enfants avec un développement typique (Achibald et Gathercole, 2006; Leclercq, Maillart et Majerus, 2003).

Mises ensemble, ces études soulignent le fait que les variables atteignant la répétition de pseudomots ne font pas de consensus et, par conséquent, les causes sous-jacentes aux TDL continuent d'être mal comprises.

La présence d'un trouble du développement des sons de parole

L'enjeu de la tâche de répétition de pseudomots pour les enfants présentant un TDSP est un peu différent de celui pour les enfants avec un TDL. En effet, cette tâche n'est pas considérée comme un outil de première intention diagnostique comme c'est le cas pour les enfants avec TDL. Par exemple, ni l'ASHA, ni Bleile (2002) ou Brosseau-Lapré et Rvachew (2018) ne proposent la tâche de répétition de pseudomots comme évaluation essentielle pour les enfants avec un TDSP. Cette tâche est davantage utilisée pour approfondir l'évaluation. Il y a deux façons de considérer la tâche de répétition de pseudomots dans l'évaluation des enfants avec un TDSP.

Premièrement, certains chercheurs utilisent la tâche de répétition de pseudomots comme un outil pour indiquer les niveaux psycholinguistiques déficitaires dans le traitement de parole et affiner le diagnostic différentiel (Shriberg et Lohmeier, 2008; Shriberg et al., 2012; Rvachew et al., 2017). Shriberg et al. (2012) décrivent une tâche de répétition de pseudomots, composée d'un répertoire très restreint de phonèmes /a, m, n, b, d/. À partir de cette tâche, trois types de mesures différentes sont proposées : (1) une mesure du nombre de substitutions indiquant des difficultés au niveau de l'encodage, (2) une mesure sur la longueur syllabique des items, censée caractériser des difficultés au niveau de la mémoire phonologique et, (3) une mesure du nombre d'épenthèses, signifiant des difficultés au niveau du transcodage. Cette tâche est ensuite proposée à 138 enfants avec un trouble phonologique sans trouble du langage associé ("Speech Delay" dans la classification de Shriberg et al., 2010) et à 38 enfants avec une dyspraxie verbale. Les enfants avec un trouble phonologique ont un score d'encodage inférieur aux deux autres scores, tandis que les enfants avec une dyspraxie verbale ont un score de transcodage déficitaire (même si dans l'ensemble, globalement, les trois scores sont déficitaires). Ce type d'analyse de la tâche de répétition de pseudomots nous paraît particulièrement adéquate pour affiner le diagnostic différentiel des TDSP.

La deuxième façon d'envisager la tâche de répétition de pseudomots dans le contexte des TDSP est de considérer qu'elle évalue la programmation motrice (Snowling and Stackhouse 1983; Nathan, 2004; Maillart, 2004; Vance et al., 2005; Geronikou et Rees, 2016). Lors de la répétition de pseudomots, l'enfant doit créer pendant l'énonciation l'ensemble ou une grande partie du programme moteur à partir des informations perceptives identifiées (Snowling, 1981). Dans ce

contexte, certains chercheurs se considèrent que la tâche de répétition de pseudomots permettrait de diagnostiquer les enfants avec des difficultés au niveau de la programmation motrice (Snowling and Stackhouse 1983; Nathan, 2004; Maillart, 2004; Vance et al., 2005; Geronikou et Rees, 2016). Cette perspective est corroborée par les études de Krishnan et al. (2017) et Pigdon et al. (2019) qui mettent en évidence l'influence des compétences oromotrices dans la répétition de pseudomots.

3.3. Quels types de tâches existent actuellement en clinique

Cette partie est consacrée à une revue des tâches de répétition de pseudomots disponibles en français et dans d'autres langues. La revue proposée n'est pas exhaustive. Elle a pour seul objectif de dresser un portrait des pratiques courantes et de souligner l'importante variété des outils disponibles. La comparaison des tâches de répétition de pseudomots s'organise en trois parties : (1) les objectifs des tâches, (2) la description des stimuli et (3) les modalités de passation et de cotation.

Synthèse de la comparaison des tâches des répétition de pseudomots

Nous décrivons dans un premier temps les objectifs des différentes tâches recensées. La totalité des épreuves s'intéressent au traitement langagier. Certaines d'entre elles ont pour objectif de décrire le traitement langagier chez l'enfant typique. Il s'agit par exemple de décrire les liens entre le vocabulaire réceptif et le score de répétition de pseudomots (Gathercole et al. 1994) ou encore d'envisager le développement langagier d'enfants bilingues (Elin Thordardottir, 2008). D'autres tâches ont un objectif clinique et cherchent à identifier les enfants présentant un Trouble Développementale du Langage (Launay et al., 2018 ; Dos Santos et Ferré, 2018).

Dans un deuxième temps, nous allons décrire les variations méthodologiques au niveau de la construction des stimuli. Au niveau du nombre de stimuli, certaines tâches proposent huit items à répéter (Balladares et al. 2016) tandis que d'autres présentent 71 items (Dos Santos et Ferré, 2018). La moyenne est à 28 items. La durée de la tâche est directement impactée par le nombre de stimuli et par conséquent la fatigabilité et l'attention de l'enfant le sont également. Ainsi, les capacités attentionnelles et l'endurance à la tâche sont davantage mises au défi lorsque l'enfant doit répéter 71 pseudomots comparativement à huit pseudomots. Concernant la longueur des stimuli, les différentes épreuves proposées démontrent plus d'homogénéité. En général, les pseudomots sont composés d'une syllabe à trois, quatre ou cinq syllabes. Seul le sous-test pseudomots de la batterie « Comprehensive Test of Phonological Processing » de Wagner et al. (1999) comporte des pseudomots jusqu'à neuf syllabes. Cette différence peut s'expliquer pour deux raisons : (1) le test de répétition de pseudomots est conçu comme un test de mémoire à court terme (mesure de l'empan mnésique) et (2) la batterie de tests est prévue pour être administrée auprès d'enfants et

d'adultes de 7 à 24 ans. Il est donc que des adultes de 24 ans soient capables de garder en mémoire et de répéter jusqu'à neuf syllabes. Les autres tests recensés sont conçus pour des enfants entre 3 et 15 ans. La structure des syllabes peut également être analysée. La très grande majorité des pseudomots compris dans les tâches recensées sont composés de syllabe de type CV (Consonne-Voyelle). En revanche, les groupes consonantiques et les consonnes en coda sont aussi représentés mais ils constituent une minorité des syllabes des tests. Lorsqu'on s'intéresse à la distribution segmentale, seul le test de Borel-Maisonny (1969) comprend l'ensemble des phonèmes de la langue de conception, en l'occurrence le français. D'autres épreuves font le choix délibéré de d'utiliser des phonèmes décrits comme étant acquis précocement et apparaissant dans de nombreuses langues (Dollaghan et Campbell, 1998 ; Calderon, 2003 ; Parra et al., 2011 ; Chiat et al., 2015 ; Dos Santos et Ferré, 2018). Les auteurs faisant ce choix méthodologique cherchent à créer une tâche moins sensible aux connaissances lexicales et pouvant être administrée à des enfants bilingues ou ayant moins de vocabulaire réceptif dans la langue de passation. En plus de la distribution segmentale, les descriptions des épreuves mentionnent généralement respecter la structure phonotactique de la langue de conception. Toutefois, très peu d'entre elles ne décrivent comment est objectivé ce respect de la structure phonotactique. En général, il n'y a pas d'information sur cette question. Quelques tâches sortent du lot et construisent les pseudomots à partir de vrais mots en changeant certains phonèmes (Roy et Chiat, 2004 ; Elin Thordardottir, 2008 ; Parra et al., 2011 ; Launay et al., 2018). Cette procédure est décrite par les auteurs des tests comme permettant de respecter la structure phonotactique de la langue. Très rarement, les auteurs mesurent la probabilité phonotactique en se basant sur les pourcentages d'occurrence des phonèmes de la langue (Dollaghan et Campbell, 1998 ; Calderon, 2003 ; Boerma et al., 2015). Finalement, si la très grande majorité des tests cherchent à respecter la structure phonotactique de la langue, d'autres au contraire proposent volontairement des items avec des fréquences phonotactiques faibles (Dollaghan et Campbell, 1998 ; Calderon, 2005). L'objectif de ces tests est, là encore, de limiter l'influence des connaissances lexicales dans le score de répétition de pseudomots. Pour clôturer cette comparaison des tâches au niveau des stimuli, nous nous intéressons à la présence de morphèmes. Seul le CNRep (Gathercol et al., 1994) comprend, de façon délibérée, un morphème lexical ou grammatical. Les autres épreuves n'envisagent pas cette question.

Dans un deuxième temps, nous nous intéressons aux variations méthodologiques au niveau de la passation et de la cotation des épreuves. Sept tests présentent les stimuli à voix haute, notamment pour favoriser la collaboration des enfants et huit tests pré-enregistrent les stimuli et les présentent avec des écouteurs ou des haut-parleurs. L'enregistrement des stimuli permet un meilleur contrôle des conditions expérimentales et peut faciliter la passation du test pour l'orthophoniste. Notons toutefois que l'enregistrement et la diffusion par des haut-parleurs ou des écouteurs dégradent le signal acoustique et, de ce fait, défient davantage le système perceptuel de

l'enfant. Concernant la cotation des épreuves, la méthode la plus répandue est une cotation globale : un point par item correctement et entièrement répété. Notre revue de outils d'évaluation fait ressortir deux tests qui utilisent une cotation plus sensible : le pourcentage de phonèmes corrects (Parra et al., 2011 ; Boerma et al., 2015). La littérature indique qu'une cotation par Pourcentage de Phonème Correct serait plus sensible que la cotation globale (correct ou incorrect) pour différencier les enfants typiques des enfants avec un trouble du langage (Boerma et al., 2015).

Nous souhaitons faire ressortir différents éléments de cette comparaison des tâches de répétition de pseudomots. Il n'y a pas de tâche construite spécifiquement pour l'évaluation des TDSP. Les tâches, ayant un objectif clinique, sont en général construites pour identifier les enfants avec un Trouble Développementale du Langage. Ensuite, peu de tâches ont une distribution segmentale ou syllabique représentative de la langue de passation. Également, la fréquence phonotactique n'est que rarement mesurée. Finalement, une très large majorité des tâches proposent une cotation globale (correct ou incorrect) alors même qu'une cotation avec un Pourcentage de Consonnes Correct apparaît comme une mesure plus sensible.

Tableau 17: État des lieux des principales tâches de répétition de pseudomots disponibles (en français et dans d'autres langues).

Note. L'abréviation « NA – Non applicable » est utilisée lorsque l'information n'a pas été retrouvée dans les articles ou les manuels de tests.

Auteur.e.s et année	Nom du test	Langue	Nombre de stimuli	Longueur des stimuli	Distribution segmentale	Structure syllabique	Phonotactique	Prosodie	Autre particularité	Présentation	Cotation
De Agostini et al., 1998	ELOLA	Français	15	1 à 3 syllabes	Absence du /k/ et du /ɥ/	Syllabes CV : 21/30 Syllabes CVC: 9/30 Groupes consonantiques : 2	Respect de la structure du français sans indication sur le calcul des fréquences.	Conforme au français	Pas de morphème	Présentation progressive par longueur syllabique. Stimuli présentés à voix haute.	Chaque item est coté comme correct ou incorrect.
Helloin et Thibault, 2006	EXALANG 3-6	Français	16	2 à 3 syllabes	Absence du /ʒ/	Syllabes CV : 27/30 Syllabes CVC: 3/30 Groupes consonantiques : 3	Respect de la structure du français sans indication sur le calcul des fréquences.	Conforme au français	7 items se rapprochent de mots existants mais aucune analyse spécifique de ces items n'est proposée.	Présentation progressive par longueur syllabique. Stimuli présentés à voix haute.	Chaque item est coté comme correct ou incorrect.
Helloin, Thibault et Croteau, 2010	EXALANG 5-8	Français	12	2 à 3 syllabes	Absence du /ʒ/	Syllabes CV : 33/40 Syllabes CVC: 17/40 Groupes consonantiques : 4	Respect de la structure du français sans indication sur le calcul des fréquences.	Conforme au français	2 items se rapprochent de mots existants mais aucune analyse spécifique de ces items n'est proposée.	Présentation progressive par longueur syllabique. Stimuli présentés à voix haute.	Chaque item est coté comme correct ou incorrect.

Borel-Maisonny, 1969	NA	Français	50	1 à 5 syllabes	Distribution segmentale exhaustive	Groupes consonantiques : 13	Respect de la structure du français sans indication sur le calcul des fréquences.	Conforme au français	NA	Présentation progressive par longueur syllabique. Stimuli présentés à voix haute.	Chaque item est coté comme correct ou incorrect.
Dos Santos et Ferré, 2018	LITMUS-NWR-FRENCH	Français	71 "Language independant" (LI) "Language dependant" (LD)	1 à 3 syllabes.	Items LI : consonnes et voyelles qui apparaissent dans de nombreuses langues et qui sont acquises précocement. Items LD : idem en ajoutant le /s/.	Items LI : syllabes de type CV, CVC# et avec des groupes consonantiques (CCV). Items LD : syllabes de type CV, CVC#, avec des groupes consonantiques (#sCV, #sCCV, sC# et Cs#) et consonnes en coda interne.	NA	NA	Tous les items ont été jaugés selon leur ressemblance à des vrais mots du français : les items LI ont une faible ressemblance, les items LD ont une forte ressemblance.	Stimuli randomisés. Stimuli enregistrés et présentés avec des écouteurs.	Chaque phonème est coté comme correct ou incorrect. Les distorsions sont jugées comme correctes.

Coquet et al., 2009	EVALO	Français	24	1 à 5 syllabes		Présence de syllabes de type CV, CCV et CVC.	Respect de la structure du français sans indication sur le calcul des fréquences.	Conforme au français	NA	Présentation progressive par longueur syllabique. Stimuli présentés à voix haute.	Score "Logatomes" : 1 point par items correctement répété. Score "Logatome par syllabe" : 1 point par syllabe correctement répétée.
Launay et al., 2018	EVALEO	Français	20 Mots complexes 20 Pseudomots construits en modifiant les mots complexes	1 à 5 syllabes	NA	Syllabes de types VC, VCC, VCCC, CVCC, CVCCC, CCVC, CCVCC, CCCVC.	Respect de la structure du français sans indication sur le calcul des fréquences.	Conforme au français	NA	NA	Chaque item est coté comme correct ou incorrect
Gathercole et al., 1994	Children's test of Nonword Repetition (CNRep)	Anglais	40	2 à 5 syllabes.	NA	Syllabes CV et CVC et groupes consonantiques.	Respect de la structure de l'anglais sans indication sur le calcul des fréquences.	Accentuation conforme au patron syllabique accentuel de l'anglais.	Présence de morphème monosyllabique.	Stimuli randomisés. Stimuli enregistrés et présentés avec des écouteurs.	Chaque item est coté comme correct ou incorrect. Les erreurs systématiques sont jugées comme correctes.

Dollaghan et Campbell, 1998	Nonword Repetition Test	Anglais	16	1 à 4 syllabes.	Aucunes consonnes acquises tardivement /s, z, l, r, j, ʒ, θ, ð/. Aucune voyelles relâchées.	Syllabes CV mais la dernière syllabe est toujours CVC.	Fréquence phonotactique faible (avec calcul de fréquence des phonèmes en position initiale ou finale).	Pas de syllabe faible, ce qui ne correspond pas au patron accentuel de l'anglais.	Aucune syllabe ne correspond à un mot de l'anglais.	Randomisé à l'intérieur de chaque catégorie de longueur syllabique. Présentation progressive par longueur syllabique. Stimuli enregistrés et présenté avec des écouteurs.	Chaque phonème est coté comme correct ou incorrect. Les distorsions sont cotées comme correctes.
Balladares, Marshall et Griffiths, 2016	Adaptation de l'anglais vers l'espagnol du "Grammar and Phonology Screening (GAPS) test" (van der Lely et al., 2007)	Espagnol	8	2 et 3 syllabes.	Pas d'exhaustivité en fonction de la position.	Syllabes CV et CVC et groupes consonantiques.	Phonotactique conforme à l'espagnol sans indication sur le calcul des fréquences.	Accentuation conforme au patron syllabique accentuel de l'espagnol.	NA	NA	Chaque item est coté comme correct ou incorrect.
Boerma et al., 2015	Adaptation en néerlandais d'une tâche de pseudomots de Rispens et Baker (2012).	Néerlandais	24	2 à 5 syllabes.	NA	Syllabes CV et CVC.	Phonotactique conforme au néerlandais quantifié à partir d'une base de données.	Accentuation conforme au patron syllabique accentuel du néerlandais.	NA	Stimuli randomisés. Stimuli enregistrés.	2 méthodes de cotation : pourcentage d'items corrects ou pourcentage de phonèmes corrects.
Chiat et al., 2015	Q-U NRT (quasi-universal nonword repetition task)	NA	16	2 à 5 syllabes.	Seules les consonnes et les voyelles qui apparaissent dans de nombreuses	Syllabes CV.	NA	NA	Pour chacun des 16 items, 4 à 6 autres items alternatifs sont possibles pour éviter qu'un vrai mot existe	NA	Chaque item est coté comme correct ou incorrect.

					s langues sont inclues.				dans une langue et pour adapter la tâche en fonction de la langue.		
Wagner, Torgesen, et Rashotte, 1999	Comprehensive Test of Phonological Processing, version 4-6 ans (sous-test de répétition de pseudomots)	Anglais	18	1 à 9 syllabes.	NA	Syllabes CV et CVC et groupes consonantiques.	NA	NA	Critère d'arrêt lorsque l'enfant est en échec sur 3 items consécutifs.	Stimuli de longueur syllabique croissante. Stimuli enregistrés.	Chaque item est coté comme correct ou incorrect.
Parra et al., 2011	NA	Anglais et espagnol	12 items ressemblant à l'anglais. 12 items ressemblant à l'espagnol.	1 à 3 syllabes.	Exclusion des consonnes décrites comme acquises tardivement en anglais et espagnol.	Syllabes CV et CVC.	Pseudomots construits à partir de l'échelle MacArthur-Bates en anglais et en espagnol. Phonotactique conforme à l'anglais ou à l'espagnol.	Pseudomots construits à partir de l'échelle MacArthur-Bates en anglais et en espagnol. Patron syllabique accentuel conforme à l'anglais ou à l'espagnol	NA	Pas de randomisation entre les langues. Présentés avec une poupée. Stimuli présentés à voix haute.	Pourcentage de phonèmes corrects.

Roy et Chiat, 2004	NA	Anglais	36	1 à 3 syllabes.	NA	Syllabes CV et CVC.	Les pseudomots sont construits à partir des mots en changeant la voyelle.	Les auteur.e.s indiquent que l'accentuation est conforme au patron syllabique accentuel de l'anglais.	18 items sont des mots 18 items sont des pseudomots.	Stimuli randomisé. Présentés avec une poupée. Stimuli présentés à voix haute.	Chaque item est coté comme correct ou incorrect. Certaines substitutions typiques des jeunes enfants sont acceptées.
Calderon 2003	NA	Espagnol	16	2 à 5 syllabes.	Aucune consonne acquise tardivement en anglais /s, z, l, r, j, ʒ, θ, ð/. Aucune voyelle relâchée.	Syllabes CV et CVC et groupes consonantiques.	Fréquence phonotactique faible pour éviter la possibilité de prédire les phonèmes (quantifié à partir de la fréquence d'apparition des syllabes en espagnol).	Pas de syllabe faible, ce qui ne correspond pas au patron accentuel de l'espagnol.	Aucune syllabe ne correspond à un mot de l'espagnol.	Randomisé à l'intérieur de chaque catégorie de longueur syllabique. Présentation progressive par longueur syllabique. Stimuli enregistrés et présenté avec des écouteurs.	Chaque phonème est coté comme correct ou incorrect. Les distorsions sont cotées comme correctes.

Thordardot- tir, 2008	NA	Islandais	25 items ressemblant à des mots 25 items ne ressemblant pas à des mots	1 à 5 syllabes.	NA	Syllabes CV et CVC et groupes consonantique s.	Les 25 items ressemblant à des mots respectent la phonotacti- que de l'islandais.	Les 25 items ressemblant à des mots respectent patron syllabique accentuel de l'islandais. Les 25 items ne ressemblant pas à l'islandais ne respectent pas le patron syllabique accentuel de l'islandais.	Les 25 items ressemblant à des mots comprennent morphèmes grammaticaux finaux de l'islandais. Items jugés par 10 adultes islandophones pour leur ressemblance à des vrais mots : 25 items avec un faible degré ressemblance, 25 items avec un haut degré ressemblance.	Stimuli enregistrés.	Chaque phonème est côté comme correct ou incorrect. Les distorsions sont jugées comme correctes.
----------------------------------	----	-----------	--	--------------------	----	--	---	--	--	----------------------	---

3.4. Construction de la tâche de pseudomots de EULALIES

Comme nous l'avons décrit précédemment, la tâche de répétition de pseudomots peut être influencée par de nombreuses variables inter-stimuli. Dans cette partie, nous décrivons les choix méthodologiques qui ont été fait pour construire la tâche EULALIES.

L'objectif théorique

Cette tâche de répétition de pseudomots EULALIES rentre dans l'objectif global de la batterie de test, à savoir l'évaluation des enfants avec un Trouble du Développement des Sons de Parole. Plus spécifiquement, l'objectif de cette tâche est double : (1) contribuer à l'objectivation un déficit du développement des sons de la parole chez les enfants monolingues francophones et multilingues, et (2) identifier les mécanismes psycholinguistiques déficitaires et aider au diagnostic différentiel entre les sous-types de TDSP.

Interprétation psycholinguistique

La tâche EULALIES s'inscrit dans la perspective de recherches antérieures considérant la tâche de répétition de pseudomots comme incluant l'ensemble des processus psycholinguistiques, de la perception à la production de parole (Snowling, 1981; Snowling and Stackhouse 1983; Nathan, 2004; Maillart, 2004; Vance et al., 2005; Shriberg et al., 2012; Geronikou et Rees, 2016 et Rvachew et Matthew, 2017). Nous considérons que les variables inter-stimuli incluses dans la tâche de répétition de pseudomots peuvent ouvrir une fenêtre sur les niveaux des mécanismes psycholinguistiques déficitaires.

Toutefois, notre tâche de répétition de pseudomots a deux objectifs plus spécifiques : (1) tester la façon dont l'enfant peut récupérer des informations lexicales et sous-lexicales stockées dans sa mémoire à long terme, sans évaluer la quantité d'informations lexicales détenue par l'enfant, et (2) évaluer la façon dont l'enfant sélectionne et agence les segments phonologiques (encodage phonologique), et transforme ce code phonologique en partition motrice.

Sélection des variables inter-stimuli

La tâche que nous avons utilisée combine diverses variables inter-stimuli, sélectionnées en fonction des deux objectifs énoncés précédemment (tester la façon dont l'enfant récupère des connaissances lexicales et sublexicales et évaluer l'encodage et la planification motrice).

• **Effet de longueur.**

La tâche contient 16 items dont la longueur varie de deux à quatre syllabes. En effet, les enfants avec un TDL ou un TDSP semblent être plus sensibles à l'effet de longueur que les enfants typiques (Graf Estes, Evans et Else-Quest, 2007). Chez les enfants avec un TDL, la performance au pseudomots semble chuter dès trois syllabes. Chez les enfants avec TDSP, cet effet de longueur

n'a pas été spécifiquement étudié. Toutefois, des études sur les mots polysyllabiques montrent qu'ils sont sensibles à l'effet de longueur (Masso et al., 2016 et 2017). Ces deux observations justifient ce choix méthodologique. Nous nous attendons à ce que les enfants avec un TDSP, en particulier les enfants avec une dyspraxie verbale, soient davantage sensibles à l'effet de longueur que les enfants typiques.

• Effet de la structure syllabique

Les non-mots présentent deux types de structures syllabiques. Certains sont construits avec une structure syllabique simple CV ou CGV et d'autres sont construits avec une structure syllabique complexe CCV ou CVC.CVC. La structure syllabique complexe contient des clusters tauto ou hétéro-syllabiques. Plusieurs arguments valident ce choix. Premièrement, l'effet de complexité syllabique est retrouvé chez les enfants TDL francophones (Leclercq, Maillart et Majerus, 2013). Deuxièmement, la complexité syllabique est décrite comme étant liée aux mécanismes psycholinguistiques de production de la parole (planification motrice). Or, chez certains enfants avec un TDSP, ces mécanismes semblent particulièrement déficitaires. Ce choix d'insérer des stimuli de complexité syllabique différente permettra de défier les mécanismes de planification motrice de la parole. Nous émettons l'hypothèse que les enfants avec une dyspraxie verbale aient plus de difficultés que les enfants avec un trouble phonologique, eux-mêmes présentant un score plus déficitaire que les enfants typiques.

• Effet de la probabilité phonotactique

La probabilité phonotactique a été calculée précisément à partir d'une base de données française Lexique (<http://www.lexique.org>) (New et al., 2004). La base Lexique contient environ 140 000 mots provenant de romans publiés entre 1950 et 2000 et de sous-titres de films. Nous avons utilisé la version la plus récente Lexique 3.83. La fréquence phonotactique est calculée comme la moyenne de la fréquence de chaque syllabe dans le non-mot. La fréquence des syllabes dans chaque non-mot est déterminée comme suit : nombre d'occurrences de la syllabe (indépendamment de la position du mot) / nombre total de syllabes dans la base de données Lexique. Dans les études chez l'enfant avec un développement typique ou un TDL, l'effet de la fréquence phonotactique est non consensuel. Certaines études démontrent une forte influence de la fréquence phonotactique (Szewczyk et al., 2018), d'autres études soulignent que cette influence est dépendante de la taille de vocabulaire de l'enfant (Munson et al., 2005; Rispens et al., 2015). Dans la mesure où nous souhaitons que cette tâche de répétition de pseudomots soit pertinente pour les enfants bilingues et/ou avec une variété de statut socioéconomiques et dans la lignée de Dollaghan et Campbell (1998) et Chiat et Polišenská (2016), les fréquences phonotactiques des items proposés sont relativement basses. En procédant de la sorte, nous limitons l'effet de la taille du vocabulaire sur la répétition de pseudomots. Nous nous attendons à ce que les enfants

monolingues et bilingues, quels que soient leur statut socioéconomique et socioculturel, performant de la même façon. Nous faisons en revanche l'hypothèse que les enfants avec un TDSP réussissent moins bien que les enfants avec un développement typique en raison de déficits dans les processus de traitement de parole et non pas en raison de déficit lexicaux.

• Effet de la présence d'un radical

En prenant modèle sur la tâche CNRep (Gathercole & Baddeley, 1996), nous choisissons d'insérer dans certains de nos pseudomots un vrai mot. Par exemple, /ʃosyʁɛ/ est créé avec le mot réel "chaussure" en ajoutant un affixe. La raison principale de ce choix provient de l'étude de Archibald et Gathercole, 2006 qui démontre un effet facilitateur de la présence d'un morphème dans les pseudo-mots. Les résultats de l'étude (Archibald et Gathercole, 2006) affirment que la tâche CNRep détient un plus fort pouvoir d'identification des TDL parce qu'elle contient des morphèmes. Cela permettrait d'évaluer la capacité des enfants à récupérer des connaissances lexicales pour supporter la répétition de pseudomots (Archibald et Gathercole, 2006). Nous avons donc choisi d'inclure des mots à l'intérieur des pseudomots. Nos choix de mots diffèrent de ceux inclus dans le CNRep en deux caractéristiques.

Premièrement, nous avons choisi des mots bisyllabiques tandis que le CNRep contient des morphèmes lexicaux ou grammaticaux d'une syllabe. Cette différence se justifie par les résultats issus de l'étude pilote (Meloni, 2015). Dans cette étude, nous avons inséré des morphème lexicaux et grammaticaux monosyllabiques, de la même façon que le CNRep. Les résultats suggéraient que les enfants francophones au développement typique ne tiraient pas bénéfice de la présence du morphème pour soutenir la répétition. Notre hypothèse est que la structure phonologique française, avec une fréquence élevée de mots bi- et polysyllabiques, a influencé la performance de la tâche de répétition de pseudomots, et que les enfants n'ont pas traité le morphème d'une syllabe inclus dans un non-mot polysyllabique comme prévu. C'est pourquoi, pour la deuxième version de la tâche de répétition, nous avons choisi des mots bisyllabiques à insérer dans les items.

La deuxième caractéristique qui diffère du CNRep est le choix des mots inclus dans les pseudomots. En effet, nous avons pris le parti de choisir des mots fréquents comme c'est le cas pour le CNRep mais surtout nous avons choisi des mots acquis très précocement par les enfants typiques. De ce fait, les mots ont été sélectionnés parmi les mots de l'inventaire de développement communicatif MacArthur Bates (Kern, Zesiger & Bovet, 2009). Ces choix méthodologiques sont guidés par notre intention de vérifier que l'enfant est capable de rechercher des informations stockées dans son lexique et non pas de vérifier la quantité de lexique de l'enfant. Notre hypothèse est que les enfants bilingues et monolingues de différents statuts socioéconomiques ou socioculturels auront le même type de résultats et seront favorisés par la présence de radical. Chez les enfants avec TDSP, nous prévoyons que les enfants avec un trouble phonologique pourront

recupérer des informations stockées dans leur représentation lexicale mais que celles-ci seront sous-spécifiées. Nous pourrions observer une constance entre ces items dénommés dans la tâche de répétition de pseudomots et ces items produits à l'intérieur de pseudomots. Chez les enfants avec un dyspraxie verbale, notre démarche est davantage exploratoire. En effet, nous pourrions nous attendre à deux types de résultats. Il est possible d'observer une dissociation automatico-volontaire. Ce phénomène est décrit chez les enfants avec une dyspraxie verbale (Charron, 2010). Dans ce cas-là, on peut espérer que les items contenant un radical soient mieux produits que les autres. Il est également possible d'envisager que le déficit de planification et programmation motrice des enfants avec une dyspraxie verbale influence uniformément la répétition de pseudomots. Dans ce cas-là, l'ensemble des items sera difficile à répéter.

• Représentation segmentale

En ce qui concerne la distribution segmentale, toutes les consonnes et voyelles apparaissent, au moins en deux positions dans les items (initiale, médiane ou finale), à l'exception des glides qui n'apparaissent qu'une fois. De cette façon, il sera possible de comparer la constance de la production des segments dans la tâche de dénomination et dans la tâche de répétition de pseudomots. Nous faisons l'hypothèse que les enfants avec une dyspraxie verbale seront moins constants dans leur production segmentale que les enfants avec un trouble phonologique.

Les tableaux suivants offrent une vue synoptique des caractéristiques inter-stimuli des pseudomots de la tâche EULALIES.

Tableau 18: Description des items de la tâche de répétition de pseudomots EULALIES.

Pseudomots	Fréquence phonotactique	Structure syllabique (C: consonne, V: voyelle, G: glide)	Longueur syllabique	Présence d'un radical
ʒɔ̃ljø	0,141	CV.CGV	2	–
guʃã	1,06	CV.CV	2	–
tʁɛsmœl	0,027	CCVC.CVC	2	–
vʁalbɲ	0,053	CCV.CVC	2	–
ʃosyʁɛ̃	1,507	CV.CV.CV	3	chaussure, /ʃosyʁ/
dɥnɛʁe	9,492	CV.CV.CV	3	–
zebɥifã	2,464	CV.CGV.CV	3	–
kanaʁglɔz	2,992	CV.CVC.CCVC	3	canard, /kanaʁ/
fœʁpidʁak	1,476	CVC.CV.CCVC	3	–
mɥʃisʁɔ̃	0,735	CV.CVC.CV	3	–
vwatyʁotã	2,799	CGV.CV.CV.CV	4	voiture, /vwatyʁ/
pukosɛ̃ta	4,455	CV.CV.CV.CV	4	–
lazɥnigɔ̃	1,892	CV.CV.CV.CV	4	–
adbalɔ̃ziʁ	1,522	CVC.CV.CV.CVC	4	ballon, /balɔ̃/

øbʁolistiʁ	0,274	V.CCV.CVC.CVC	4	–
spelyzbavez	1,266	CCV.CVC.CV.CVC	4	–

Tableau 19: Distribution segmentale en fonction de la position syllabique de la tâche de répétition de pseudomots de EULALIES.

	1 ^{ère} syllabe	2 ^{ème} syllabe	3 ^{ème} syllabe	4 ^{ème} syllabe	Total
p	pukosēta spelyzbavez	fœʁpidʁak			3
t	tʁesmœl	ʒɔ̃tjø vwatyʁotã		vwatyʁotã øbʁolistiʁ pukosēta	5
k	kanɑʁglɔz	pukosēta	fœʁpidʁak		3
b		zebɥifã adbalɔziʁ øbʁolistiʁ	spelyzbavez		4
d	dɥneʁe adbalɔziʁ		fœʁpidʁak		3
g	gɥfã		kanɑʁglɔz	lazynigɔ̃	3
f	fœʁpidʁak		zebɥifã		2
s	tʁesmœl spelyzbavez	ʃosyʁē muʃisʁɔ̃	pukosēta	øbʁolistiʁ	5
ʃ	ʃosyʁē	gɥfã muʃisʁɔ̃			3
v	vʁalɔɲ vwatyʁotã			spelyzbavez	3
z	zebɥifã	spelyzbavez	kanɑʁglɔz	adbalɔziʁ spelyzbavez	5
ʒ	ʒɔ̃tjø	lazynigɔ̃			2
ʁ	tʁesmœl vʁalɔɲ fœʁpidʁak	kanɑʁglɔz øbʁolistiʁ	ʃosyʁē dɥneʁe fœʁpidʁak muʃisʁɔ̃ vwatyʁotã	adbalɔziʁ øbʁolistiʁ	13
m	muʃisʁɔ̃	tʁesmœl			2
n		kanɑʁglɔz			3
l	lazynigɔ̃	tʁesmœl vʁalɔɲ spelyzbavez	lazynigɔ̃ kanɑʁglɔz adbalɔziʁ øbʁolistiʁ		7
ɲ		vʁalɔɲ dɥneʁe			2
a	vʁalɔɲ kanɑʁglɔz vwatyʁotã lazynigɔ̃ adbalɔziʁ	kanɑʁglɔz adbalɔziʁ	fœʁpidʁak spelyzbavez	pukosēta	9

e	spelyzbavez zebɥifã	dyneɛ	dyneɛ		3
ɛ	tɛsmæɫ			spelyzbavez	2
ø	øbɔlistɪɪ	ʒɔ̃tʃø			2
œ	fœɪpɪdɪak	tɛsmæɫ			2
o	ʃosyɛ	pukosɛta øbɔlistɪɪ	vwatyɔtã		4
ɔ		vɪalbɪ	kanakɫbz		2
i		zebɥifã fœɪpɪdɪak muʃɪsɔ̃	lazynigɔ̃	pukonɛɪ adbalsɔ̃ziɪ øbɔlistɪɪ	8
u	guʃã muʃɪsɔ̃ pukosɛta				3
y	dyneɛ	ʃosyɛ vwatyɔtã lazynigɔ̃ spelyzbavez			5
ã		guʃã	zebɥifã	vwatyɔtã	3
ɔ̃	ʒɔ̃tʃø		muʃɪsɔ̃ adbalsɔ̃ziɪ	lazynigɔ̃	4
ɛ̃			ʃosyɛ pukosɛta		2
j		ʒɔ̃tʃø			1
w	vwatyɔtã				1
ɥ		zebɥifã			1

La cotation

Dans la littérature, deux types de cotation sont principalement utilisées : (1) une cotation binaire pour laquelle si l'enfant répète correctement l'item, il obtient un point et s'il fait une erreur ou plus, il obtient 0 point, et (2) une cotation avec le PPC (pourcentage de phonèmes corrects) qui implique de faire un ratio avec le nombre de phonèmes correctement sur le nombre de phonèmes de la cible en ajoutant les éventuelles épenthèses de l'enfant. La cotation binaire est décrite comme facile à utiliser en clinique tandis que la cotation avec un PPC permettrait d'observer des tailles d'effet plus importantes (Graf-Estes et al., 2007; Boerma et Chiat, 2015). Concernant la cotation des pseudomots de EULALIES, nous avons opté pour l'utilisation du nombre d'erreurs moyen par item, qui est un indice du même type que le Pourcentage de Phonèmes Corrects (PPC). Nous faisons un ratio entre le nombre d'erreurs produit sur le nombre de segments dans la cible en ajoutant les éventuelles épenthèses.

Transcription

Pour une cotation en nombre d'erreurs moyen par item, il est nécessaire de procéder à une transcription étroite. Bien que ces transcriptions soient chronophages, elles sont nécessaires pour

observer les patrons d'erreurs présents dans les productions de l'enfant et pouvoir évaluer la constance entre la tâche de répétition de pseudomots et la tâche de dénomination.

La présentation

Des non-mots ont été enregistrés deux fois par deux locutrices françaises, avec un accent français standard, dans une chambre anéchoïque avec un enregistreur numérique Marantz Professional PMD620. Elles ont produit des non-mots avec la prosodie typique du français (i.e. accent primaire sur la dernière syllabe et accent secondaire sur la première syllabe). Trois expertes en linguistique ont sélectionné une des listes de pseudomots enregistrés, avec un consensus sur la prosodie la plus naturelle. Les pseudomots sélectionnés ont été inclus dans une présentation PowerPoint, dans un ordre croissant de longueur et de structure syllabique. Pour que la procédure soit adaptée aux enfants, le test était intégré dans une histoire dans laquelle l'enfant devait répéter le nom des extraterrestres affichés à l'écran. En moyenne, il fallait 5 minutes pour compléter la tâche.

4. Description et justifications méthodologiques de la tâche de diadococinésies

De nombreuses études, dans différentes langues, tendent à démontrer l'utilité des diadococinésies (DDK) dans l'évaluation et dans le diagnostic des troubles de la parole chez l'enfant et chez l'adulte. En effet, il s'agit d'une tâche relativement ludique, rapide et peu coûteuse en matériel, permettant de collecter des données intéressantes dans le diagnostic différentiel des TDSP. Dans cette partie, nous définirons les diadococinésies, nous envisagerons les différentes variables influant le score au diadococinésies, nous mettrons en évidence les différents types de protocoles existants et nous décrirons la construction de la tâche de diadococinésies de la batterie EULALIES.

4.1. L'examen du mécanisme oral périphérique et les diadococinésies

Dans la pratique orthophonique, la tâche de diadococinésies est, en général, utilisée dans le cadre de l'examen du mécanisme oral périphérique (MOP). L'examen du MOP pédiatrique comprend l'évaluation des structures et des fonctions de la sphère orofaciale et permet d'identifier si l'anatomie et/ou le fonctionnement de la sphère orofaciale sont appropriés pour l'âge de l'enfant. Le MOP est un examen essentiel de l'évaluation des TDSP pour deux raisons principales. Premièrement, le MOP permet d'envisager une étiologie expliquant les difficultés de parole. Par exemple, le MOP permet d'identifier des caractéristiques physiques typiques d'un syndrome d'alcoolisation fœtale. Dans ce contexte, le MOP peut justifier de référer vers d'autres professionnels de santé pour des investigations plus complètes. Deuxièmement, l'examen du mécanisme oral périphérique est primordial pour identifier si les causes sous-jacentes aux difficultés de parole se situent au niveau de l'exécution motrice des mouvements de parole (Brosseau-Lapré et Rvachew, 2018). En effet, le MOP permet d'envisager si l'anatomie ou le fonctionnement des muscles empêchent la production des sons de parole. Le MOP comprend deux volets d'observation. Le premier volet concerne l'analyse des structures anatomiques faciales et buccales telles que la symétrie du visage, le tonus des lèvres, l'alignement des dents, l'apparence de la langue ou encore la forme de la lèvre (liste non-exhaustive donnée à titre d'exemple). Le MOP comprend également un volet d'analyse du fonctionnement des structures laryngées et buccofaciales. Ce volet inclut des tâches de mouvements de la bouche non verbaux tels qu'ouvrir la bouche, étirer les lèvres ou envoyer un baiser. C'est dans le volet fonctionnement des structures buccofaciales que prennent place les diadococinésies (Robbins et Klee, 1987; Bernthal et al., 2008).

Les diadococinésies se définissent comme la capacité à réaliser rapidement des mouvements alternatifs. Les mouvements demandés peuvent être verbaux ou non-verbaux. S'ils sont non-verbaux, on parle de diadococinésies non verbales. Il s'agit par exemple de coordonner et répéter rapidement le mouvement d'étirement des lèvres et d'envoi d'un baiser. Si les mouvements

demandés sont verbaux, il s'agit de diadococinésies verbales (souvent appelées diadococinésies ou séries diadococinésiques²⁰). Cela réfère à la répétition rapide d'un mot, par exemple « toboggan » ou de séquences de syllabes, par exemple /pa-ta-ka/. Les diadococinésies non-verbales permettent de mettre en évidence une dyspraxie buccofaciale, qui correspond à des difficultés à coordonner les mouvements de la bouche et du visage pour des fonctions telles que mastiquer et déglutir, siffler, souffler, etc. La dyspraxie buccofaciale doit être repérée pour envisager si l'enfant a des difficultés au niveau de l'alimentation et de la déglutition. Les diadococinésies verbales permettent traditionnellement de mettre en évidence des difficultés praxiques, en lien avec une dyspraxie verbale (Maassen et al., 1991; William et Stackhouse, 1998; Prathanee et al., 2003; Shriberg et al., 2012; Terband et al. 2019). Prathanee et al. (2003) proposent que les difficultés de diadococinésies mettent en évidence des troubles au niveau du système nerveux central (système pyramidal et extrapyramidal), des ganglions de la base, du cervelet et du système sensorimoteur périphérique (p. 418). De nombreuses études corroborent l'intérêt des diadococinésies dans le diagnostic de dyspraxie verbale (Murray et al., 2020). Par exemple, Murray et al. (2015) indiquent qu'un faible score aux diadococinésies, associé au score de ségrégation de syllabes, aux erreurs d'accentuation lexicale et au pourcentage de phonèmes corrects des mots polysyllabiques, permettrait de diagnostiquer 91% des enfants avec une dyspraxie verbale. Ce type d'observation souligne l'intérêt majeur des diadococinésies en clinique dans le diagnostic différentiel des TDSP.

Analyse des diadococinésies : vitesse, précision et constance

Traditionnellement, la tâche de diadococinésies est évaluée à partir de la vitesse de production d'un certain nombre de syllabes (syllabes/sec, Icht et Ben David, 2014). On demande à l'individu de répéter le plus rapidement possible une séquence de syllabes dans un intervalle de temps défini ou sur une expiration et on détermine la vitesse de production en fonction du nombre de répétition par seconde. Il existe deux méthodes pour estimer la vitesse aux diadococinésies : (1) compter le nombre de répétitions de syllabes en 5 ou 10 secondes (méthode appelée "*count-by-time*") et, (2) mesurer le temps nécessaire pour 5 ou 10 répétitions (méthode appelée "*time-by-count*"). Chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients. En effet, la méthode "*time-by-count*" serait plus facile à utiliser en clinique avec peu de matériel. C'est la méthode utilisée par Fletcher (1972 ; cité par Bernthal et al., 2008). Cependant, la méthode la plus fiable serait celle "*count-by-time*", à partir d'une représentation du signal de parole enregistré (spectrogramme) (Gadesmann et Miller, 2008). Les méthodes de comptabilité, sans soutien d'une représentation visuelle, seraient trop dépendantes de l'expérience de l'orthophoniste.

²⁰ Dans cette thèse, le terme de "diadococinésies" réfère aux diadococinésies verbales.

Bien que le score de vitesse soit un élément essentiel de la tâche de diadococinésies, de nombreuses recherches proposent d'ajouter des mesures de précision ou de constance pour améliorer la sensibilité diagnostique de la tâche (Williams et Stackhouse, 1998; Williams et Stackhouse, 2000; Yaruss et Logan, 2002). Selon Williams et Stackhouse (1998), l'ajout de ces deux mesures permettrait de différencier les enfants avec un profil de dyspraxie verbale, de ceux avec un trouble phonologique ou une dysarthrie. La précision est décrite par Williams et Stackhouse (1998 et 2000) comme la comparaison de la répétition par rapport à la cible. Dans leur étude, Stackhouse et Wells (2000) apportent des données normatives auprès de 30 enfants typiques de 3 à 5 ans. Leurs résultats mettent en évidence une amélioration significative de la précision entre 3 et 4 ans. Yaruss et Logan (2002) investiguent de façon plus détaillée cette notion de précision en proposant une analyse des types d'erreurs réalisées par les enfants. Ainsi, leur mesure de précision intègre le nombre d'épenthèses, de suppressions, d'erreurs de voisement, d'erreurs de point d'articulation, de métathèses et de persévérations. Leurs résultats, auprès de 15 garçons de 3 à 7 ans, démontrent que les erreurs sont courantes (14/15 enfants produisent au moins une erreur et les participants produisent en moyenne 4,97 erreurs pour une série diadococinésique). Les erreurs les plus fréquentes sont les suppressions (80% des participants). Ainsi, selon ces auteurs, les scores de vitesse des diadococinésies devraient tenir compte des erreurs de production car elles sont très fréquentes chez les enfants typiques. En d'autres mots, il serait pertinent d'établir le nombre et la nature des erreurs considérées comme typiques. Cette analyse est partagée par Icht et Ben David (2021) qui considèrent que cette mesure est facilement utilisable en clinique car les orthophonistes sont habitués à analyser les erreurs de production.

En plus de la précision, la notion de constance des répétitions semble être pertinente dans l'analyse des diadococinésies. La constance des productions peut être envisagée comme la comparaison entre elles des différentes productions de l'enfant (Williams et Stackhouse, 1998). Les résultats de l'étude de Williams et Stackhouse (2000) auprès d'enfants typiques de 3 à 5 ans, mettent en évidence un effet significatif de l'âge, de la longueur de la séquence de syllabes et du type de séquence (syllabes *versus* vrais mots) sur la constance. Ainsi, les enfants de 3 ans sont beaucoup moins constants que leurs pairs de 4 et 5 ans. Également, plus la séquence à répéter est longue, plus l'inconstance est présente. Finalement, les vrais mots sont produits avec plus de constance que les séquences de syllabes.

Prises ensemble, les notions de vitesse, précision et constance pourraient aider au diagnostic différentiel des TDSP. C'est ce que proposent Williams et Stackhouse (1998) dans une étude de cas auprès de trois enfants avec un TDSP. Les chercheuses soutiennent qu'un manque de précision dans la répétition serait lié au trouble phonologique, que l'inconstance serait le signe d'une dyspraxie verbale et que la lenteur indiquerait une dysarthrie. Leur hypothèse est, en partie,

corroborée par les résultats des trois enfants de leur étude de cas clinique : (1) une locutrice qui démontre des difficultés de précision et de constance a un diagnostic de dyspraxie verbale; (2) une autre qui présente un manque de précision, a un trouble phonologique; et, (3) la dernière qui démontre des déficits au niveau de la précision, de la constance et de la vitesse, a un diagnostic de traits dyspraxiques et dysarthriques. Là encore, Icht et Ben David (2021) confirment cette idée selon laquelle les différentes mesures permettraient de mettre en évidence différents profils. Selon eux, il serait pertinent de différencier les enfants en fonction de leur précision et de leur rapidité.

4.2. Les différentes variables influençant la tâche de diadococinésies

Comme nous l'avons entrevu dans la partie précédente, certaines variables influencent la réussite aux diadococinésies. Nous distinguerons les variables liées au stimulus proposé (par exemple : la répétition de syllabes *versus* un vrai mot) des variables liées au sujet (par exemple : l'âge des sujets).

Les variables liées au stimulus

La première variable que nous abordons est celle de l'utilisation de vrais mots ou de séquences de syllabes. En effet, certaines recherches suggèrent que l'utilisation de vrais mots faciliterait la réalisation des diadococinésies (Williams et Stackhouse, 1998; Yaruss et Logan, 2002; Icht et Ben David, 2014; Icht et Ben David, 2021). Les vrais mots utilisés sont en général des mots qui correspondent à une forme phonologique cible, qui met en jeu la coordination entre plusieurs articulateurs (lèvres, pointe de la langue et dos de la langue). Par exemple, en anglais, le vrai mot couramment utilisé est "buttercake" (gâteau au beurre) qui serait équivalent, au niveau de l'enchaînement de consonnes labiales-coronales-dorsales, à la séquence de syllabes /pʌtʌkə/. Les chercheurs suggèrent que, lors de l'utilisation d'un vrai mot, l'influence du système linguistique permettrait aux enfants d'obtenir un meilleur score aux diadococinésies (Icht et Ben David, 2014; Icht et Ben David, 2021). L'étude de Icht et Ben David (2021) porte directement sur cette problématique. Ils ont proposé une tâche de diadococinésies comprenant des vrais mots (*bodeket* signifiant « examinateur ») et des séquences de syllabes (/pataka/) à cent-cinquante individus de 5 ans, 7 ans, 15 ans et 25 ans. L'étude met en évidence deux éléments intéressants : (1) l'indice de précision est meilleur pour les vrais mots que pour les séquences de syllabes, et ce, pour tous les groupes d'âge, (2) en revanche, l'indice de vitesse n'est pas influencé par le type de stimulus. Ces résultats sous-entendent que les mécanismes impliqués dans la répétition de vrais mots et de séquences de syllabes ne sont pas les mêmes. L'influence du système linguistique serait visible sur la précision de la répétition mais pas sur la vitesse de répétition. Cela justifie l'utilisation de protocole de diadococinésies utilisant des vrais mots ainsi que des séquences de syllabes. En effet, on pourrait faire l'hypothèse que pour les enfants avec un TDSP pour lesquels les représentations

phonologiques sont sous-spécifiées, l'utilisation de vrais mots n'améliorerait pas la précision de la répétition.

La deuxième variable à explorer est celle du type de consonnes utilisées dans la séquence de syllabes. En général, ce sont les consonnes /p/, /t/ et /k/ (ou leurs équivalents voisés pour les systèmes phonologiques qui n'ont pas ces consonnes) qui sont majoritairement utilisées (Kent et al. 2022). Le choix de ces consonnes peut s'expliquer par deux justifications : (1) ce sont des consonnes acquises relativement précocement dans une majorité de langue (McLeod et Crowe, 2018) et, (2) ces consonnes mettent en jeu trois articulateurs cruciaux dans la parole : les lèvres, la pointe de la langue et dos de la langue.

La troisième variable est celle de la voix haute *versus* de la voix chuchotée. L'hypothèse serait que la production des diadococinésies serait plus facile avec la voix chuchotée qu'avec la voix normale. En effet, la voix chuchotée éviterait la coordination de la fonction laryngée avec les articulateurs. Une étude (Pyo, 2014) envisage cette question chez 39 femmes de 18 à 23 ans. Les résultats ne montrent pas de différence au niveau de la vitesse de répétition. Ces résultats très intéressants chez l'adulte pourraient toutefois être différents chez les enfants pour lesquels le système de contrôle moteur de la parole n'est pas encore mature. D'autres recherches sont donc nécessaires.

Les variables liées au sujet

La première variable inter-sujet à aborder est celle de l'âge. En effet, à notre connaissance, toutes les recherches menées chez les enfants démontrent un effet de l'âge sur les diadococinésies, notamment sur la vitesse de production (Williams et Stackhouse, 1998; Williams et Stackhouse, 2000; Yaruss et Logan, 2002; Pratane et al., 2003; Wong et al. 2011; Maturo et al. 2012; Granocchio et al. 2021; Icht et Ben David, 2021; Kent et al. 2022). Les plus jeunes enfants répètent plus lentement la séquence de syllabes que les enfants plus âgés. Cet effet de l'âge serait le reflet de la maîtrise progressive du contrôle moteur durant l'enfance. Ce consensus sur l'effet de l'âge ne sous-entend pas pour autant que les scores de vitesse de diadococinésies sont similaires entre les études. Au contraire, la diversité des méthodologies et des populations entraîne une importante variété dans les normes proposées.

La deuxième variable inter-sujet étudiée est celle du sexe des enfants. A notre connaissance, aucune étude n'observe de différence en fonction du sexe (Wong et al. 2011; Maturo et al. 2012). Kent et al. (2022) dans leur revue de littérature, soulignent que lorsqu'un effet du sexe apparaît, celui-ci est minime et n'est pas homogène.

Nous étudions en troisième variable la langue maternelle. Dans la mesure où la tâche de diadococinésies teste des aspects de contrôle moteur, l'influence de la langue maternelle peut être

questionnée. La littérature n'apporte pas de réponse consensuelle. Certaines études ne montrent pas d'effet de la langue maternelle sur la vitesse de répétition des DDK (Steelakshmi et Murali, 2016). D'autres, au contraire, soulignent l'effet de la langue maternelle (et de la culture) (Icht et Ben David, 2014 ; Alshahwan et al., 2020). Cet effet de la langue maternelle reflèterait l'effet de la phonologie et plus largement du système linguistique de l'individu sur les mécanismes de contrôle moteur (Kent, 2004). Bien que cet effet soit non-consensuel, Kent et al. (2022) indiquent que

« il est prudent d'admettre que les effets de la langue sur le DDK peuvent être présents, de sorte qu'il est préférable d'utiliser des données de référence spécifiques à la langue pour les applications cliniques ou autres.²¹ » (p. 595, notre traduction).

La dernière variable que nous décrivons est celle de la présence d'un TDSP. En effet, les diadococinésies sont très fréquemment utilisées dans l'évaluation des habiletés oromotrices de la parole et la coordination des mouvements de parole (Rvachew et Brosseau-Lapré, 2018). De ce fait, les diadococinésies permettent d'identifier des difficultés au niveau de la production de parole. En particulier, les DDK sont utilisées pour diagnostiquer la dyspraxie verbale (Murray et al., 2021). Des diadococinésies avec un rythme lent et des erreurs dans la prosodie (par exemple : pauses intrusives, accentuations inégales, variation de l'intonation) sont décrites chez les enfants avec une dyspraxie verbale, et ce de façon crosslinguistique. (Murray et al., 2021 ; Murray et al., 2015 ; Wong et al., 2020). Chez les enfants avec un trouble phonologique, la littérature est moins homogène. Certains auteur·e·s retrouvent une lenteur des diadococinésies chez les enfants avec un trouble phonologique (Tafiadis et al. 2021) tandis que d'autres auteur·e·s rapportent des résultats similaires aux enfants typiques (Dodd et McIntosh, 2008). Toutefois, ce qui fait consensus, c'est la pertinence de cette épreuve pour identifier des difficultés de planification et programmation motrice chez les enfants avec un TDSP (Kent et al., 2022).

Panorama des outils et des données normatives disponibles en français

Kent et al. (2022) proposent une revue de la littérature sur les diadococinésies, en particulier sur les données normatives. Aucune donnée normative pour les enfants n'est actuellement disponible en français. Il existe deux études proposant des données normatives en français pour les adultes : l'étude de Bilodeau-Mercure et Tremblay (2016) pour le français québécois et le protocole MonPaGe (Laganaro et al. 2021) pour les troubles moteurs chez l'adulte pour le français de France, Belgique, Canada et Suisse. Cette absence de données normatives pour les enfants francophones est un problème majeur pour la clinique. En effet, comme nous l'avons précisé précédemment, le score de vitesse au diadococinésies varie en fonction de la langue de l'individu (Icht et Ben David, 2014). Il est donc important, pour proposer une évaluation sensible, de prendre appui sur des données normatives chez les enfants francophones.

²¹ "it is prudent to allow that language effects on DDK may be present so that it is preferable to use language-specific reference data in clinical or other applications." (Kent et al., 2022, p. 595)

4.3. Construction de la tâche EULALIES

Dans cette partie, nous décrivons les choix méthodologiques qui ont conduit à la construction de la tâche de diadococinésies pour la batterie EULALIES.

Objectif théorique

Cette tâche de répétition de diadococinésies rentre dans l'objectif global de la batterie de test, à savoir l'évaluation des enfants avec un Trouble du Développement des Sons de Parole. Plus spécifiquement, l'objectif de cette tâche est double : (1) contribuer à l'objectivation d'un déficit au niveau de la planification et la programmation motrice des sons de parole et (2) contribuer au diagnostic différentiel entre les sous-types de TDSP.

Interprétation psycholinguistique

La tâche de diadococinésies est décrite dans la littérature comme une tâche défiant essentiellement les mécanismes de planification et programmation motrices, étapes finales du processus de production de parole (Williams et Stackhouse, 1998). En effet, cette tâche ne nécessite pas de recourir à un lexique mental. L'encodage phonologique n'a pas non plus à être effectué puisque la séquence à reproduire est prononcée par l'orthophoniste. Mais la répétition et la coordination de gestes articulatoires suppose une planification et une programmation des mouvements des lèvres, de la langue et du larynx. La tâche de diadococinésies de EULALIES a été construite dans l'objectif d'évaluer précisément ces étapes du processus de production de parole. Des difficultés dans la réalisation de la tâche signifieraient un déficit au niveau de la planification et de la programmation motrice.

Stimuli proposés

La tâche de diadococinésies de EULALIES propose quatre types de stimuli :

- /pa/
- /pata/
- /pataka/
- /pabapaba/

Le choix des stimuli a été guidé par plusieurs raisons. Premièrement, les stimuli /pa/, /pata/ et /pataka/ sont très fréquemment utilisés dans les outils d'évaluation disponibles dans d'autres langues que le français (Fletcher, 1972 ; Yoss et Darley, 1974 ; Robbins et Klee, 1987 ; Wong et al., 2011 ; Icht et Ben David, 2014 ; Icht et Ben David, 2021). Ensuite, les consonnes /p/, /t/ et /k/ font partie des plus fréquentes dans les langues du monde (Maddieson, 1984) et sont, en général, acquises très précocement (McLeod et Crowe, 2018). Finalement, nous souhaitons représenter trois zones de points d'articulation (labial, coronal et postérieur) ainsi que le contraste de voisement.

Ces dimensions phonétiques jouent un rôle majeur pour le français. Nous faisons l'hypothèse, d'après Rochet-Capellan et Schwartz (2007), que la répétition de /pata/ soit plus rapide que celle de /pa/ parce que le·la locuteur·trice a la possibilité d'anticiper le mouvement de parole. Nous n'avons pas de prédiction a priori pour les stimuli /pataka/ et /paba/.

Méthode de cotation et présentation des stimuli

Comme nous l'avons précisé précédemment, il existe deux méthodes pour estimer la vitesse aux diadococinésies : la méthode "count-by-time" où l'orthophoniste compte le nombre de répétitions de syllabes en 5 ou 10 secondes (méthode appelée "count-by-time") et, la méthode "time-by-count" où l'orthophoniste mesure le temps nécessaire pour 5 ou 10 répétitions. La littérature indique que la méthode "count-by-time" associée à la visualisation du signal audio enregistré serait la procédure la plus fiable. Nous avons donc opté pour cette procédure.

Ainsi, l'enfant est incité.e à répéter le plus rapidement possible la séquence de syllabes pendant 10 secondes. Pendant la tâche, l'enfant est enregistré.e. Puis, l'examinatrice, à l'aide du spectrogramme, comptabilise le nombre de répétitions réalisées pendant les 10 secondes.

5. Description et justifications méthodologiques de la tâche de répétition de syllabes

La tâche de répétition de syllabes fait partie de l'évaluation du mécanisme oral périphérique. Elle est proposée pour évaluer les habiletés motrices verbales et permet d'identifier un déficit au niveau de l'exécution motrice des mouvements de parole. Dans une optique d'intervention, la tâche de répétition de syllabes peut également être utile pour évaluer la stimulabilité des phonèmes. En effet, certains enfants peuvent avoir des difficultés lors de la production spontanée de certains phonèmes, notamment dans une tâche de dénomination, alors qu'ils sont capables de les produire lorsqu'ils doivent les répéter (Rvachew et Brosseau-Lapré, 2018). Cette partie s'organise en trois sous-sections : dans la première section, nous présentons les intérêts d'une tâche de répétition de syllabes dans le cadre de l'évaluation des enfants avec un TDSP. Ensuite, nous proposons un panorama des outils disponibles dans la clinique française et anglophone. Finalement, il sera question des choix méthodologiques qui ont guidés la construction de la tâche EULALIES.

5.1. Intérêts de la tâche de répétition de syllabes

La tâche de répétition de syllabe est couramment utilisée pour évaluer l'intégrité du système moteur pour la production de parole. En d'autres termes, c'est une tâche qui cible spécifiquement l'exécution motrice : l'orthophoniste observe si l'enfant a la capacité musculaire de produire les différents phonèmes de la langue le plus souvent en contexte syllabique mais parfois en contexte de phonème isolé ou en mots monosyllabique (Kaufman, 1995). En général, il est question de répétition de syllabes isolées de type /pa/, /ta/, /ka/, /ba/, /da/, /ga/, etc. Différents phonèmes de la langue sont proposés en position initiale et en contexte vocalique /a/ principalement. La définition de syllabes isolées peut parfois être élargie en intégrant dans cette épreuve la répétition d'items de type /apa/, /ata/, /aka/, etc., comprenant deux syllabes, et permettant d'investiguer la production des différentes consonnes en position intervocalique. Les groupes consonantiques fréquents de la langue, par exemple /pka/, /kla/, etc. et en position intervocalique /apla/, etc. peuvent également être testés.

La tâche de répétition de syllabes peut avoir plusieurs intérêts. Elle peut permettre de réaliser un inventaire phonétique, c'est-à-dire de répertorier l'ensemble des phonèmes de la langue que l'enfant peut produire, en l'absence d'association avec un contenu sémantique (Maillart, et al., 2004, Schelstraete et al. 2011). La tâche de répétition de syllabes peut être particulièrement utile pour un enfant qui ne parvient pas à achever une tâche de dénomination. Selon Stoel-Gammon (1987), il est nécessaire que le phonème soit produit au moins deux fois pour être comptabilisé dans l'inventaire phonétique. Une absence de cinq phonèmes ou plus semblerait être un critère de prise en charge orthophonique (Schelstraete et al. 2011). En plus d'inventorier les possibilités de production, ce

type d'épreuve permet d'établir, en comparaison à la parole spontanée ou à la tâche de dénomination, quels phonèmes sont « stimulables » en contexte de répétition. En effet, certains phonèmes sont absents dans la parole spontanée, mais peuvent être présents au cours de la tâche de répétition (Schelstraete et al., 2011).

Ce test, en investiguant les aspects moteurs périphériques, contribue au diagnostic différentiel de trouble d'articulation et de la dysarthrie (Maillart, et al., 2004). Selon Maillart, et al. (2004) et Schelstraete et al. (2011), un trouble d'articulation isolé interfère de manière stable dans la réalisation des phonèmes de la langue et se traduit donc par un échec systématique à certains items de l'épreuve. La dysarthrie se manifestera, quant à elle, par différents signes d'atteintes neuromusculaires comme la flaccidité, la faiblesse musculaire, l'hypotonie ou l'hypertonie, la spasticité, la rigidité ou la lenteur du mouvement (Yorkston et al., 2010).

5.2. Revue des outils disponibles

Pour le français, ce type d'épreuve de répétition de syllabes sans signification se retrouve dans plusieurs tests orthophoniques : l'EVALO²² présente une épreuve appelée « Test phonétique », la BEPL-A propose une épreuve appelée « Articulation », et l'ISADYLE²³ met à disposition l'« Inventaire phonétique ». Tous se proposent d'examiner un large éventail de phonèmes de la langue. Cependant, lorsqu'on les observe en détail, aucun de ces bilans n'est exhaustif, il n'y a pas d'inventaire complet des phonèmes du français. La consonne /ɲ/ n'est présente que dans le protocole EVALO et les semi-consonnes sont également très peu représentées. Peu de tests s'intéressent aux voyelles isolées ; seul l'EVALO se propose de tester la production de quelques voyelles en opposition. Rondal (2003) soulevait déjà ce problème : « *On s'intéresse rarement à l'évaluation de la production des voyelles* » (2003, p. 60). Pourtant, les voyelles étant dépendantes de la forme du tractus vocal dans son entièreté, elles peuvent être particulièrement difficiles à réaliser pour certains enfants. Une deuxième observation concerne les normes. Peu d'épreuves de répertoire articulatoire dans les bilans orthophoniques sont étalonnées (excepté ISADYLE qui propose une norme jusqu'à 12 ans). Les grilles d'analyse proposées dans ces bilans suggèrent plutôt une analyse qualitative. L'étalonnage d'ISADYLE, constitué auprès de 1144 enfants de 3 à 12 ans, montre un effet plafond aux alentours de 6 ans pour quatre types d'items : les « praxies » simples et complexes en position initiale (/ba/ et /bʷa/ par exemple) ainsi que les « praxies » simples et complexes en position médiane (/aba/ et /abʷa/ par exemple). Cependant, cet étalonnage ne propose pas de référence d'âge pour chaque phonème. La référence porte sur le score global à l'épreuve.

²² Coquet, F., Ferrand, P., Roustit, J. (2008). EVALO 2-6, Évaluation du développement du langage oral chez l'enfant de 2 ans 3 mois à 6 ans 3 mois, OrthoEdition.

²³ Comblain, A., Grégoire, J., Mousty, P., Piérart, B. (2010). ISADYLE : Instrument pour le Screening et l'Approfondissement de l'examen des Dysfonctionnements du Langage chez l'Enfant, Solal.

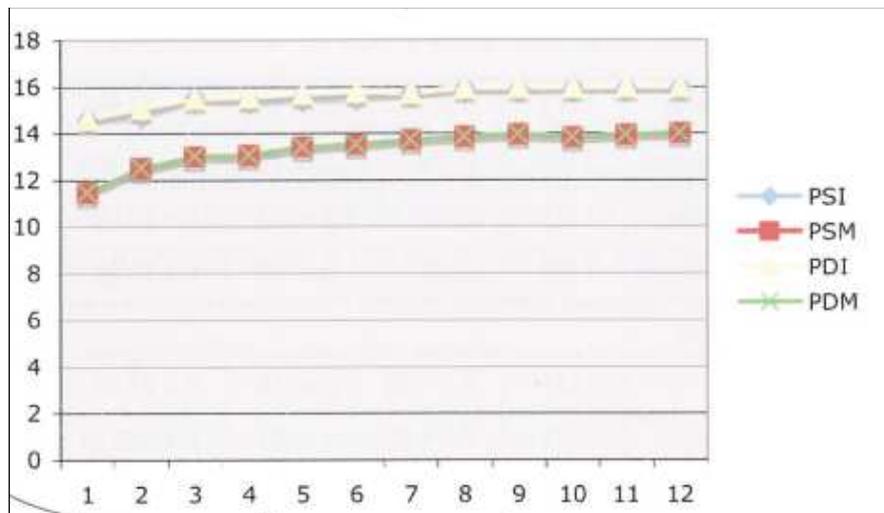


Figure 8: Étalonage de l'épreuve praxies buccophonatoires d'ISADYLE (score en fonction de l'âge).

Note. NB : PSI : Praxies Simples Initiales (sur un total de 16). PSM : Praxies Simples Médianes (sur un total de 16) PDI : Praxies Doubles Initiales (sur un total de 14). PDM : Praxies Doubles Médianes (sur un total de 14). Tiré du manuel ISADYLE Comblain et al. (2010).

5.3. Construction de la tâche de répétition de syllabes de EULALIES

Dans cette partie, nous décrivons les choix méthodologiques qui ont guidé à la construction de la tâche de répétition de syllabes pour la batterie EULALIES.

Objectif théorique

Cette tâche de répétition de syllabes rentre dans l'objectif global de la batterie de test, à savoir l'évaluation des enfants avec un Trouble du Développement des Sons de Parole. Plus spécifiquement, l'objectif de cette tâche est double : (1) contribuer à l'objectivation d'un déficit au niveau l'exécution motrice des sons de parole et (2) contribuer au diagnostic différentiel entre les sous-types de TDSP.

Interprétation psycholinguistique

La tâche de répétition de syllabes est décrite dans la littérature comme une tâche testant essentiellement les mécanismes d'exécution motrice et, de ce fait, évaluant l'intégrité du système moteur périphérique pour la production des sons de parole (Kaufman et al., 1995 ; Maillart, 2004 ; Schelstraete et al., 2011). Des difficultés dans la réalisation de la tâche signifieraient un déficit au niveau des habiletés motrices périphériques ou une particularité anatomique de la sphère orofaciale (Terband et al., 2019).

Stimuli proposés

La tâche de répétition de syllabes prend appui et complète l'épreuve de ISADYLE contenue dans la batterie ISADYLE, à laquelle nous avons ajouté l'item /ɲa/ ainsi que la liste « Praxies doubles initiales ». Ensuite, nous avons complété cet ensemble par une liste de syllabes simples fermées et une liste de syllabes fermées avec un groupe consonantique. L'ensemble des items est

proposé en contexte vocalique /a/. Les différents stimuli sont présentés dans le tableau 20. Cette adaptation de l'épreuve d'ISADYLE est une suggestion des orthophonistes du Centre Référent des Troubles du Langage et des Apprentissages (CRTLA) de Grenoble, qui utilisent cette version adaptée dans leur pratique. L'idée, à long terme, est donc d'étalonner cette version, avec des syllabes ouvertes et fermées, pour obtenir des données normatives par âge et par segment.

Tableau 20: Matériel verbal pour la tâche de répétition de syllabes.

Syllabes ouvertes (Praxies buccophonatoires simples initiales d'ISADYLE)	Notre ajout Syllabes fermées	Groupes consonantiques ouverts (Praxies buccophonatoires doubles initiales d'ISADYLE)	Notre ajout Groupes consonantiques fermés
pa	ap	pka	apk
ta	at	tka	atk
ka	ak	kka	akk
ba	ab	bka	abk
da	ad	dka	adk
ga	ag	gka	agk
fa	af	pla	apl
sa	as	kla	akl
ʃa	aʃ	bla	abl
va	av	gla	agl
za	az	fka	afk
ʒa	aʒ	vka	avk
la	al	fla	afl
ka	ak	sta	ast
ma	am		
na	an		
ɲa	aɲ		
Total : 17	Total : 17	Total : 14	Total : 14

Chapitre 4

Recueil de données et méthodologie

1. Bilan et hypothèses

Les chapitres précédents ont permis d'établir différents éléments liminaires à l'établissement de notre problématique générale. Le chapitre d'introduction a mis en évidence la diversité des TDSP en termes de sémiologies, de causes, de perspectives d'intervention, de pronostics et de sévérités. Face à cette hétérogénéité, les orthophonistes ont besoin d'outil d'évaluation permettant de mettre en lumière les causes sous-jacentes à la perte d'intelligibilité. Cette étape d'évaluation est primordiale pour identifier et décrire le profil de l'enfant ayant un TDSP et pour choisir une méthode d'intervention adaptée. Pourtant, dans les chapitres suivants, nous avons souligné le manque d'outils d'évaluation disponibles. D'une part, la revue des tâches d'évaluation de la perception (chapitre 3) fait ressortir le manque de sensibilité et de spécificité des épreuves. D'autre part, les différents états des lieux des tâches de production de parole (chapitre 4) soulignent le manque de normes en français. Face à ces observations, nous proposons différentes tâches d'évaluation de la perception et la production de parole (chapitre 4). Ces tâches d'évaluation s'inscrivent dans un cadre théorique psycholinguistique (chapitre 2). Nous présentons un modèle de perception et de production de parole sur lequel les différentes épreuves prennent appui.

Notre problématique générale est celle de l'évaluation des enfants présentant un TDSP. En particulier, il s'agit d'étudier l'intérêt du protocole de tests que nous proposons à travers deux axes : étudier la validité des tâches et décrire les caractéristiques cliniques des enfants avec un TDSP. L'enjeu de ce travail de thèse est de contribuer à une meilleure évaluation des enfants avec un TDSP et à une meilleure description des troubles et de leurs origines chez les enfants francophones.

Deux objectifs spécifiques sont inclus et font l'objet de deux études distinctes. Le premier objectif (chapitre 5) est une étude de la validité de la tâche de répétition de pseudomots pour déterminer les facteurs influençant le score de répétition de pseudomots. Le second objectif vise à décrire les indicateurs cliniques au niveau de la parole des enfants francophones avec un TDSP.

Dans ce présent chapitre, nous décrivons la méthodologie de recueil de données mise en œuvre dans ces deux études.

2. Éthique

Ce travail de thèse a fait l'objet de deux demandes éthiques. La première demande, pour les enfants français, a été faite auprès du CERNI (Centre d'Éthique pour les Recherches Non Interventionnelles, du Pôle Grenoble Cognition) et a été acceptée en 2018 (premier avis favorable N° CER Grenoble Alpes-Avis-2018-04-03-2 obtenu le 10 avril 2018, et amendement N°

CER Grenoble Alpes-Avis-2018-04-03-2-Amendement obtenu le 22 septembre 2019). La seconde demande, pour les enfants québécois, a été déposée au CEREP (Comité d'Éthique pour la Recherche en Éducation et en Psychologie, de l'Université de Montréal). Le projet CEREP-19-046-D a été approuvé le 27 mai 2019.

3. Participant·e·s

Pour cette thèse, les participant·e·s ont été recruté·e·s à la fois au Québec et en France.

Pour le versant France, nous avons recruté 133 enfants de 4;6 ans à 11;3 ans. La moyenne d'âge est de 7;6 ans. Parmi ces enfants, certains enfants démontrent un développement du langage et de la parole typique, à savoir 119 enfants typiques (72 filles and 47 garçons). D'autres enfants présentent un TDSP, soit 14 enfants (4 filles et 10 garçons). Les enfants ont été recruté par deux biais : (1) nous avons contacté les écoles primaires de la région Rhône-Alpes et (2) nous avons mobilisé les orthophonistes des régions de Grenoble et Lyon. Au total, cinq écoles et sept orthophonistes ont participé au recrutement des enfants de cette thèse.

Pour faire partie du groupe d'enfants typiques, les participant·e·s devaient remplir les critères d'inclusion suivants : (a) avoir une vision normale ou ajustée, (b) être capable de comprendre et tenir une conversation en français, (c) ne pas avoir de diagnostic de troubles neurodéveloppementaux, (d) ne pas avoir redoublé de classe. Pour faire partie du groupe d'enfants avec un TDSP, tous les enfants devaient avoir reçu un diagnostic de TDSP (ou de suspicion de TDSP) en lien avec une perte d'intelligibilité.

Pour le versant québécois, nous avons recruté 66 enfants de 3;1 ans à 8;8 ans. La moyenne d'âge est de 5;10 ans. Le groupe est constitué de 30 filles et de 36 garçons. Là encore, certains enfants démontrent un développement typique (N= 47) et d'autres présentent un TDSP (N= 19). Tous les enfants ont été recrutés au sein de deux écoles de Montréal (Centre de Services Scolaires Pointe de l'Île) et au sein d'un Centre de Petite Enfance de Montréal. Les mêmes critères d'inclusion ont été imposés au groupe d'enfants du Québec qu'au groupe d'enfants de France.

Tableau 21: Résumé des caractéristiques des participant·e·s

	Échantillon français	Échantillon québécois
Nombre de participant·e·s total	133	66
Enfants avec un développement typique	119	47
Enfants avec un TDSP	14	19
Bornes d'âges	4;6 ans à 11;3 ans	3;1 ans à 8;8 ans
Moyenne d'âge	7;6 ans	5;11

Filles/Garçons	76/57	30/36
Monolingues/Multilingues	56/67	28/38

Cette thèse s'est déroulée dans le cadre d'un projet international au long cours. À ce jour, seules les données des enfants de France ont pu être analysées en détail et sont présentées dans ce manuscrit. Les données des enfants québécois feront l'objet de publications après cette thèse.

4. Protocole expérimental

4.1. Tâches d'inclusion

Pour le groupe d'enfants de France, différentes tâches d'inclusion ont été proposées dans le but de confirmer leur appartenance au groupe typique ou au groupe TDSP.

Tout d'abord, un questionnaire a été soumis aux parents (cf. Annexe 1 et 2). Ce questionnaire a pour objectif de collecter des informations sur l'enfant et des informations sociolinguistiques sur la famille. De cette façon, nous avons pu collecter des données sur les possibles prises en charge en orthophonie de l'enfant (présentes ou passées), les possibles redoublement de l'enfant, l'emploi du parent. Également, le questionnaire contient des items qui s'inspirent du C-QUEB (MacLeod et al., en révision) et de l'ALDEC (Alberta Language Development Questionnaire, Paradis et al., 2010). Cette partie de notre questionnaire permet d'identifier l'exposition à d'autres langues que le français, la fréquence de ces expositions ainsi que la date de début du contact avec le français.

Ensuite, les enfants de France ont été soumis à trois épreuves spécifiques. Premièrement, pour identifier la présence de difficultés de perception auditive, les enfants ont été soumis à un dépistage auditif. Les enfants devaient percevoir, bilatéralement, des sons purs de 125Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz et 8000Hz, au travers d'un casque audio à 20 dB HL d'intensité. L'audition normale est définie comme la capacité de percevoir les sons entre 500Hz et 4000Hz à 20 dB HL ou moins. Deuxièmement, pour objectiver la présence ou l'absence de difficultés de langage, les enfants ont complété un test de production morphosyntaxique (Production d'énoncés, Évaluation du Langage Oral, Khomsi, 2001). Le test de production morphosyntaxique évalue la capacité de l'enfant à produire des structures syntaxiques et morphologiques du français. Le test comprend 25 phrases porteuses associées à des images. L'enfant doit compléter la phrase débutée par l'orthophoniste. Voici un exemple de phrase à compléter : « ici, c'est un boulanger [l'orthophoniste montre la première image d'un boulanger] et ici, c'est une ... [l'orthophoniste montre la deuxième image d'une boulangère]. L'enfant doit répondre « boulangère ». Il est attendu que les enfants typiques obtiennent un score dans la norme pour leur âge. Troisièmement, les enfants ont complété une tâche d'empan verbal (Outil de DÉpistage des DYSlexies, Jacquier-Roux et al., 2005). Cette tâche est utilisée pour évaluer la mémoire verbale à court terme. Il était demandé aux enfants de répéter une série de chiffres dans l'ordre présenté. Plus l'enfant réussit, plus le nombre de chiffres

présenté augmente. Le test s'arrête après deux échecs consécutifs, ce qui permet d'obtenir le maximum de chiffres que l'enfant peut mémoriser et répéter.

Les enfants québécois ont, quant à eux réalisé, deux tâches d'inclusion seulement. Nous n'avons pas procédé au test de dépistage auditif pour les enfants québécois par manque de matériel. Nous nous sommes fondées sur les réponses du questionnaire parental pour exclure les enfants avec un déficit auditif. En revanche, nous avons proposé aux enfants une tâche pour évaluer le langage. Ils ont complété la tâche de répétition de phrases du CELF CND-F (Évaluation clinique des notions langagières fondamentales®—version pour francophones du Canada, Boulianne et al., 2009). La tâche de répétition de phrases est une tâche sensible et spécifique pour identifier les enfants présentant un trouble développemental du langage (Thordardottir et al., 2016). La seconde tâche proposée aux enfants québécois est la tâche d'empan verbal. Nous avons utilisé la même tâche que pour les enfants francophones de France. Nous faisons l'hypothèse que la variation dialectale n'influence pas le score à cette tâche d'empan.

4.2. Collecte des données

Pour les enfants francophones de France, la collecte des données a été réalisée dans deux types de lieux. Les enfants typiques étaient évalués dans une pièce calme de leur école, pendant le temps scolaire. Les enfants avec un TDSP ont été testés dans une salle proche de celle du cabinet de leur orthophoniste pour leur éviter de se déplacer au laboratoire et faciliter leur participation.

Pour les enfants québécois, toutes les passations ont eu lieu dans les écoles ou les Centres pour Petite Enfance. Il n'y a pas eu de recrutement ni de passation chez les orthophonistes.

Une orthophoniste et plusieurs étudiantes en orthophonie et en sciences du langage ont participé à la collecte des données. Chaque expérimentatrice a été formée à la procédure de passation et a réalisé une ou quelques premières passations en binôme avec une orthophoniste ou une autre étudiante plus expérimentée. Pour s'assurer du bon déroulement de la passation, une liste de contrôle (cf. Annexe 4 et 6) ainsi qu'un livret de consignes de passation (cf. Annexe 3 et 5) ont été fournis aux expérimentatrices.

La procédure d'évaluation commence par le consentement oral de l'enfant. La procédure complète comprend les tâches d'inclusion ainsi que les cinq tâches de EULALIES. L'ordre des tâches a été pensé pour maintenir l'attention de l'enfant en alternant des tâches plus coûteuse en ressources attentionnelles avec des tâches moins coûteuses. L'ordre est le suivant :

- Test d'inclusion 1 : Empan de chiffres
- Épreuve EULALIE 1 : Dénomination (production)
- Épreuve EULALIE 2 : Diadococinésies (production)

- Épreuve EULALIE 3 : Répétition de syllabes (perception - production)
- Épreuve EULALIE 4 : Répétition de pseudomots (perception - production)
- Épreuve EULALIE 5 : Jugement de lexicalité (perception)
- Test d'inclusion 2 : ELO pour les enfants de France ou la répétition de phrases du CELFCND-Fr pour les enfants du Québec.
- Test d'inclusion 3 : Audiomètre pour les enfants de France seulement (si on ne dispose pas d'audiogramme récent de l'enfant)
- Questionnaire de langage repris avec l'enfant, notamment pour la question de la classe, du suivi en orthophonie et des langues parlées à la maison.

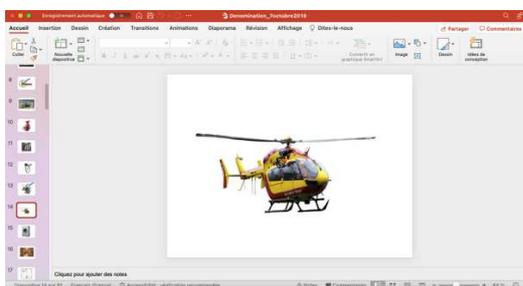


Figure 9: Aperçu du support visuel de la tâche de dénomination.

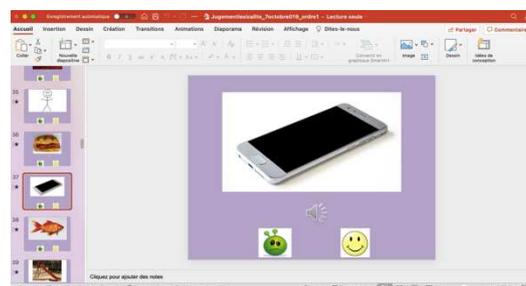


Figure 10: Aperçu du support visuel de la tâche de jugement de lexicalité

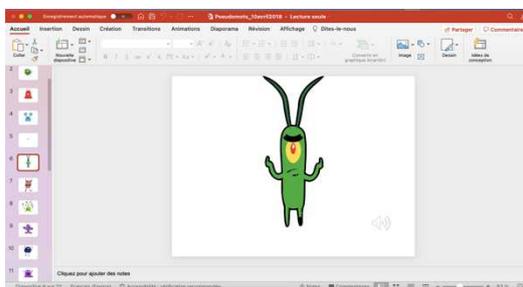


Figure 11: Aperçu du support visuel de la tâche de jugement de lexicalité.

Au total, la passation dure en moyenne 40 min pour les enfants de France et 30 min pour les enfants du Québec. Pour les enfants de France avec un TDSP, la procédure a été divisée en deux périodes de 20 min en raison de la possible fatigue liée à la séance d'orthophonie (30 min) précédant la passation pour certains enfants. L'évaluation se déroule de la façon suivante : l'enfant est assis face à un écran d'ordinateur où les différents tests sont présentés. Les stimuli audio sont présentés avec un casque audio. Des animations visuelles sont comprises dans les tests pour renforcer positivement l'enfant et pour soutenir son attention. Pour certains enfants, de la pâte à modeler ou

d'autres petits jouets « de mains » silencieux, ont pu être proposés pour diminuer éventuellement l'anxiété ou l'impulsivité de l'enfant. A la fin de l'évaluation, l'enfant peut choisir une petite récompense (petit livre, stylo amusant, gomme à effacer, etc).

Les productions des enfants sont enregistrées avec un enregistreur numérique PMD660 Marantz et un microphone casque positionné à environ cinq cm de la bouche.

5. Transcription phonétique des données

Nous avons procédé à une transcription phonétique des données enregistrées pour les tâches de dénomination, répétition de pseudomots et répétition de syllabes. Les transcriptions ont été réalisées avec le logiciel PHON (Hedlund et Rose, 2019) en utilisant l'Alphabet Phonétique International et les diacritiques pour coder les distorsions. Nous avons procédé à une transcription phonétique étroite, c'est-à-dire en ajoutant le plus de détails possibles à la description des sons grâce aux diacritiques. Toutes les transcriptions ont été effectuées par des locutrices natives du français de France et du français québécois. Les transcriptrices ont toutes été formées en phonétique au cours de leurs études (orthophonie ou sciences du langage) et ont également été initiées au protocole de transcription mis en place pour le projet EULALIES (cf. Annexe 7). Les transcriptions prennent appui sur l'écoute des enregistrements audio mais aussi sur l'observation des oscillogrammes et spectrogrammes affichés grâce au logiciel PHON (Hedlund et Rose, 2019).

Les transcriptions des échantillons de parole ont fait l'objet d'une validation interjuge pour évaluer la fiabilité des transcriptions. L'accord interjuge a été obtenu de deux façons. Premièrement, tous les enregistrements ont été traités par une transcriptrice, puis validés par une seconde. Cette étape de validation est possible grâce au logiciel PHON (Hedlund et Rose, 2019) et consiste à réécouter l'item transcrit et à juger si la transcription est correcte. Deuxièmement, nous avons procédé à une double transcription à l'aveugle pour 15% des échantillons de parole. Ainsi, deux transcriptrices traitent le même échantillon de parole de façon indépendante puis un calcul de l'accord interjuge peut être calculé. Dans notre procédure, une troisième transcriptrice valide les annotations et, en cas de désaccord entre les juges, détermine quelle transcription est la plus proche de la production de l'enfant.

Concernant la tâche de diadococinésies, nous avons segmenté et annoté les productions des enfants grâce au logiciel PRAAT (Boersma & Weenink, 2015). Sur une première ligne (« *interval tier* », nous avons segmenté manuellement chaque séquence (/pa/, /pata/, /pataka/ ou /paba/). Sur une seconde ligne, nous avons indiqué si la syllabe était correcte ou non avec la notation suivante : 1 pour une syllabe correcte à la bonne place dans la séquence, 0 si la syllabe n'est pas correcte.

6. Gestion des données

Au cours de ce projet de thèse, nous avons collecté plusieurs types de données qui sont stockées différemment :

- 1) Les enregistrements des passations (données audio) dans lesquels aucun contenu personnel n'est compris. Chaque enregistrement est identifié par un code anonyme attribué à l'enfant. Les enregistrements des enfants de France sont stockés sur la plateforme en ligne sécurisée *HumanNum* <https://www.huma-num.fr> (CNRS) et archivés sur des ordinateurs individuels des laboratoires GIPSA-lab et LPNC. Les enregistrements des enfants québécois sont stockés sur un disque dur externe, chiffré et conservé dans les locaux du laboratoire de recherche.
- 2) Les documents de recueil des données tels que les formulaires de passation. Ces documents ne comprennent pas non plus de données identifiantes. Chaque enfant est identifié par un code qui seul se trouve sur ces documents. Ces documents sont conservés dans les locaux des laboratoires (le LPNC pour les enfants de France, l'École d'Orthophonie et d'Audiologie pour les enfants du Québec).
- 3) Un document *TableauParticipants.xlsx* ou *TableauParticipants_VersionQuebec.xlsx* qui comprend la liste des enregistrements réalisés. Ce document inclut des données démographiques (ex : code participant, code école, niveau scolaire, code langues, éventuellement diagnostic, seuil auditif, ainsi que des commentaires sur les passations) qui ont été codées. Ce document est stocké sur *HumanNum* pour les données françaises et sur le disque dur pour les données québécoises.
- 4) Une table de correspondance entre les codes des participants et leurs noms et coordonnées. Ce fichier confidentiel est chiffré et stocké sur des ordinateurs individuels des laboratoires GIPSA-lab et LPNC.
- 5) Les formulaires de consentement et les questionnaires parentaux, qui comprennent des données identifiantes. Ces documents papier sont archivés au laboratoire LPNC pour les enfants de France et à l'École d'Orthophonie et d'Audiologie pour les enfants du Québec.

Pour les données françaises, le choix du stockage sur une plateforme numérique est motivé par un élément important de notre démarche : celui de travailler en « science ouverte » et de partager les données. Les données d'enfants étant stockée sur HumanNum, chaque membre du projet de recherche peut participer aux analyses. Les données seront, par la suite, mises à la disposition des chercheurs de la communauté internationale sur la plateforme CHILDES/PHONBANK (Rose et MacWhinney, 2014). Ces deux plates-formes (*HumanNum* et PhonBank) respectent la RGPD. Les formulaires des consentement signés par les parents contiennent la mention du fait que les données pourront être partagées avec des chercheurs en utilisant ces plates-formes dédiées.

7. Plan statistique

Les analyses statistiques et les représentations graphiques ont été réalisées avec le logiciel R (R Development Core Team, 2012). Nous avons procédé à une analyse par comparaisons de modèles linéaires mixtes (fonction *lme* du paquet *nlme*) en intégrant un effet aléatoire (ici, effet aléatoire du sujet). L'intérêt des modèles linéaires mixtes est en effet de prendre en compte la variabilité inter-sujet. Nos données (mesure de consonnes correctes, nombres d'épenthèse, etc.) se caractérisent par une importante variabilité entre les sujets et se prêtent à l'utilisation de modèles linéaires mixtes. Ensuite, la procédure de comparaisons de modèles, en ajoutant ou en retirant des variables, a pour objectif de sélectionner le modèle permettant d'expliquer au mieux la répartition des données et d'écartier les variables les moins pertinentes. L'ensemble des variables considérées est détaillé dans les chapitres 5 et 6.

Dans les deux prochains chapitres, nous présentons le cadre dans lequel les données recueillies ont été traitées. Le chapitre 5 est centré sur la validité de la tâche de répétition de pseudomots. Le chapitre 6 s'intéresse aux indicateurs cliniques des TDSP.

Chapitre 5

Étude de validité de la tâche de répétition de pseudomots

Ce chapitre expose les résultats de l'étude de validité de la tâche de répétition de pseudomots. L'objectif de l'étude est d'investiguer les variables inter-sujets et inter-stimuli influençant l'épreuve. Ce chapitre est un article qui sera soumis à la revue *Clinical Linguistics & Phonetics*.

Inter-subject and inter-stimuli factors influencing nonword repetition performance: a validity study of nonwords repetition task from EULALIES, a French assessment tool.

Résumé

La tâche de répétition de pseudomots est fréquemment utilisée en clinique pour évaluer les habiletés de parole des enfants et dans la recherche psycholinguistique. Cependant, les processus impliqués dans la performance de répétition de pseudomots restent méconnus. L'objectif de ce travail est double : (1) étudier les variables inter-stimuli et inter-sujet influençant le score de répétition de pseudomots, (2) créer une tâche de répétition de pseudomots destinée à tester les facultés d'accès et de rétention des informations phonologiques en mémoire à court terme ainsi que les habiletés de récupération des connaissances lexicales et sub-lexicales tout en limitant l'effet de l'exposition au langage. Cent dix-neuf enfants avec un développement typique, âgés de 4,6 à 11,3 ans, ont effectué une tâche de répétition de pseudomots, une tâche d'empan de chiffres et une tâche morpho-syntaxique. Un questionnaire parental a permis d'obtenir des informations sur le statut socio-économique des enfants, leur sexe et leurs connaissances linguistiques. La tâche de répétition de pseudomots contient seize items se différenciant par le nombre de syllabes, la fréquence phonotactique, la complexité des syllabes et la présence ou l'absence d'un mot réel dans le pseudomot. Pour estimer l'influence des variables liées aux items et à l'enfant, nous avons utilisé une procédure de comparaisons de modèles ascendantes. Les prédicteurs sélectionnés étaient, pour les variables inter-sujets, (1) l'âge, (2) le multilinguisme, (3) le sexe, (4) le statut socioéconomique et (5) le score d'empan de chiffres et, pour les variables inter-stimuli, (6) la fréquence phonotactique, (7) l'insertion de mots réels, (8) le nombre de syllabes, (9) le nombre de consonnes et (10) la structure des syllabes. Le meilleur modèle contient deux facteurs inter-sujets (l'empan de chiffre et l'âge), quatre variables inter-stimuli (le nombre de syllabes, le nombre de consonnes, la présence de mots réels et la structure des syllabes) et deux interactions (l'âge en fonction de la structure des syllabes et âge en fonction du nombre de consonnes). Ce résultat suggère que la tâche de répétition de pseudomots repose sur la mémoire à court terme, le processus de réintégration et les compétences articulatoires. Il est intéressant de noter qu'aucun facteur inter-sujet tel que le multilinguisme, le statut socioéconomique ou le sexe n'a été trouvé comme prédicteur significatif.

Nous proposons que notre tâche dépende davantage des processus psycholinguistiques que de la connaissance et de l'exposition aux langues.

Abstract

Nonword repetition tasks have been widely used to assess children's speech capacities in clinical practice and in psycholinguistic research. However, it is not exactly known which processes are implicated in nonword repetition performance. The aim of this work is twofold: (1) to investigate item-related and child-related variables contributing to nonword repetition scores, (2) to create a nonword repetition task intended to test the ability to access and hold phonological information in short-term memory, and to retrieve lexical and sublexical knowledge while limiting effect of language exposure. One hundred and nineteen typically-developing children from 4;6 to 11;3 years old completed a nonword repetition task, a digit span task and a morpho-syntactic task. Information about the children's socioeconomic status, gender and language background were obtained via a parent questionnaire. The nonword repetition task contained sixteen items differentiating in number of syllables, phonotactic frequency, syllable complexity and presence or absence of a real word within the non-word. To estimate influence of item-related and child-related variables, we used a forward stepwise model selection procedure with model comparisons. Selected predictors were, for the inter-subject variables, (1) age, (2) multilingualism, (3) sex, (4) SES, and (5) raw score on digit span and, for the inter-stimuli variables, (6) phonotactic frequency, (7) real word insertion, (8) number of syllables, (9) number of consonants and, (10) syllable structure. The best model contains two inter-subject factors (digit span and age), four inter-stimuli variables (syllable number, consonant number, real word inclusion and syllable structure) and two interactions (age by syllable structure and age by number of consonants). This result suggests that NRT relies on short-term memory, redintegration process, and articulatory skills. Interestingly, no inter-subject factors such as multilingualism, SES or sex has been found as significant predictor. We propose that our task depend more psycholinguistic processes than language knowledge and exposure.

1. Introduction

Nonword repetition requires an ability to listen to and immediately repeat a series of syllables that do not form a word but that respect the phonotactic rules of the speaker's language. Nonword repetition involves short term memory, speech processing abilities from perception, processing, and identification of sound segments to storage and construction of a speech motor program (Snowling, 1981). The nonword repetition task (henceforth NRT) has been widely studied in recent years for two main reasons. First, the ability to perceive, to remember, and then to produce an unfamiliar word is crucial for language development. Gathercole and colleagues

(1994) hypothesize that NRT mimics, in an experimental situation, the way a child learns new words. Second, NRT has been widely used as a sensitive and reliable marker for Developmental Language Disorder and other types of speech and language disorders (see Graf Estes, Evans & Else-Quest, 2007 for a meta-analysis; see Coady & Evans, 2008 for a review; Elin Thordardottir et al. 2011 for French-speaking children). Bishop et al. (1999) consider NRT as a phenotype marker of Developmental Language Disorder. Another advantage of the NRT is that it minimizes the contributions of prior knowledge on performance compared to picture naming, for example. It has been shown the NRT is a culturally nonbiased measure of language processing, making it a suitable task to assess speech and language performance in a diverse population (Campbell et al. 1997; Dollaghan & Campbell, 1998; Ellis Weismer et al. 2000; Ortiz, 2021). However, differences across tasks and in the language background of children leave several questions unanswered (Schwob et al. 2021). The goal of the present study is (1) to investigate item-related and child-related variables contributing to nonword repetition scores, (2) to create a nonword repetition task intended to test the ability to access and hold phonological information in short-term memory, and to retrieve lexical and sublexical knowledge while limiting effect of language exposure.

Although NRT has received attention in developmental studies, specific factors that contribute to NRT accuracy remain poorly understood. Initially, NRT has been used as a test of phonological short-term memory. Two main observations support this perspective: first, NRT performance correlates with digit span, a measure of short-term memory; second, children tend to better perform on short than long nonwords (Gathercole et al. 1994; Ellis Weismer et al. 2000; Roy & Chiat, 2004; Archibald & Gathercole, 2006; Graf Estes & Else-Quest, 2007; Gibson et al. 2015; Dos Santos & Ferré, 2018). However, NRT is not completely independent of language experience. Indeed, the length effect in NRT varies in function of language exposition. For example, Gibson and colleagues (2005) demonstrate that Spanish-speaking children are less sensitive to length effect than English-speaking children because they are used to producing polysyllabic words. Another major evidence of language experience on NRT is the correlation between scores on nonword repetition task and vocabulary size or ability to learn new words (Gathercole et al. 1994; Gathercole, 1995; Archibald & Gathercole, 2006; Gathercole, 2006; Hoff, Core et Bridges, 2008; Gray, 2006; Nation et al., 2007; Parra et al. 2011; Adlof & Pattern, 2017). For example, Gathercole et al. (1994), in a study with 612 children aged from four to nine years, point out a dynamic relationship between NRT performance and receptive vocabulary: receptive vocabulary at five years predicts NRT score at six years while NRT score at five years predicts receptive vocabulary at six years. This observation highlights the influence of lexical knowledge on NRT. Lexical influences also manifest themselves in the word-likeness effect. Children repeat nonwords more accurately when they are structured like a real word (Snowling, 1981;

Munson, Kurtz & Windsor, 2005). Other observations demonstrate sublexical knowledge influence. Children tend to better perform on nonwords that have a high phonotactic probability (Munson, Kurtz & Windsor, 2005b; Munson, Edwards & Beckman, 2005a; Messer et al. 2010; Elin Thordardottir & Anna Juliusdottir, 2012). Phonotactic probability is usually measured by using the frequency of adjacent phonemes in a word (phonemic bigrams). Although some studies have shown a phonotactic effect on NRT performance, other studies demonstrate differential sensitivity to phonotactic patterns: children with a larger vocabulary and robustly abstracted phonological units tend to be less influenced by phonotactic probability (Munson et al. 2005a; Munson et al. 2005b). Other sublexical influences are about the presence of a morpheme: nonwords that contain a morpheme tend to be better recalled (Gathercole, 1995; Archibald & Gathercole, 2006). Sublexical influences are associated with a process called redintegration: lexical knowledge stored in long-term memory supplies missing information during nonword processing. Finally, in addition to short-term and long-term memory influences, NRT depends on peripheral mechanisms. Nonwords with a complex segmental structure are less correctly produced (Archibald & Gathercole, 2006; Leclercq, Maillart & Majerus, 2013). NRT challenges motor planning and programming.

However, understanding factors involved in NRT accuracy and their weighting would bring out a better understanding of language development and disorders. To our knowledge, there have been three previous studies specifically focused on the estimation of the different skills involved in NRT. Krishnan et al. (2017) look at the influence of motor aspects on the NRT compared to traditionally discussed aspects such as verbal memory and lexical knowledge. To do so, they tested 37 typically-developing children from five to eight years old on several tasks: NRT, a digit span task, a task of non-verbal audiovisual sequence imitation (visuo-spatial short-term memory), reading fluency task, an oromotor praxis task, and oral diadochokinesis. The oromotor praxis task consisted in making non-linguistic oral movements. The factors that best explained the NRT score are oromotor praxis, reading, and audiovisual imitation. Oromotor praxis were the strongest predictor of NRT score variance. Surprisingly, digit span, which is traditionally viewed as a key component of NRT, had only a small influence in this study. These results highlight that the oral motor abilities required to coordinate speech gestures is an important part of NRT performance. Pigdon and colleagues (2019) address the same issue, considering more factors in a somewhat larger group of children. They tested 47 typically-developing children, 18 children with speech difficulties, and 26 with Developmental Language Disorder. To investigate factors that contribute to NRT performance, they included similar tasks to Krishnan et al. (2017). Their tasks included: digit span, word reading, oromotor control on non-speech and speech movements, oromotor sequencing. Oromotor control tasks consisted in 17 non-speech oral motor movements and 29 speech oral movements. Oromotor sequencing consisted in combinations of

double or triple oral motor phoneme movement sequences. They also added a speech score and a core language standard index score. Their results corroborate in part those of Krishnan et al. (2017): phonological short-term memory had the largest contribution to NRT but oromotor sequencing was the second strongest predictor, followed by word reading, and oromotor control. Together, these two studies bring an important contribution: they highlight that NRT requires multiple skills and highlight the importance of oromotor abilities, especially the ability to produce speech and non-speech gestures in a specific order. However, these two studies present several limitations: first, they do not investigate inter-subject or inter-stimuli characteristics, thus the variance in NRT still remains to be explained.

This variance was explored in a third study to infer the skills involved in NRT (Szewczyk et al., 2018). Specifically, these authors built 150 nonwords with different lengths, phonotactic probability, lexical neighborhood, and phonological complexity. They also controlled inter-subject characteristics such as age, sex, receptive vocabulary, general reasoning ability, and parent education level. Their best-fit model, explaining .165 of total marginal variance, included phoneme ngram frequency, followed by receptive vocabulary, number of consonants, then number of sonority violations, and wordlikeness. These results bring out a different perspective in which phonotactic frequency of ngrams (chunks of n phonemes) explains the largest part of NRT performance. This result is interpreted by the authors as evidence of the influence of sublexical representations in NRT independently of morphemehood. This interpretation is consistent with the fifth predictor, wordlikeness and with the fact that vocabulary size is the only inter-subject characteristic that predicts NRT accuracy. For Szewczyk et al. (2018), lexical representations feed sublexical representations. The third most important predictor is the number of consonants, which can be viewed both as an influence of oromotor abilities in line with Krishnan et al. (2017) and Pigdon et al. (2019) or as a length effect demonstrating influence of short-term memory. Finally, the effect of sonority violation can be viewed as an influence of articulatory complexity or perceptual saliency. Taken together, these studies provide key information on factors that contribute to NRT performance: phonological short-term memory, production abilities and language exposure manifested by lexical and sub-lexical influences. However, they give little information on inter-subject characteristics such as bilingualism or socioeconomic status (SES) while NRT performance could be affected by these subject characteristics.

The effect of a child's language background on their NRT performance varies across studies (Schwob et al. 2021; Ortiz, 2021). Some studies have found significant differences between monolingual and bilingual children. For example, Engel de Abreu (2011) tested 44 bilingual and monolingual children on NRT, non-verbal reasoning tasks, three-digit recall tasks, expressive

vocabulary, and receptive grammar task. They found that monolingual children performed better than bilingual children on NRT while they found no group difference on digit recall tasks. However, this difference between monolingual and bilingual children disappeared when the vocabulary was controlled for. This evidence highlights the effect of language exposure on NRT and is corroborated by Parra et al. (2011). Their results indicate that amount of language exposition is correlated to NRT performance. In fact, for their English-Spanish bilingual group, exposition to English explained 25% of the NRT score variance. Other studies found no difference between monolingual and bilingual children (Campbell et al. 1997; Thordardottir & Juliusdottir, 2013; Boerma et al. 2015; Chiat & Polišenská, 2016; Dos Santos & Ferré, 2018). Two reasons explain these conflicting results: first, NRTs used in these studies are designed very differently with regards to stimuli characteristics (length, syllable structure, presence or absence of a morpheme, prosody), number of stimuli, and rate. Second, NRT is thought to tap into both language-general and language-specific abilities (Dollaghan et Campbell, 1998; Core & Scarpelli, 2015). Depending on the way NRT is built, the performance of bilingual and monolingual children may differ.

Few studies have investigated the effect of socioeconomic status (SES) on NRT. In other areas of language, children with low-SES background display lower performance than children with high SES (Calvo & Bialystok, 2014). However, it seems that SES affects less NRT than other speech and language assessments (Campbell et al. 1997; Dollaghan & Campbell, 1998; Ellis Weismer et al. 2000; Balladares, Marshall et Griffiths, 2016; Chiat et Polišenská, 2016). As described in Chiat & Polišenská (2016), the structure of the nonwords will contribute to whether differences between groups are identified or not. Thus, the authors proposed a “cross-linguistic” NRT and a “language-specific” NRT and tested the tasks with 42 children aged 4 to 7 years old. They found that children with low SES have poorer scores than children with high SES only on the “language-specific” task.

The studies reviewed above highlight that several characteristics of the NRT contribute to children’s performance. These include segmental structure, wordlikeness, phonotactic probability, syllable-length and presence of a morpheme. In addition, the characteristics of the children can also influence performance such as oromotor control, short-term memory abilities, language background and SES. In particular, a NRT that is designed to closely mimic the target language may lead to lower scores for both children from multilingual backgrounds and children with lower SES. The purpose of the current study was to investigate factors involved in NRT performance to identify underlying mechanisms of nonword repetition in typically-developing children. We examine inter-stimuli characteristics but also inter-subject characteristics. We created 16 nonwords with different phonotactic frequency, syllable length, syllable structure and

presence or absence of a morpheme. These different variables will give us a perspective on language-specific or language-general predictors of NRT performance. In addition to providing insight to the theoretical questions, our study is positioned in a clinical perspective. Indeed, NRT performance is a highly sensitive marker to speech impairments. However, speech-language pathologists (SLPs) face an important challenge when diagnosing bi- or multilingual children, children from minority community or children from low-SES background. The NRT created is meant to be sensitive to speech deficits without confounding bilingualism, low SES or different cultural background. We created a task that is intended to test the ability to access and hold phonological information in short-term memory, and to retrieve lexical and sublexical knowledge, while limiting assessment of language exposure or vocabulary size. To do so, we chose specific variables to create nonwords. In line with Dollaghan and Campbell (1998) and Chiat and Polišenská (2016), phonotactic frequency contrasts are relatively low. In the same perspective as Gathercole et al. (1994), we included real words in our nonwords, but they have been chosen among words acquired very early (Kern, Zesiger & Bovet, 2009). These methodological choices intend to assess the ability of the children to search for information stored in their lexicon and not to verify the amount of vocabulary stored in the child's lexicon.

2. Methods

The present study was conducted in Grenoble, France, in the Rhône-Alpes region. The study was approved by the local ethics review board (CERNI N° 2014-11-18-54 and CER Grenoble Alpes-2018-04-03-2). For all participants, parents or caregivers provided informed consent on behalf of the children and the children gave oral consent.

2.1. Participants

A total of 119 typically-developing children (72 girls and 47 boys) participated in the study aged 4;6 to 11;3 years old (mean age 7;6 years old). Children were recruited from five different schools in Grenoble and in the surrounding area. Note that in France, school starts at three years of age. All children took part in a larger study on Speech Sound Assessment in French-speaking children (the EULALIES project), which included other speech perception and production tasks. For all participants, inclusion criteria were (a) normal or adjusted-to-normal vision, (b) ability to understand and hold a conversation in French (bilingual and multilingual children were recruited, provided that they could hold a conversation in French and were enrolled in a French school), (c) no history or diagnosed developmental disabilities (e.g., intellectual disability, autism, cerebral palsy, speech or language impairment), and (d) children who had never repeated a grade. Typical language development was tested by a morphosyntactic task (Production d'énoncés, Evaluation du Langage Oral, Khomsi, 2001), which assesses the ability to produce morphosyntactic features,

by having the children complete 25 sentences with picture support and carrier sentences. All children were required to have a score within the expected expected for their age. All children completed a hearing screening using a pure-tone audiometric screening test (i.e., 125Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, and 8000Hz with 20 dB intensity). Normal hearing sensitivity was defined as bilaterally symmetrical thresholds of ≤ 20 dB HL at all test frequencies between 500 and 4000 Hz. In addition to this, through a questionnaire, parents were asked if their child had received, or was receiving speech-language pathology intervention, audiology intervention, and optometry intervention before or during this study.

Exposure to other languages than French was determined by a brief parent questionnaire that asked about language use at home. These questions were based on two questionnaires: the Alberta Language Development Questionnaire (Paradis, Emmerzael, Sorenson & Duncan, 2010), and the C-QUEB questionnaire (MacLeod et al., 2022). We asked when their child had first been in contact with French, if their child could understand/speak other languages and with whom the child used these other languages. These questions provided us with information about whether the children used language(s) other than French, and how often they did so (daily, weekly, or occasionally). In our analysis, children were considered as multilingual when they had daily contact with a language other than French. Based on this definition, 74 children were multilingual.

Finally, SES status was also determined based on parent report. Specifically, parents provided their occupation that we then converted into a code indicating socioeconomic status based on the French national statistical institute, INSEE (2009).

Participant characteristics are shown in Table 22.

Tableau 22: Description of the participants.

		Participants
Number of participants		119
Mean age (SD)		7;6 (1;8)
Females/Males		72/47
Monolinguals		45
Multilinguals (with two languages daily)		64
Multilingual (with three or more languages daily)		10
Since birth		48
Contact with French (for multilingual participants)	Daycare (between 2 months to 3 years old)	5
	Kindergarten (between 3 to 6 years old)	14
	Elementary school	7
Socioeconomic status (INSEE, 2014)	Farmer	0
	Craftsperson, shopkeeper or head of company	8
	Executive or manager	36
	Intermediate occupation	7
	Employee	23
	Worker	2

	Retired	0
	Unemployed	18
	No information	25
Row score on digit span		4,5

2.2. Procedures

All children were assessed individually in a quiet room in their school during school hours by a graduate Speech-Language Pathologist student or trained graduate or undergraduate linguistics students. The children sat in front of a laptop screen on which pictures were displayed and the experimenter sat next to the child, also facing the computer screen. The audio stimuli were presented via headphones. The assessment battery was audio-recorded using a Zoom H4n Pro recorder with a SHURE headset microphone at a 5 cm mouth-to-microphone distance. Children received a small reward at the end of the testing.

2.3. Measures

a. Digit span

A digit span test (Outil de DÉpistage des DYSlexies, Jacquier-Roux et al. 2005) was used to assess short-term verbal memory by measuring the maximum number of digits the child could repeat

b. Nonword repetition tasks

The task that we used combines various phonological variables (Table 23). The task contains 16 items that vary in length from two to four syllables. Nonwords display two types of syllable structures: some are built with a simple syllable structure CV or CGV and others are built with a complex syllable structure CCV or CVC.CVC (C: consonant; G: glide; V: vowel). The complex syllable structure contains tauto- or hetero-syllabic clusters. Phonotactic probability has been precisely calculated from the Lexique French database (<http://www.lexique.org>) (New et al. 2004). The Lexique database contains around 140 000 words from novels published between 1950 and 2000 and from film subtitles. We used the most recent version Lexique 3.83. The phonotactic frequency is calculated as the average of all syllable frequencies in the nonword. Syllable frequency in each nonword is determined as followed: number of occurrences of the syllable (independently of word position) / total number of syllables in the Lexique database. Concerning segmental distribution, all French consonants and vowels appeared in at least two positions in items (initial, medial or final), except for glides which appeared only once. Nonwords were recorded by two female French speakers, with a standard French accent, in an anechoic room with Marantz Professional PMD620 digital recorder. The nonwords were produced with typical prosody of French (i.e. primary stress on the last syllable and secondary stress on the first

syllable). Three experts in linguistics selected one of each pair of recorded nonwords, with consensus on the most natural prosody.

We investigated phonotactic probability calculated from syllable frequency to pursue a nonlinear perspective. Indeed, in some models of speech perception and lexical access (Mehler et al. 1981) as well as in some models of speech production (Levelt, 1995), the syllable, especially in French, is an important unit of organization of the spoken chain. To explore the role of morphemes, we inserted real morphemes of French in some of our nonwords a real word. For example, /ʃosyʁɛ̃/ is created with the real word “chaussure” /ʃosyʁ/ (“shoe”) and an affix without meaning. In a pilot study (Meloni, 2015), we inserted monosyllabic lexical components and morphemes as in the CNRep (Gathercole et al., 1994) and found that typically-developing French-speaking children did not benefit from the presence of monosyllabic morphemes, contrary to what was expected. One possible explanation could be that French phonological structure, with its high frequency of bi- and polysyllabic words, influences NRT performance, and that children did not process the one-syllable words included in polysyllable nonwords as expected. That is why, for the second version of NRT, we chose bisyllabic words to be inserted in nonwords. These words were chosen to be easily accessible for children and were selected from the words of the French MacArthur Bates Communicative Development Index (Kern, Zesiger & Bovet, 2009).

NRT was included in a PowerPoint presentation and items were presented in a specific order from two-syllable nonwords to five-syllable nonwords. To have a child-friendly procedure, the test was embedded in a story in which the child was to repeat the name of aliens displayed on the screen. On average, the NRT took 5 minutes to complete. To score the task, we opted for the average number of errors per item which is an index in the same type as the Percentage Correct Phoneme (PCP). We calculate a ratio of the number of errors (deletions, substitutions, epentheses) produced on the number of segments in the target.

Tableau 23: Description of the items used in the EULALIES nonword repetition task.

Pseudomots	Phonotactic frequency	Syllable structure (C: consonant, V: vowel, G: glide)	Syllable length	Real words included
ʒɔ̃tjø	0,141	CV.CGV	2	–
gufã	1,06	CV.CV	2	–
tʁesmœl	0,027	CCVC.CVC	2	–
vʁabɔ̃	0,053	CCV.CVC	2	–
ʃosyʁɛ̃	1,507	CV.CV.CV	3	chaussure, /ʃosyʁ/ (shoe)
dyneke	9,492	CV.CV.CV	3	–
zebɥifã	2,464	CV.CGV.CV	3	–

kanakglɔz	2,992	CV.CVC.CCVC	3	canard, /kanak/ (duck)
fækpidɔak	1,476	CVC.CV.CCVC	3	–
mufisɔ	0,735	CV.CVC.CV	3	–
vwatyɔtɑ	2,799	CGV.CV.CV.CV	4	voiture, /vwatyɔ/ (car)
pukosɛta	4,455	CV.CV.CV.CV	4	–
lazynigɔ	1,892	CV.CV.CV.CV	4	–
adbalsɔziɔ	1,522	CVC.CV.CV.CVC	4	ballon, /bals/ (ball)
ɔbɔlistiɔ	0,274	V.CCV.CVC.CVC	4	–
spelyzbavez	1,266	CCV.CVC.CV.CVC	4	–

2.4. Transcriptions and reliability

The NRT was transcribed using a narrow transcription with the PHON software (Hedlund & Rose, 2020) and thus we captured fine-grained phonetic information with diacritics and refinements. Research assistants were trained to consistently follow the transcription protocol. The annotations used the International Phonetic Alphabet and diacritics to code distortions. Our transcription protocol was carefully designed after discussing an initial transcription of a subset of the data until consensus was reached between the authors and the transcribers. Transcription methods and criteria were then adapted for further annotation. Finally, subsets of data were fully annotated by one transcriber, and the resulting transcriptions were double-checked by a second transcriber.

2.5. Statistical data analyses

Our approach was to consider inter-stimuli and inter-subject characteristics in NRT, in order to investigate factors involved in NRT performance in typically-developing children and to develop a task sensitive to speech deficits without assessing language exposure or vocabulary size. To do this, we first ran descriptive statistics, and then we used a forward stepwise model selection procedure with model comparisons. All analyses and graphs were done with the R software (R Development Core Team, 2012). Selected predictors were, for the inter-subject variables, (1) age, (2) multilingualism, (3) sex, (4) SES, and (5) raw score on digit span and, for the inter-stimuli variables, (6) phonotactic frequency, (7) real word insertion, (8) number of syllables, (9) number of consonants and, (10) syllable structure. Generalized Linear Mixed-Effect Models with Poisson regressions were used (glmer function in package lme4 in R). The default model contained only by-subject random effects. Then inter-subject variables were entered individually, by order of significance, as given by model comparison (completed with the anova function in R with a threshold of $p < .05$; only variables that improved model fit were included). Interactions between inter-subject variables were also tested and included when significant. In a second stage of the

analyses, inter-stimuli variables and their interactions were progressively added. We finally calculated an estimation of goodness-of-fit of the model with R squared (r^2 beta function in package r^2 beta from Jaeger et al. 2016) using standardized generalized variance method. This method is recommended for covariance model selection.

As we did not collect SES information from all parents, we had to deal with missing data. SES missing data are randomly distributed in different schools and geographical sectors. No cue suggests that missing data could be explained by a specific factor. That is why we ran descriptive statistics and forward stepwise regression on SES without the 25 children for which there is no SES information. No effect of SES was observed. So, we chose to keep these 25 children and not to include the SES factor in further analysis.

3. Results

Descriptive statistics are given in Figure 2 and Figure 3. On average, children produced 0.67 errors per items ($sd = 0.21$). The task does not reach a ceiling or floor effect. These observations tend to say that the task is appropriate for children in this age range. Descriptive statistics support predictor selection for forward stepwise regression.

The best model contains, in addition to the by-subject random effect, fixed effect for two inter-subject factors (digit span and age), for four inter-stimuli variables (number of syllables, real word inclusion, number of consonants, and syllable structure) and for one interaction (age by syllable structure). These inter-stimuli and inter-subject variables make a unique and statistically significant contribution to the NRT score. The two most influential inter-stimuli predictors were syllable and consonant number. This model explains 8.8% of the marginal variance and 14.1% of the conditional variance of NRT scores.

For the inter-subject factors, contrast comparisons indicate that error numbers on NRT decrease as digit span score increases (Estimate = -0.21, $z = -4.4$, $p < 0.001$). Age effect depends on the syllable structure of nonwords. In fact, there is no effect of age on simple syllable structure (Estimate = -0.001, $z = -0.26$, $p = 1$). School-aged children reach a ceiling effect on simple syllable structure. However, age effect appears on complex syllable structure (Estimate = -0.1, $z = -3.01$, $p = 0.02$). Concerning inter-stimuli variables, contrast comparisons highlight differences between two-syllable nonwords and three-syllable nonwords. Error rates increase between two and three syllables (Estimate = -0.58, $z = 6.45$, $p < 0.001$). In the same way, error rate increases between two and four syllables (Estimate = -0.34, $z = 3.75$, $p = 0.001$). However, we do not find differences between three-syllable nonwords and four-syllable nonwords (Estimate = -0.18, $z = -2.67$, $p = 0.06$). For real word inclusion, the difference between presence and absence of a real word is significant. When nonword includes a real word, error numbers

decrease (Estimate = -0.57, $z = -8.26$, $p = < 0.001$). Concerning number of consonants, results indicate that error numbers increase with consonant numbers (Estimate = 0.28, $z = 7.01$, $p = < 0.001$).

Fig.1A. NRT score according to age c

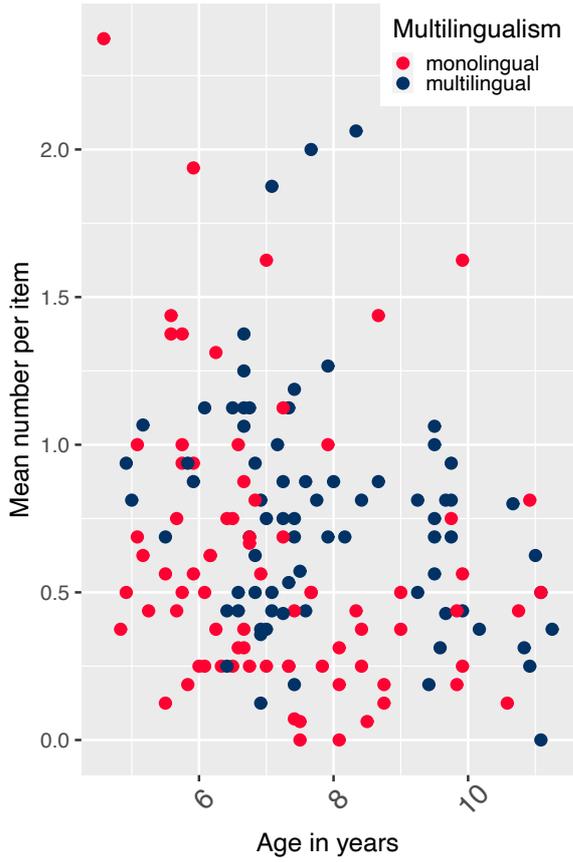


Fig.1C. NRT score according to SES c

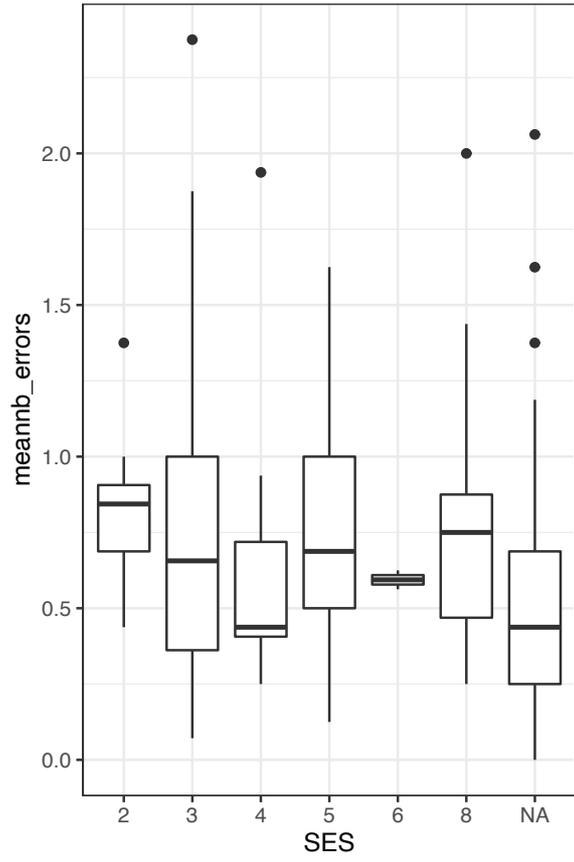


Fig.1B. NRT score according to sex o

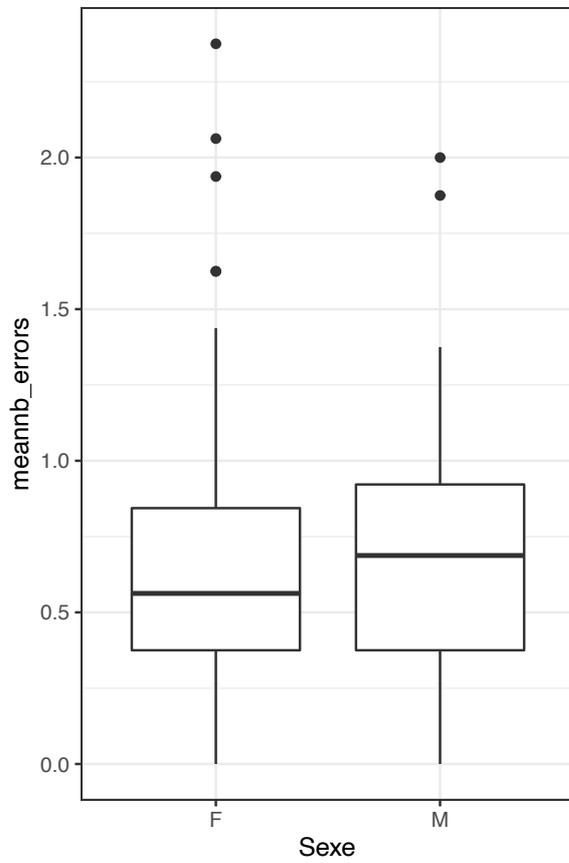


Fig.1D. NRT score according to digit s

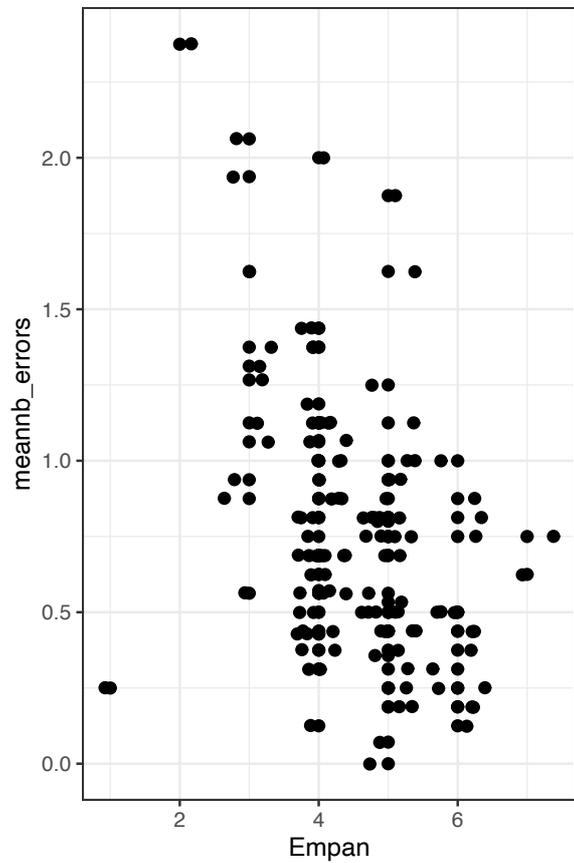


Figure 12: Nonword repetition task scores

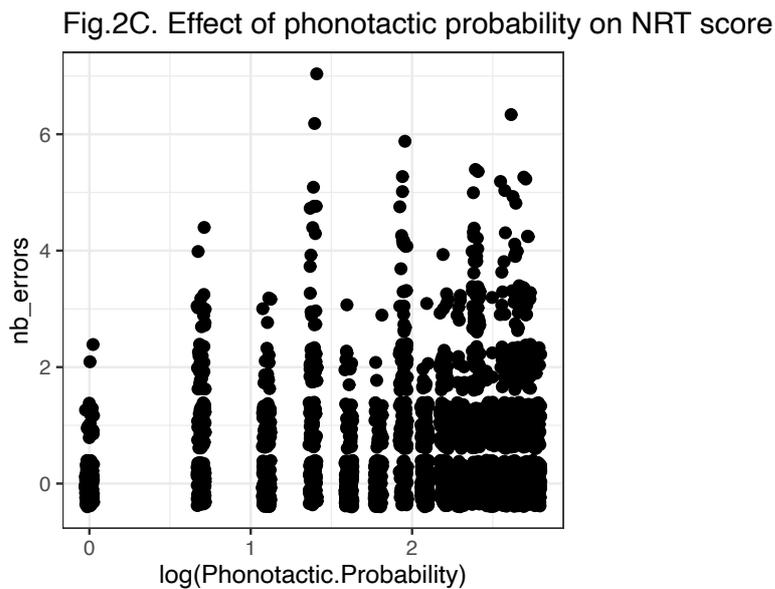
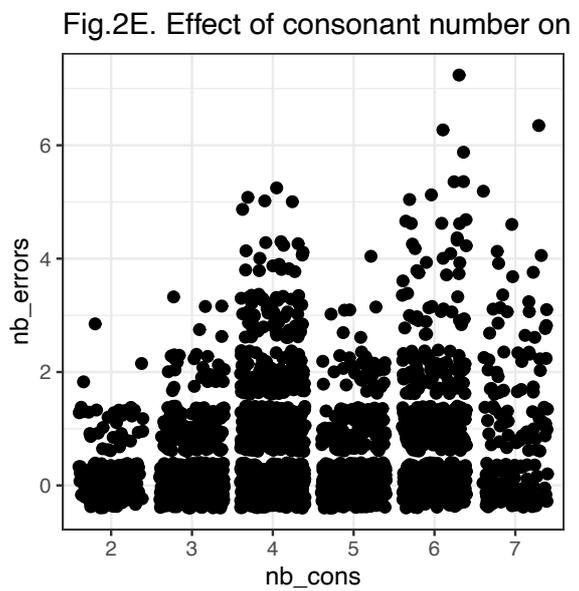
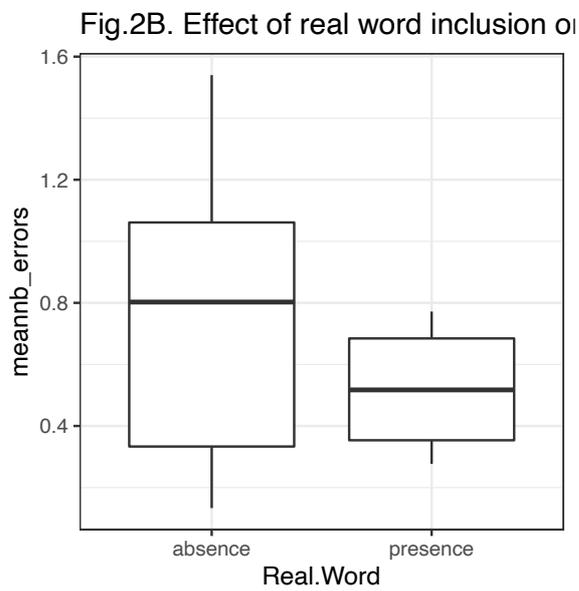
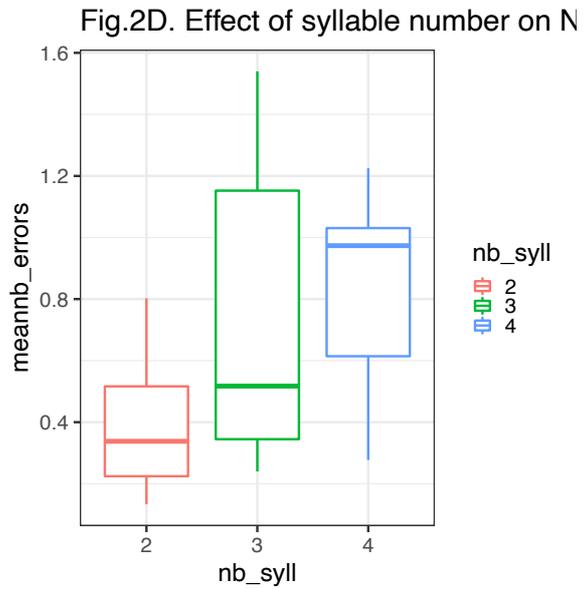
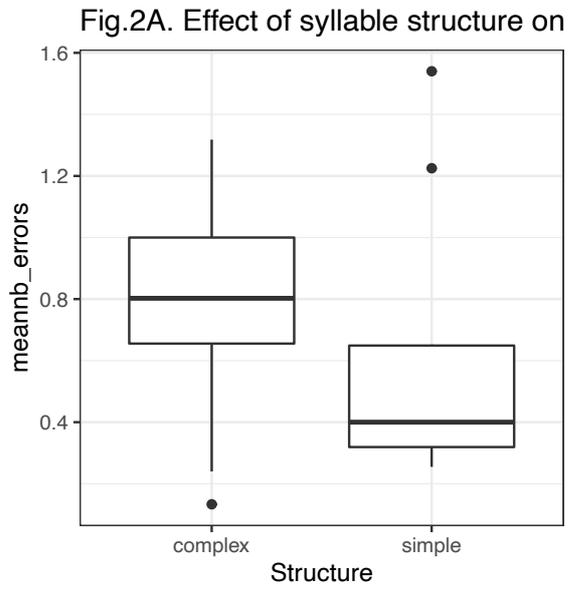


Figure 13: Effect of syllable structure, syllable length, real word inclusion, consonant number and phonotactic probability on nonword repetition task.

4. Discussion

Our primary aim in this study was to bring our contribution to better understanding inter-subject and inter-stimuli factors that contribute to NRT score. To do this, we examine five inter-subject variables (age, multilingualism, sex, SES, and raw score on digit span) and five inter-stimuli variables (phonotactic frequency, real word insertion, number of syllables, number of consonants, and syllable structure). Our second aim was to evaluate the validity of the NRT created. The task intended to test the abilities to perceive, segment, and hold phonological information in short-term memory, then to retrieve lexical and sublexical knowledge, while limiting vocabulary size influence, and finally, to transform phonological codes into motor speech commands. To do so, we created a task with specific variables: a relatively low phonotactic frequency, real word inclusion in some items, chosen among words acquired very early (Kern, Zesiger & Bovet, 2009), variety of syllable structure, and different syllable and consonant length. A total of 119 children aged 4 to 11 years completed the NRT. We performed a forward stepwise regression model. The best model contains two inter-subject factors (digit span and age), four inter-stimuli variables (syllable number, consonant number, real word inclusion, and syllable structure), and one interaction (age by syllable structure). We will first discuss significant and non-significant factors taken individually and then we will consider the contribution for clinical practice with French-speaking children.

The most important inter-subject factor on NRT is digit span: children who have a longer digit span tend to better repeat nonwords. This result is consistent with a large part of the literature (Gathercole & Baddeley, 1989, Gathercole et al. 1994, Gathercole, 1995, Gathercole, 2006). In particular, this finding aligns with those reported by Pigdon et al. (2019), who tested children with typical and atypical language development. They found that digit span was the strongest predictor for NRT performance. The findings are also consistent with other significant length-like measures, included in inter-stimuli factors, such as syllable length and number of consonants. For example, Szewczyk et al. (2018) found that consonant number was the most influential inter-stimuli predictors. Szewczyk et al. (2018) described this effect as due to idiosyncratic characteristics of Polish, the language of the experiment. In the present study, this effect is present but less influential for French-speaking children, nuancing Szewczyk and colleague's suggestion of a language specific effect in their study. The effect of the number of consonants is likely due, for a part at least, to the maintenance of nonwords in short-term memory. Given that NRT rely on retrieval and ordering of perceived phonological sequences (Gathercole & Baddeley, 1989, Gathercole et al. 1994, Gathercole, 1995, Gathercole, 2006), it is unsurprising that phonological short-term memory contributes to NRT performance. As

nonwords repetition tasks mimic, in some way, novel word acquisition, this result highlights the importance of phonological short-term memory to maintain phonological chunks during speech perception and speech processing (Szewczyk et al. 2018).

The second important inter-subject factor on NRT is children's age. Children in this experiment are aged between 4;6 to 11;3 years old (mean age 7;6 years old). This age effect implies that, even at school age, phonological processing is still developing. This is not surprising as speech sound perception and identification (Hazan & Barrett, 2000), short-term phonological memory (Gathercole et al. 1994) and speech motor program abilities (Smith, 2010) continue to develop until adulthood. The development of articulatory skills is emphasized in our results by the presence of the significant interaction age by syllable structure. This means that, for typically developing children, the older children get, the more successful they are at repeating complex structures.

Third, in addition to inter-subject factors, we have investigated inter-stimuli factors. Length-like measures appear to be a key predictor for the NRT score. Three factors explain a significant part of the NRT performance: syllable number, consonant number, and syllable structure. These effects are described in the literature. Indeed, complex phonological structure and longer nonwords tend to be less correctly repeated in typically developing children (Archibald & Gathercole, 2006). These factors may be interpreted as the influence of short-term phonological memory but they could also be viewed as the reflecting the impact of articulatory skills. The presence of clusters in syllable structures requires the ability to co-ordinate quick and complex speech movements. This interpretation is in line with some researches, which highlights the influence of oromotor abilities in NRT. Pigdon et al. 2019 and Krishnan et al. 2017 demonstrate the influence of oromotor sequencing (i.e. the ability to reproduce alternate movements in the correct order) and oromotor accuracy (i.e. the ability to reproduce accurately a specific movement) in NRT performance. We propose that length-like and complexity-like measures could reflect this contribution. To validate this assumption and to distinguish the part of the oromotor skills versus memory skills in length-like and complexity-like factors, an extended assessment including verbal and non-verbal oromotor tasks and short-term memory skills would be interesting to explore.

Fourth, another important inter-stimuli factor on NRT is real word inclusion. In our data, nonwords that include a real word tend to be better repeated. This kind of contribution has been previously described by Gathercole, 1995 and Archibald & Gathercole, 2006. These authors claim that nonwords that include a morpheme tend to be better recalled. These predictors can be associated with lexical influences and with a process called redintegration: lexical knowledge stored in long-term memory supplies missing information during nonword processing. Our

results support this hypothesis. This effect is likely accentuated by the fact that we chose real words included in the lexicon acquired at a very early age. Indeed, the real words included are typically produced by 2-year-old children (Kern, Zesiger & Bovet, 2009). By choosing early acquired words, we intend to avoid the influence of vocabulary size. In addition, the factor real word inclusion is not sensitive to the age effect: neither older children nor younger children repeated nonwords better due to the inclusion of real word . This absence of age effect tends to validate our methodological choice to test the redintegration process without vocabulary size influence.

In our results, three inter-subject factors (multilingualism, sex, and socioeconomic status) and one inter-stimuli factor (phonotactic frequency) are not significant but should be discussed. Concerning multilingualism, our data show that multilingual children perform similarly to monolingual children. Our results bring contribute to the this area of research that shows that some bilingual children perform less well than monolingual children on the NRT (Kohnert, Windsor, & Yim, 2006; Engel de Abreu et al. 2012; Sorenson Duncan & Paradis, 2016) whereas other studies reveal no differences between monolingual and bilingual children (Thordardottir & Juliusdottir, 2013; Boerma et al. 2015; Chiat & Polišenská, 2016; Dos Santos & Ferré, 2018). It seems that more than multilingualism itself, NRT score is predicted by it is quantity and quality of language exposure, the languages spoken, and vocabulary size (Sorenson Duncan & Paradis, 2016). Our results are in somewhat agreement with this perspective. The proposed NRT is built to limit the influence of vocabulary size and language exposure in the score by including relatively low phonotactic frequency contrasts and early acquired words. Thus, when language-specific constraints are methodological controlled, multilingual children demonstrate the same results as monolingual children (Dollaghan et Campbell, 1998; Core & Scarpelli, 2015; Chiat et Polišenská, 2016). Several studies are in the same perspective overall, building NRT with limitation of language exposure effect. For example, some researchers suggest quasi-universal pseudoword tasks (Boerma et al. 2015; Chiat & Polišenská, 2016; Dos Santos & Ferré, 2018). However, our task differs from a quasi-universal task. Whilst quasi-universal task avoids late acquired sounds and limits variety of syllable structure, our task includes all sounds of French and a large variety of syllable structures and clusters. These methodological choices focus on articulatory skills, limiting language-specific constraints. This hypothesis is supported by the fact that our results are consistent. Phonotactic frequency is a non-significant factor demonstrating that, in our task, phonotactic knowledge does not facilitate nonwords repetition. Yet, phonotactic knowledge is correlated to vocabulary size.

Finally, sex and socioeconomic status were also non-significant factors. It is important to note that we did not observe significant differences in SES for multilingual and monolingual children.

In addition, boys and girls performed similarly. Lastly, children with lower SES and children with higher SES succeed in the task in the same way. In the literature, children with a low-SES background display lower language performance than children with high SES (Calvo & Bialystok, 2014). Girls tend to produce fewer speech sound errors than boys (McLeod, 2009).

With these specific predictors, our NRT may bring an interesting contribution to clinical practice with French-speaking children. First, typically developing children do not reach the ceiling effect while older children tend to better repeat nonwords than younger children (age effect). These observations tend to say that the task is appropriate for children in this age range. This also demonstrates that our task is sensible to children skill enhancement, from 4 to 11 years old. Second, our stepwise regression model shows that the task is based on several abilities such as short-term memory, redintegration process, and articulatory skills. These abilities may be described more as psycholinguistic processes than language knowledge. This major characteristic makes the task suitable for multilingual children and children with lower SES. The task may be used to assess children with speech and/or language disorder independently of sociolinguistic factors, which is a major challenge for speech and language pathologists. More specifically, the proposed NRT tries to test the child's ability to draw on lexical knowledge stored in long-term memory to supply nonwords repetition while limiting language exposure and knowledge influence. As our results show that real word inclusion is linked to neither age effect, SES nor multilingualism, which makes it an interesting clinical tool. Finally, the task challenge articulatory skills as syllable number and structure and consonant number are major predictors of NRT performance. The task would be particularly interesting for children with speech sound disorder.

4.1. Limitations and perspectives

Although the present study intends to investigate factors that contribute to NRT performance, it explains only 14.1% of the variance. 85.9% of variance remains unexplained. Further research would benefit to include psycholinguistic variables in addition to inter-stimuli and inter-subject variables. In line with Pigdon et al., 2019 and Krishnan et al., 2017, further studies could consider speech perception skills, phonological decoding and encoding, speech motor planning, and verbal and non-verbal oromotor skill. Further research would also benefit from including language skills as an important number of studies demonstrate a correlation between language and NRT (Thordardottir & Juliusdottir, 2013). In addition, the NRT proposed seems to be adapted for clinical practice. It would be interesting to investigate how children with speech sound disorder or children with (developmental) language disorder would perform at this NRT. Given that the task relies less on language knowledge and vocabulary size, it could be interesting to compare speech production on NRT and speech production on a picture naming task in which lexical

knowledge is major. We could predict that some speech errors and speech inconsistency will be only noticeable on NRT.

5. Conclusion

Overall, the current study brings out important contribution to understand underlying mechanism of NRT by investigating inter-stimuli as well inter-subject factors. Sixteen nonwords were used in this experiment and their construction was carefully controlled: nonwords contain different syllable structures and some include clusters; they are from two to four syllables; all sound segments are represented; they have a relative medium to low phonotactic frequency, and some nonwords include real words, typically early acquired. We ran a stepwise regression in order to identify predictors to NRT performance. The best model contains two inter-subject factors (digit span and age), four inter-stimuli variables (syllable number, consonant number, real word inclusion, and syllable structure), and one interaction (age by syllable structure). This result suggests that NRT relies on short-term memory, redintegration process, and articulatory skills. Interestingly, no inter-subject factors such as multilingualism, SES or sex has been found as significant predictor. We propose that our task depend more psycholinguistic processes than language knowledge and exposure. More specifically, nonwords from this experiment assess the way children use their lexical knowledge to support repetition without testing language knowledge. These findings are promising for the use of this task in clinical practice. SLPs face an important challenge when diagnosing bi- or multilingual children or children from minority communities or low-SES background. The NRT created is sensitive to several psycholinguistic processes without confounding bilingualism or low SES or different cultural background. In addition, this task relying for a part on articulatory abilities would be a relevant task for children with speech sound disorders and to help differential diagnosis.

References

- Adlof, S. M. & Patten, H. (2017). Nonword repetition and vocabulary knowledge as predictors of children's phonological and semantic word learning. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 60*(3), 682-693. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0441
- Archibald, L. M., & Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition: A comparison of tests. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 49*(5), 970–983. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/070\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/070))
- Balladares, J., Marshall, C. & Griffiths, Y. (2016). Socio-economic status affects sentence repetition, but not non-word repetition, in Chilean preschoolers. *First Language, 36*(3), 338-351. DOI:10.1177/0142723715626067
- Boerma, T., Chiat, S., Leseman, P., Timmermeister, M., Wijnen, F. & Blom, E. (2015). A quasi-universal nonword repetition task as a diagnostic tool for bilingual children learning Dutch as a second language. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 58*(6), 1747-1760. DOI: 10.1044/2015_JSLHR-L-15-0058
- Burke, H. L. & Coady, J. A. (2015). Nonword repetition errors of children with and without specific language impairments (SLI). *International journal of language & communication disorders, 50*(3), 337-346. DOI:10.1111/1460-6984.12136.
- Calvo, A. & Bialystok, E. (2014). Independent effects of bilingualism and socioeconomic status on language ability and executive functioning. *Cognition, 130*(3), 278–288. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.11.015>
- Campbell, T., Dollaghan, C., Needleman, H. & Janosky, J. (1997). Reducing bias in language assessment: Processing-dependent measures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 40*(3), 519-525. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4003.519>
- Chiat, S. & Polišenská, K. (2016). A framework for crosslinguistic nonword repetition tests: Effects of bilingualism and socioeconomic status on children's performance. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 59*(5), 1179-1189. DOI:10.1044/2016_JSLHR-L-15-0293
- Core, C. & Scarpelli, C. (2015). Phonological development in young bilinguals: Clinical implications. *Seminars in speech and language, 36*(02), 100-108. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1549105>
- Dollaghan, C. & Campbell, T. F. (1998). Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41*(5), 1136-1146. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4105.1136>
- Dos Santos, C. & Ferré, S. (2018). A nonword-repetition task to assess bilingual children's phonology. *Language Acquisition, 25*, 58– 71, <http://dx.doi.org/10.1080/10489223.2016.1243692>
- Ellis Weismer, S., Tomblin, J. B., Zhang, X., Buckwalter, P., Chynoweth, J. G. & Jones, M. (2000). Nonword repetition performance in school-age children with and without language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research 43*(4), 865-78. doi: 10.1044/jslhr.4304.865

- Engel de Abreu, P. (2011). Working memory in multilingual children: Is there a bilingual effect?, *Memory*, 19:5, 529-537, DOI: 10.1080/09658211.2011.590504
- Engel de Abreu, P., Cruz-Santos, A., Tourinho, C., Martin, R. & Bialystok, E. (2012). Bilingualism enriches the poor: Enhanced cognitive control in low-income minority children, *Psychological Science*, 23(11), 1364-1371. <https://doi.org/10.1177/0956797612443836>
- Estes, K. G., Evans, J. L. & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(1), 177-195. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/015\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/015))
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary in children: A longitudinal study, *Journal of Memory and Language*, 28(2), 200-213, [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(89\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0749-596X(89)90044-2).
- Gathercole, S.E. & Adams, A. (1994). Children's phonological working memory: Contributions of long-term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language*, 33, 672-688. <https://doi.org/10.1006/jmla.1994.1032>
- Gathercole, S., Willis, C., Baddeley, A. & Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition: A test of phonological working memory, *Memory*, 2:2, 103-127, DOI: 10.1080/09658219408258940
- Gathercole, S. E. (1995). Is nonword repetition a test of phonological memory or long-term knowledge? It all depends on the nonwords. *Memory & Cognition* 23, 83-94. <https://doi.org/10.3758/BF03210559>
- Gathercole, S. (2006). Nonword repetition and word learning: The nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics*, 27(4), 513-543. doi:10.1017/S0142716406060383
- Gibson, T., Summers, C., Peña, E., Bedore, L., Gillam, R & Bohman, T. (2015). The role of phonological structure and experience in bilingual children's nonword repetition performance. *Bilingualism: Language and Cognition*, 18(3), 551-560. doi:10.1017/S1366728914000248
- Graf Estes, K., Evans, J. L. & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: a meta-analysis. *Journal of speech, language, and hearing research*, 50(1), 177-195. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/015\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/015))
- Gray, S. (2004). Word learning by preschoolers with specific language impairment: Predictors and poor learners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(5), 1117-1132. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/083\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/083))
- Gray, S. (2006). Commentary on Keynote. *Applied Psycholinguistics*, 27(4), 562-564. doi:10.1017/S0142716406250392
- Hazan, V. & Barrett, S.L. (2000). The development of phonemic categorization in children aged 6-12. *Journal of Phonetics*, 28, 377-396, <https://doi.org/10.1006/jpho.2000.0121>.
- Hedlund, G. & Rose, Y. (2020). *Phon 3.1* [Computer Software]. Repéré à <https://phon.ca>.

- Hoff, E., Core, C. & Bridges, K. (2008). Non-word repetition assesses phonological memory and is related to vocabulary development in 20- to 24-month-olds. *Journal of Child Language*, 35(4), 903-916. doi:10.1017/S0305000908008751
- Jacquier-Roux, M., Valdois, S., Zorman, M., Lequette, C. & Pouget, G. (2005). *Odédys, outil de dépistage des dyslexies. Version 2*. Repéré à <http://www.grenoble.iufm.fr/recherch/cognisciences>
- Kern, S., Langué, J., Zesiger, P. E. & Bovet, F. (2010). Adaptations françaises des versions courtes des inventaires du développement communicatif de MacArthur-Bates. *ANAE*, 22(107-108), 217-28.
- Kohnert, K., Windsor, J. & Yim, S. (2006). Do Language-Based Processing Tasks Separate Children with Language Impairment from Typical Bilinguals?. *Learning Disabilities Research & Practice*, 21, 19 - 29. 10.1111/j.1540-5826.2006.00204.x.
- Krishnan, S., Alcock, K.J., Carey, D., Bergström, L., Karmiloff-Smith, A. & Dick, F. (2017). Fractionating nonword repetition: The contributions of short-term memory and oromotor praxis are different. *PLoS ONE* 12(7), e0178356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178356>
- Leclercq, A.-L., Maillart, C. & Majerus, S. (2013). Nonword repetition problems in children with Specific Language Impairment, *Topics in Language Disorders*, 33(3), 238-254. doi: 10.1097/TLD.0b013e31829dd8c9
- MacLeod, A.A.N., Trudeau, N., Lefebvre, P., Beauchamp, M.L.H., Schneider, P., Sutton, A. & Bérubé, D. (2022). How community and family support bilingual language development: insights from bilingual Canadian families, *International Journal of Multilingualism*, DOI: [10.1080/14790718.2022.2034830](https://doi.org/10.1080/14790718.2022.2034830)
- McLeod, S. (2009). Speech sound acquisition. In J. Bernthal, N. Bankson, & P. Flipsen (Eds.), *Articulation and phonological disorders: speech sound disorders in children*, 6th ed. (pp. 63–120). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Meloni, G. (2015). *Évaluation des troubles du développement des sons de la parole : Élaboration de quatre épreuves à destination des enfants de 6 à 11 ans* [Mémoire de master 2]. Université Stendhal-Grenoble 3.
- Messer, M. H., Leseman, P. P., Boom, J. & Mayo, A. Y. (2010). Phonotactic probability effect in nonword recall and its relationship with vocabulary in monolingual and bilingual preschoolers. *Journal of experimental child psychology*, 105(4), 306–323. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.12.006>
- Munson, B., Edwards, J. & Beckman, M. E. (2005a). Phonological Knowledge in Typical and Atypical Speech-Sound Development. *Topics in language disorders*, 25(3), 190–206. <https://doi.org/10.1097/00011363-200507000-00003>
- Munson, B., Kurtz, B. A. & Windsor, J. (2005b). The Influence of the Vocabulary Size, Phonotactic Probability, and Wordlikeness on Nonword Repetitions of Children with and without Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(5), 1033-1047. <http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388>
- Nation, K., Snowling, M. J., & Clarke, P. (2007). Dissecting the relationship between language skills and learning to read: Semantic and phonological contributions to new vocabulary

- learning in children with poor reading comprehension. *Advances in Speech Language Pathology*, 9(2), 131-139. <https://doi.org/10.1080/14417040601145166>
- Ortiz, J. A. (2021) Using Nonword Repetition to Identify Language Impairment in Bilingual Children: A Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy. *American Journal of Speech and Language Pathology* 23;30(5), 2275-2295. doi: 10.1044/2021_AJSLP-20-00237
- Paradis, J., Emmerzael, K. & Duncan, T. S. (2010). Assessment of English language learners: using parent report on first language development. *Journal of communication disorders*, 43(6), 474–497. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2010.01.002>
- Parra, M., Hoff, E. & Core, C. (2011). Relations among language exposure, phonological memory, and language development in Spanish–English bilingually developing 2-year-olds. *Journal of experimental child psychology*, 108(1), 113-125. doi:10.1016/j.jecp.2010.07.011
- Pigdon, L., Willmott, C., Reilly, S., Conti-Ramsden, G. & Morgan, A. T. (2020). What predicts nonword repetition performance?. *Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, 26(4), 518–533. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1674799>
- Roy, P. & Chiat, S. (2004). A prosodically controlled word and nonword repetition task for 2-to 4-year-olds. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(1), 223-234. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/019\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/019))
- Smith, A. (2010). Development of Neural Control of Orofacial Movements for Speech, in: W.J. Hardcastle, J. Laver & F.E. Gibbon, *The Handbook of Phonetic Sciences, Second Edition*, Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1002/9781444317251.ch7>
- Snowling, M. J. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological Research*, 43(2), 219-234. DOI: 10.1007/bf00309831.
- Snowling, M. J. (2006). Nonword repetition and language learning disorders: A developmental contingency framework. *Applied Psycholinguistics*, 27, 588 - 591.
- Sorenson Duncan, T. S. & Paradis, J. (2016). English Language Learners' Nonword Repetition Performance: The Influence of Age, L2 Vocabulary Size, Length of L2 Exposure, and L1 Phonology. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(1), 39–48. https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-L-14-0020
- Szewczyk, J. M., Marecka, M., Chiat, S. & Wodniecka, Z. (2018). Nonword repetition depends on the frequency of sublexical representations at different grain sizes: Evidence from a multi-factorial analysis. *Cognition*, 179, 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.002>
- Thordardottir, E. T. & Juliusdottir, A. G. (2013). Icelandic as a second language: A longitudinal study of language knowledge and processing by school-age children. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 16(4), 411-435. <https://doi.org/10.1080/13670050.2012.693062>

Chapitre 6

Étude des caractéristiques cliniques en français des TDSP

Cette étude aborde la question du diagnostic différentiel des TDSP. L'objectif de l'étude est de déterminer si les indicateurs cliniques disponibles en anglais pour diagnostiquer la dyspraxie verbale se retrouvent chez la population francophone. Il s'agit d'un article qui a été publié en 2020 dans la revue *International Journal of Speech-Language Pathology*.

Meloni, G., Schott-Brua, V., Vilain, A., Løevenbruck, H., Consortium, E., & MacLeod, A. A. N. (2020). Application of childhood apraxia of speech clinical markers to French-speaking children: A preliminary study. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 22(6), 683-695. <https://doi.org/10.1080/17549507.2020.1844799>

Résumé

Objectif : La dyspraxie verbale (DV) est difficile à diagnostiquer car il y a peu de consensus sur les indicateurs cliniques. En français, il existe encore moins de marqueurs reconnus qu'en anglais car les études sur le développement de la parole des enfants francophones sont très rares. Cette étude vise à déterminer si certaines mesures dérivées des caractéristiques cliniques de la DV en anglais se retrouvent chez les enfants francophones avec une DV. Cette recherche contribue à améliorer le diagnostic différentiel de la DV et du trouble phonologique sur le plan interlinguistique.

Méthode : Nous avons collecté des données auprès de cinq enfants diagnostiqués avec une DV, neuf enfants diagnostiqués avec un trouble phonologique (TP) et 75 enfants avec un développement typique (TYP) âgés de 5;10 à 9;2 ans. Tous les enfants ont été évalués avec trois tâches de production de parole : dénomination, répétition de pseudomots et diadococinésies. Nous avons extrait 20 mesures quantitatives correspondant aux caractéristiques cliniques communément admises de la DV.

Résultats : Comme les enfants anglophones, les enfants francophones atteints de DV présentaient un nombre élevé d'erreurs de voyelles, de consonnes et de groupes de consonnes, d'épenthèses consonantiques, d'erreurs de dévoisement, une lenteur aux diadococinésies, plus d'inconstance et une augmentation des erreurs avec la longueur des mots. Contrairement aux études sur l'anglais, ces enfants avec une DV ne produisaient pas de schwas ou de voyelles intrusives.

Conclusion : Cette étude de cas multiples souligne le besoin de critères diagnostiques interlinguistiques pour la DV.

Mots clés : Évaluation, Diagnostic, Dyspraxie verbale, Troubles du Développement des Sons de la Parole, Orthophonie, Enfants francophones

Abstract

Purpose: Childhood apraxia of speech (CAS) is difficult to diagnose because there is little agreement on objective clinical markers. Since studies of phonological development in French-speaking children are scarce, there are even fewer recognized markers in French as compared to English. This study aims to determine if a set of operationalized, quantitative measures derived from clinical markers of CAS in English corroborate with clinical CAS diagnosis in French-speaking children. This research contributes to improving differential diagnosis of CAS and phonological disorder cross-linguistically.

Method: We collected data from five children diagnosed with CAS, nine children diagnosed with phonological disorder, and 75 typically-developing children aged 5;10 to 9;2 years old. All children were assessed on three speech production tasks: picture-naming, non-word repetition, and diadochokinesis. We extracted 20 quantitative measures corresponding to commonly accepted clinical features of CAS.

Results: Similar to English-speaking children, French-speaking children with CAS exhibited a high number of vowel errors, consonant and cluster errors, consonant epentheses, devoicing errors, slow diadochokinesis rate, more inconsistency and increased errors with longer words. Contrary to studies on English, these children with CAS did not produce intrusive schwas or vowels.

Conclusion: This multiple-case study highlights the need for cross-linguistic diagnostic criteria for CAS.

Key words: Assessment, Diagnosis, Childhood Apraxia of Speech, Speech Sound Disorders, Speech and Language Pathologist, French-speaking Children

1. Introduction

Children with speech sound disorders (SSD) have difficulties in speech sound development and reduced speech intelligibility (Baker & McLeod, 2011). SSD are the most common paediatric communication disorder and constitute a large proportion of Speech-Language Pathologists' (SLP) caseloads (Broomfield & Dodd, 2004). SSD can play an important role in children's long term social and academic success due, in part, to the overlap between the development of speech, language, and reading-writing (Felsenfeld, Broen & McGue, 1994). Although SSD can be related to identifiable causes (such as hearing impairment or Down syndrome), 60% of SSD have an unknown etiology (Shriberg et al., 2010) and thus identifying SSD is an essential step in providing clinical services to improve their communication. Accurate identification is particularly challenging for French-speaking clinicians as there is little research on the characteristics of SSD in French. The present study provides an initial overview of potential features for distinguishing between children with typical speech sound development and children with SSD and between subtypes of SSD.

Children with SSD can display a variety of profiles as SSD refers to any combination of difficulties with speech sound perception, with motor production, and/or with phonological representation of speech sounds, phonotactics, and prosody (International Expert Panel on Multilingual Children's Speech, 2012, p.1). Consequently, identifying subtypes of SSD helps clinicians to pinpoint core deficit(s), and to select and implement an appropriate intervention approach. As reviewed by Waring & Knight (2013), three main types of SSD are identified across different classification systems: an articulation-based subtype, a motor planning or programming subtype, and a phonological subtype. There is no gold standard, however, in labels for SSD subtypes and criteria for diagnosis, making it difficult to establish differential diagnoses and to compare across studies. In addition, research has focused on English-speaking children and thus the extent to which diagnostic criteria apply across languages is unclear. With this in mind, we will provide an overview of the characteristics of two subtypes of SSD: the motor planning-programming subtype, or Childhood Apraxia of Speech (CAS), and a phonological subtype, or Phonological Disorder (PD) (see Table 23).

Tableau 24: Primary characteristics of Childhood Apraxia of Speech and Phonological Disorder

Cover terms	Childhood Apraxia of Speech	Phonological Disorder
Level of breakdown	Impaired ability to convert phonological codes to motor speech commands (speech motor planning and programming) ^a	Primary difficulties at representational level including auditory-perceptual encoding and/or phonological memory and/or in phonological encoding. ^c

Prevalence ¹	A very small minority of children with Speech Sound Disorders (5% or less) ^b	Around 20% of children with Speech Sound Disorders ^h
Speech errors types	Inconsistency in speech errors ^{a,c,d} Vowel and consonant distortions ^e Syllable segregation ^{a,e} Inappropriate prosody ^{a,e} Inappropriate pauses ^f Voicing errors ^{d,e} Slow diadochokinetic rate ^{e,g} Schwa epenthesis ^e Increased difficulty with longer words ^e	Speech errors that are frequently observed in younger typically developing peers ⁱ . High occurrence of omissions, substitutions, distortions, or cluster simplifications that eliminate meaningful contrasts between words. Children's representation of speech sounds may lack precision and robustness ⁱ

Note. ¹Estimate proportion of Childhood Apraxia of Speech and Phonological Disorder is highly variable (Law et al., 2000).

^aASHA, 2007, p.4. ^bBrosseau-Lapr e and Rvachew, 2018, p. 348. ^cForrest, 2003, p.378. ^dTuzzini-Seigel et al., 2017. ^eShriberg et al., 2012, p. 453. ^fShriberg et al., 2017. ^gOzanne, 2005, p. 71-82., ^hDodd, 2014, p. 193. ⁱDodd and Bradford, 2000, p. 190. ^jMunson et al., 2005.

Differential diagnosis between children with CAS and PD is very challenging for SLPs for several reasons (Charron, 2015). First, the clinical markers of CAS and PD overlap. For example, low accuracy in producing phonemes is common across both disorders as are frequent phonological errors. Second, these clinical markers also lack consensus due in part to differences in classification frameworks (Waring & Knight, 2013) and in part to disagreement on which task to use to assess children's speech (Shriberg et al., 2017). Despite these challenges, a strategy has emerged to differentiate between CAS and PD by focusing on the characteristics most commonly observed in CAS, and less frequently observed in children with PD. Some of these characteristics have been grouped into a checklist proposed by Strand (provided in Shriberg et al., 2012), who argues that a diagnosis of CAS should be made if a child presents with vowel distortions plus 3 or more characteristics on the list of 10 markers.

In addition to the challenges outlined above, distinguishing between CAS and PD in French-speaking children has additional challenges: a lack of research on SSD in French-speaking children, and limited normative data and assessment tools. Specifically, there are few studies with normative data that describe typical phonological development and limited standardized, norm-referenced assessment tools. To our knowledge, three studies have investigated phonological development in Qu eb ecois-French speaking children (Paul & Rvachew, 2008; MacLeod et al., 2011; Rvachew et al., 2013) and two studies on France-French-speaking children (Aircart-de Falco & Vion, 1987; Vinter, 2001). Although these studies are essential for SLPs, they present

some limitations: they are mostly based on picture naming of short words, some consonants are not mastered within the age range targeted, and two of these five studies present a very low number of participants (Vinter, 2001, N=13; Paul & Rvachew, 2008, N=10). Concerning standardized assessment tools, four tasks are available for Québécois French (TFP from Paul & Rvachew, 2008; ESPP from MacLeod et al., 2014; TDFP from Rvachew et al., 2012; and Test de Phonologie du Français from Bérubé et al., 2015) and eleven tasks are available for France French (for a review see Meloni, 2015). However, these tasks focus on picture naming, have restricted age ranges, and limited psychometric properties.

Second, as we noted above, research on children with SSD has mainly focused on English-speaking children, with a few exceptions (e.g., Québécois French-speaking children with PD: Rvachew & Brosseau-Lapré, 2015). As a result, it is quite challenging to identify which markers from English are relevant in other languages since differences across phonological systems may limit the applicability of the markers. For example, French differs from English in its inventory of consonants and vowels, its common syllable structures, its phonotactic rules, and its prosody (see Appendix A; MacLeod et al., 2011; Rose & Wauquier-Gravelines, 2007). Differences at the word level and phonetic level may also limit the applicability. For example, the frequency of different word lengths differs in French and English, with four-syllable words frequent in the French adult lexicon. Contrary to English, the early lexicon produced and understood by French-speaking children, as identified on the French-language adaptation of the MacArthur Bates Communicative Development Index (Kern, Langue, Zesiger & Bovet, 2010), has more multisyllabic words than monosyllabic words. It can be expected that frequency of multisyllabic words in the ambient language may influence how multisyllabic sequences are mastered by children. Disproportionate difficulty with multisyllabic word production is one of the markers of CAS in English that may, therefore, be ill-adapted to French, since multisyllabic words are more frequent in the input of French children. There are also phonetic differences in the timing of voicing onset related to stop production. Whereas voiceless stops in syllable onsets are usually aspirated in English, this aspiration is uncommon in most dialects of French (except for some varieties of Canadian French, MacLeod, 2016). Voiced stops in standard French are produced with a long pre-voicing, whereas they are produced with short-lag voicing, or as voiceless unaspirated in English (MacLeod, 2016). In English, replacing voiceless consonants by their voiced cognates, which reduces the delay between closure release and onset of voicing, is a trait of CAS in English (e.g. Iuzzini-Seigel et al., 2017). Given that pre-voicing is demanding in terms of timing and coordination between the glottis and articulators, it can be expected that insufficient pre-voicing, rather than replacing voiceless with voiced consonants, may be a more common error in French-speaking children. Indeed, voicing is a very rare error pattern in French (between 0 and 2% of occurrence for children from 24 months to 7 years old, Brosseau-Lapré et

al., 2018). Moreover, there are dialectal variations and utterance length variations that can impact schwa production, while schwa inclusion is currently considered as one of the CAS markers in English. Speakers of France French tend to elide schwas and create more consonant clusters (except speakers from southern France). The speech input of French-acquiring children therefore contains many clusters, and cluster simplification is typically produced by deletion of one segment, rather than by schwa insertion (Brosseau-Lapr e et al., 2018).

Taken together, the lack of data on SSD in French-speaking children and limited normative data and assessment tools may explain why only 5% of French SLPs are confident in their diagnostic of CAS, and 30% are moderately confident (Masson, 2017). Diagnostic criteria are highly variable across clinicians (Forrest, 2003; Masson, 2017) and may include, but are not limited to, very poor intelligibility, persistence of speech difficulties despite intervention, error patterns specific to motor speech difficulties such as slow articulation rate, groping, intrusive pauses, and clinical impression.

2. Current Study

The research reviewed above highlighted the difficulty in differentiating between children with CAS and PD, and the particular challenge faced when working with French-speaking children. We will focus on two questions. First, do the English markers of CAS correspond to the clinical impression of French SLPs? We hypothesize that a subset of clinical markers from English will be also found in French, such as vowel and consonant errors or slow diadochokinetic rate, but other markers will not. In particular, we expect the following three markers to be less relevant for French-speaking children: (1) word length would be less likely to impact phoneme accuracy as they are more used to producing bi- or polysyllabic words; (2) voiceless consonants would be less likely to be replaced with voiced cognates, as pre-voicing is more demanding in terms of timing and coordination between the glottis and articulators; and (3) intrusive schwas would not be a common error pattern of cluster simplification, since schwa elision is frequent in the dialects of French studied, and cluster reduction is typically produced by omission of one segment rather than schwa insertion.

Our second research question aims at assessing whether these markers help to distinguish between French-speaking children with CAS, phonological disorder, and typical development. This question is explored within the broader framework of the France-Canada project, EULALIES, which has three aims: to develop an assessment protocol that will be used to diagnose children with SSD who speak French; to provide reference data on typical development; and to develop clinical markers for French-speaking children with SSD. Our assessment protocol is based on a hierarchical view of speech processing (e.g. Van der Merwe, 2009, Terband,

Maassen & Maas, 2019). In this view, after grammatical encoding and lexicon retrieval, speech production involves the following hierarchical processing levels: phonological encoding, motor planning, motor programming, and motor execution. Our protocol includes five different tasks assessing perception and production of speech. In the present study, we focus on EULALIES' third aim, i.e. identifying clinical markers, and we concentrate on three production tasks, that mainly target four hierarchical levels. First, the picture-naming task evaluates the retrieval of lexical representations stored in long-term memory as well as phonological encoding and downstream processes. Second, the non-word repetition task tests speech perception and production processes as a whole but more specifically challenges phonological encoding and motor planning. Finally, the diadochokinetic task targets motor planning and motor programming. Based on working definitions of subtypes of SSD, we hypothesize that these three tasks could help in the differential diagnosis between children with SSD and typically-developing children and between children with CAS and PD. We propose that PD is associated with impairment or weakness in high level phonological representations and that CAS is related to an impairment or weakness in motor planning and programming.

3. Method

The present study was conducted in two major cities in France: Grenoble and Lyon, in the Rhône-Alpes region, which is not part of the southern France-French dialect region. The study was approved by the local ethics review board (CERNI N° 2014-11-18-54 and CER Grenoble Alpes- 2018-04-03-2). For all participants, parents or caregivers provided informed consent on behalf of the children.

3.1. Participants

The participants in this study were placed in one of two groups: one group of typically-developing children (TYP), and one group of children with SSD, particularly PD and CAS. In total, the TYP group was composed of 75 children (41 girls and 34 boys) and the average age was 7;2 years old (SD = 8.82 months). Thirty children in the TYP group were multilingual (40%). Due to technical issues, only 56 children have completed the non-word repetition task (30 girls and 26 boys, 18 multilinguals = 32%, age mean = 7;2 years old, SD = 10.07 months). The SSD group was composed of 14 children (4 girls and 10 boys) and the average age was 7;5 years old (SD = 10.67 months). Five children had been diagnosed with severe CAS (all monolinguals), and nine with severe PD (8 monolinguals). We recruited TYP children in public and private schools. For children with SSD, we contacted SLPs of the Rhône-Alpes region, via email and telephone. For all participants, inclusion criteria were (a) age between 5;6 and 9;6 years old, (b) normal or adjusted-to-normal hearing and vision, (c) ability to understand and hold a conversation in

French (bilingual and multilingual children were recruited, provided that they could hold a conversation in French and were enrolled in a French school), and (d) no diagnosed developmental disabilities (e.g., intellectual disability, autism, cerebral palsy). For the SSD group, we added the criterion: (e) a clinical diagnosis of SSD or suspected SSD (only CAS and PD). The first author responded to all inquiries to participate in the study and made sure to exclude children with SSD associated with a developmental disorder and to validate CAS or PD diagnosis based on her clinical experience and perceptual judgment. Children with SSD were all receiving speech-language pathology intervention.

3.2. Questionnaire

Parents of the participants completed a questionnaire to obtain background information. Parents provided their occupation, which we then converted into a code indicating socioeconomic status based on the French national statistical institute, INSEE. Parents were asked if their child had received, or was receiving speech-language pathology intervention, audiology intervention, and optometry intervention before or during this study. Finally, parents were asked to describe their language use at home. These questions were based on two questionnaires: the Alberta Language Development Questionnaire (Paradis, Emmerzael, Sorenson & Duncan, 2010), and the C-QUEB questionnaire (MacLeod, unpublished). We asked when their child had first been in contact with French, if their child could understand/speak other languages and with whom the child used these other languages. These questions provided us with information about whether the children used language(s) other than French, and how often (daily, weekly, and occasional). Information about socioeconomic status, language use, and contact with French are provided in Appendix C.

3.3. Tasks

The protocol included six tasks, in the same order: three were inclusion tasks, and three were part of the speech assessment. The order was carefully planned to maintain the children's interest, with minor changes allowed to avoid child fatigability. To be included in the study, TYP children had to score within the normal range on the inclusion tasks. Children with SSD only completed the speech assessment tasks. They were not reported as presenting a hearing deficit by the SLT.

The inclusion tasks were the following.

(1) A morphosyntactic task (Production d'énoncés, Evaluation du Langage Oral, Khomsi, 2001) was used to assess the ability to produce morphosyntactic features, in completing 25 sentences with picture support and carrier sentences.

(2) A digit span test (Outil de DÉpistage des DYSlexies, Jacquier-Roux et al., 2005) was used to assess short term verbal memory by measuring the maximum number of digits the child could repeat.

(3) Hearing screening was conducted using a pure-tone audiometric screening test (i.e., 125Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, and 8000Hz with 20 dB intensity). Normal hearing sensitivity was defined as bilaterally symmetrical thresholds of ≤ 20 dB HL at all test frequencies between 500 and 4000 Hz.

The speech assessment tasks were:

(4) A diadochokinetic task (DDK) requiring children to rapidly repeat a series of syllables. We asked children to repeat a [pataka] sequence as fast as possible in ten seconds. (NB: One of the children with CAS refused to perform this task). Children were first asked to repeat the targeted syllables [pa], [ta], and [ka], then we provided a small trial by asking children to repeat two sequences [pataka-pataka]. During the task, children were able to keep track of time on the laptop screen displaying a rectangle gradually filling with blue. Children began at a standardized start signal (“one, two, three, go!”) and finished at the “stop” signal.

(5) A non-word repetition task (NWR), with 16 items which are different in length (two to four syllables), in word-likeness (some items include a lexical morpheme), in phonotactic frequency (some have a combination of frequent biphones and some infrequent biphones) and in syllabic complexity (with or without clusters). For this task, the sample is four children with CAS, five children with PD, and 56 TYP children. Pre-recorded nonwords were presented one by one, together with an illustration of a cute monster. The children listened to the nonwords via headphones at a comfortable hearing level and were asked to repeat the name of the cute monster displayed on the laptop screen.

(6) A picture-naming task (PN) comprising 68 items, with consonants of French occurring in word initial, word-medial and word-final position, and in syllable-initial, syllable-final, and consonant clusters. In particular, this task included 25 polysyllabic words with three or four syllables.

3.4. Procedure

The TYP children were assessed in a quiet room in their school during school hours by a graduate SLP student and trained graduate or undergraduate students in linguistics. Children with SSD were assessed at home or in the SLPs’ clinic where they received treatment. The children with SSD were assessed by one of four trained SLPs involved in this research. On average, the assessment procedure took 40 minutes to complete. For children with SSD, the procedure was divided into two periods of 20 minutes, each one week apart. The children sat in front of a laptop

screen on which pictures were displayed. The audio stimuli were presented via headphones. The assessment battery was audio-recorded using Marantz PMD660 with an AKG C520 headset microphone at 5 cm mouth-to-microphone distance.

3.5. Transcriptions and reliability

The NWR and the PN tasks were transcribed using a narrow transcription with PHON software (Hedlund & Rose, 2019). Narrow transcription includes fine-grained phonetic information with diacritics and refinements. Research assistants were trained to adequately follow the transcription protocol. The annotations used the International Phonetic Alphabet and diacritics to code distortions. Our transcription protocol was carefully designed after discussing an initial transcription of a subset of the data until a consensus was reached between the authors and the transcribers. Transcription methods and criteria were then adapted for further annotation. Finally, subsets of data were fully annotated by one transcriber each, and the resulting transcriptions were double-checked by a second transcriber.

The DDK productions were manually segmented and annotated on Praat (Boersma & Weenink, 2015): on an interval tier, we segmented each [pataka] sequence, and on a second interval tier, we indicated how many syllables were correct per sequence. All transcriptions were validated by a second transcriber and 15% of the sample was transcribed by a second transcriber and validated by a third transcriber.

3.6. Measures

We selected eight clinical markers among commonly used markers for CAS in English-speaking children (Shriberg et al., 2012). These markers were vowel or consonant errors, intrusive schwas, and vowel epentheses, consonant epentheses, consonant cluster errors, voicing errors, diadochokinetic rate, inconsistency, and word length effect. We examined 20 operationalized measures, mainly extracted with PHON (Hedlund & Rose, 2020), corresponding to the eight markers: number of errors (i.e. number of phonemes substituted, deleted, and epenthesized) on consonants/vowels/clusters per item in each task (PN and NWR), number of syllable repetitions in ten seconds in DDK, mean number of consonant/schwa/vowel epentheses per item in each task, mean number of voicing and devoicing errors per item, number or consonant errors per item as a function of item length. Based on Iuzzini-Seigel et al. (2017), inconsistency score was measured at phonemic level with this formula: $\sum ((\text{number of different error types} - 1 \text{ for each phoneme}) / \sum(\text{total number of target opportunities}))$. We chose to focus on the mean number of errors per item rather than on the percentage of errors, as the children produced the same target words and non-words, and percentage correct can mask word length effects (e.g. 50%

percent phonemes correct may mean two errors in a four-phoneme word or five errors in a ten-phoneme word).

3.7. Statistical Analyses

All graphs and statistical analyses were completed using the R software (R Development Core Team, 2012). We used mixed-effect linear models (*lme* function in *nlme* package) with diagnosis and chronological age in months and their interaction as fixed-effect factors, and subject as random-effect factor when the data were repeated measurements, and linear models when there was only one measure per child. Given the small number of participants in our SSD groups, to make sure that no participant was too influential, we checked that Cook distances remained above an acceptable threshold. The best-fitting model was selected by comparing nested models with the *anova* function. Then we ran two-tailed multiple comparison tests, using the *emmeans* function with Tukey adjustment (*emmeans* package), and Pearson correlation tests. For the sake of clarity, we will not report all the post-hoc analyses on the effect of age on our data, as the effect was similar for all measures: each time the best-fitting model includes age, we observe a decrease in error rate with age for the TYP group. This effect is generally not found in the other two groups, either because there is no decrease in the group, or because of the small number of participants in these two groups.

4. Results

The results are discussed below for each category.

4.1. Vowel and consonant errors

Figure 13A and 1B displays the mean number of errors per word on consonants and vowels for the PN and NWR tasks. For PN, the best-fitting linear mixed model includes group and age, with no interaction effect. Multiple comparisons reveal that children with CAS have higher numbers of consonant errors than children with PD ($p=.002$) who produced more consonant errors than children with typical development ($p<.001$). For NWR, the pattern of results is similar: the best-fitting model includes group, age, and their interaction. Children presenting CAS produced more errors on consonants than children with PD ($p=.036$) and the two groups with SSD produced more errors than TYP children ($p<.001$). These results are consistent with the literature regarding consonant and vowel errors/distortions as clinical markers of CAS.

Regarding vowel errors, results slightly differ from consonant errors. On the PN task, the best-fitting model only includes group, with no effect of age. Multiple comparisons indicate that TYP children produced fewer vowel errors than the CAS group ($p<.001$) and the PD group ($p<.001$), and the difference between CAS and PD children is close to significance ($p=.05$). In sum, vowel errors seem to be a clinical feature for SSD, but they fail to distinguish between the

PD and CAS groups in the PN task. Interestingly, in the non-word repetition task, this clinical marker does seem to distinguish between diagnoses. For NWR, the best-fitting model includes group, age, and their interaction. Multiple comparisons indicate that the CAS group produced more errors than the PD ($p=.002$) and TYP ($p<.001$) groups, but that the PD and TYP groups do not differ from each other. In this case, vowel errors on NWR could be a marker to identify the CAS group.

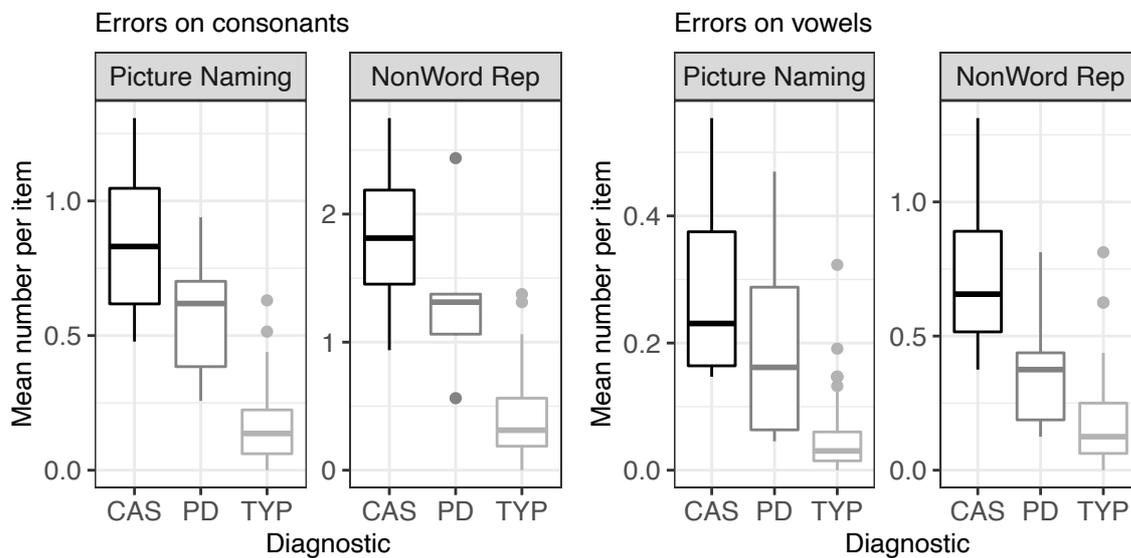


Figure 14: (A) Errors on consonants. (B) Errors on vowels.

4.2. Intrusive schwas and vowel epentheses

Overall, the number of schwa epentheses is very low. It seems that all groups produced very few tokens of schwa epenthesis. (e.g. mean number of occurrences = 0.75 per child for the CAS group in the 68 items of the PN task, 0.5 in the 16 items of the NWR task). In order to complement this finding, we looked for vowel epentheses and found them to be similarly infrequent (e.g. mean number of occurrences = 2.4 per child for the CAS group in the 68 items of the PN task, 1.25 in the 16 items of the NWR task).

4.3. Consonant epentheses

While there is a very low number of vowel epentheses, consonant epentheses were more common (Figure 14A). For real word production, the best-fitting model includes group, age, and their interaction. Multiple comparisons indicate that the CAS group produced epentheses more frequently than the PD group ($p<.001$) or the TYP group ($p<.001$), and that the PD group produced more epentheses than TYP children ($p<.001$).

For non-word repetition, results display a different pattern in which PD and CAS groups do not differ. There is a significant effect of diagnosis group, age, and their interaction. Multiple

comparisons indicate a significant difference between CAS and TYP children ($p < .001$) and between PD and TYP children ($p < .001$) but the difference between CAS and PD children is not significant. This finding suggests that children with CAS may frequently produce consonant epenthesis, even for real and frequent words while PD children mainly do so for non-words.

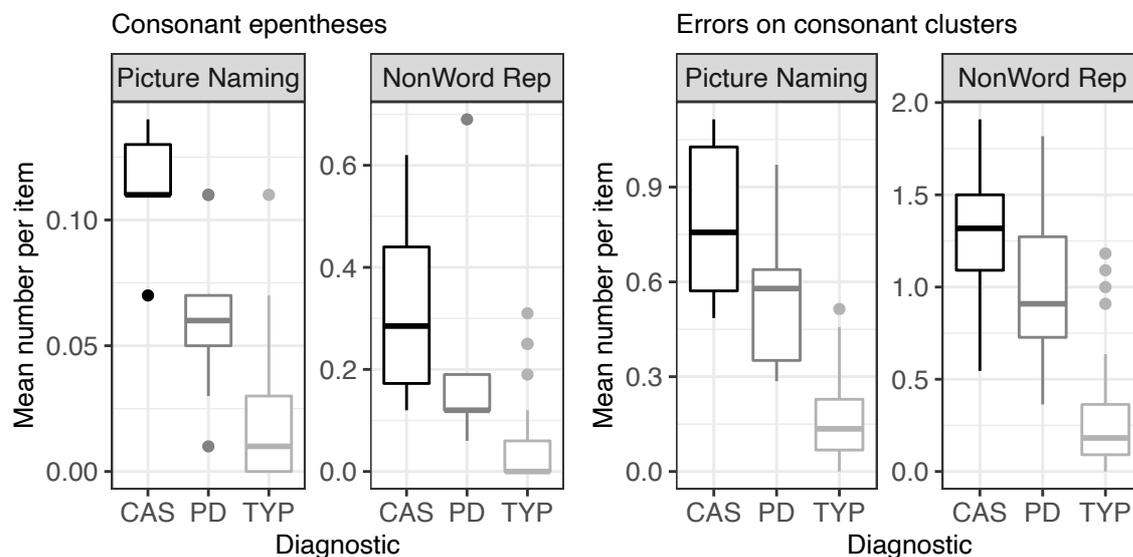


Figure 15: (A) Consonant epenthesis. (B) Errors on consonant clusters.

4.4. Consonant cluster errors

As children presenting CAS tend to have difficulties in preserving word structure, we looked at errors on consonant clusters. For PN, our results (Figure 14B) indicate an effect of diagnostic group, age, and no interaction between age and group. All three groups of participants differ from each other, with children with CAS producing more errors on clusters than children with PD ($p = .003$), who produce more errors than the TYP group ($p < .001$). For NWR, there is an effect of diagnosis group, age, and a significant interaction between age and diagnosis. The CAS and PD groups are similar, and they both differ from the TYP group ($p < .001$ in both cases). These results suggest that, even with lexical information, children with CAS tend to produce more cluster errors than PD and TYP children.

4.5. Voicing errors

We studied voicing errors in our three groups. Figure 15A and Figure 15B shows the number of prevoicing (replacing a voiceless consonant with a voiced cognate, i.e. anticipating voice onset) and devoicing (replacing a voiced consonant with a voiceless cognate, i.e. suppressing prevoicing) errors. The number of devoicing errors in PN is explained by diagnosis group, age, and their interaction. The CAS and PD groups produce more errors than the TYP group ($p < .001$ in both cases), but they do not differ from each other. In NWR, the explaining factors are diagnosis

group and age. Children with CAS produced more errors than children with PD ($p=.01$), who produced more errors than children with typical development ($p=.03$).

Contrary to what was found for devoicing errors, TYP children almost never produced a prevoicing error, but these were sometimes observed for both the CAS and the PD groups. The results show an effect of diagnosis group only for the PN task, and an effect of diagnosis group, age, and their interaction for the NWR task. For prevoicing errors in PN, multiple comparisons reveal a difference between the CAS and TYP groups ($p<.001$) and between the PD and TYP groups ($p<.001$) but no difference between the two groups of children with SSD. However, for the NWR task, there is a significant difference between the CAS and PD groups ($p=.005$), while the PD and TYP groups have similar error rates ($p>.05$). Even though we observed significant differences, the total number of prevoicing errors is very low (with a mean number of 1.6 occurrences per child for the CAS group in the 68 items of the PN task, as opposed to the 13.4 occurrences of devoicing errors for the same group in the same task).

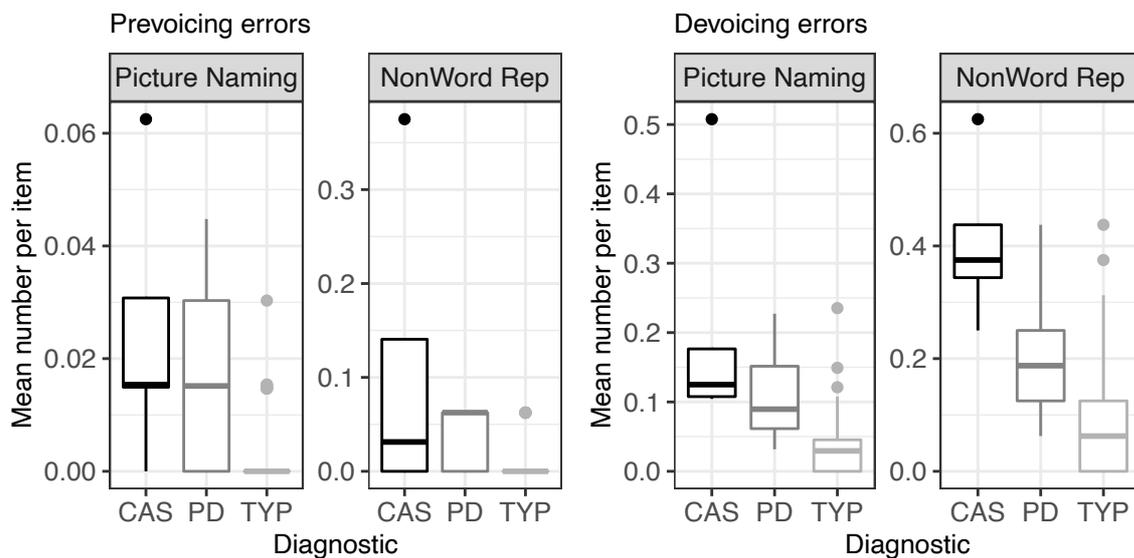


Figure 16: (A) Prevoicing errors. (B) Devoicing errors.

4.6. Diadochokinetic rate

For the diadochokinetic task (Figure 16A), the linear model indicates a diagnosis group effect, but no effect of age. Further statistical tests on the difference between groups show that there is no significant difference between children with PD and TYP children, but a significant difference between children with CAS and TYP children ($p=.04$). These results suggest that children with CAS can be distinguished from TYP children on the DDK task, whereas children with PD cannot.

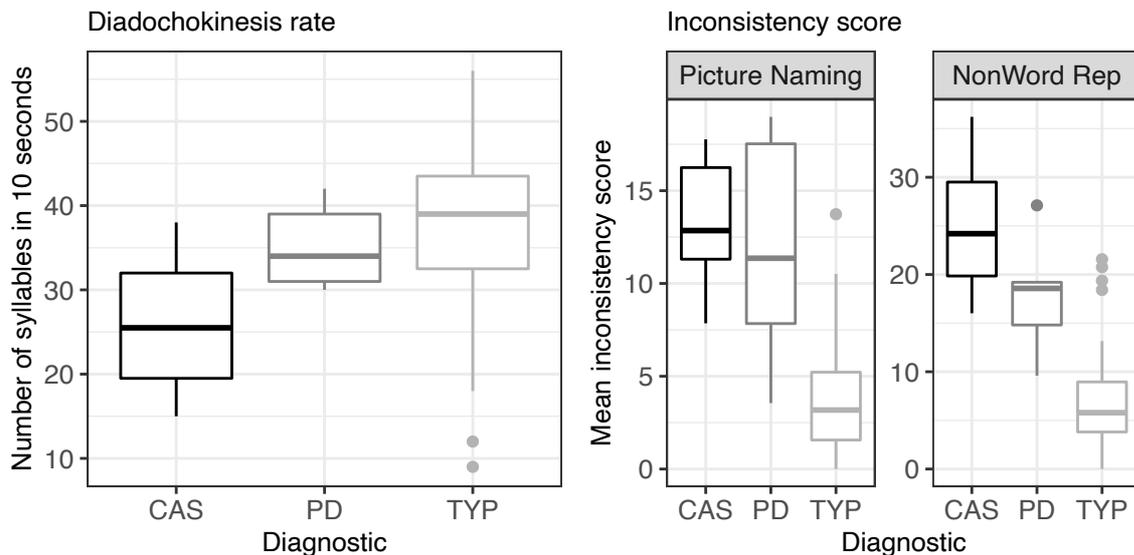


Figure 17: (A) Diadochokinesis rate. (B) Inconsistency score.

4.7. Inconsistency

For the inconsistency score (Figure 16B), the linear model analyses on the PN task reveal a main effect of diagnostic group and age. Children with CAS and PD have similar inconsistency scores, but the two groups are significantly less consistent than TYP children for real word production ($p < .001$ in both cases). For NWR, there is also a main effect of diagnostic and age. For that task, the CAS group is significantly more inconsistent than the PD group ($p = .04$), and both are more inconsistent than TYP children ($p < .001$ in both cases).

4.8. Word Length effect

Finally, we examined the impact of word length on consonant errors (Appendix C). For the PN task, we tested the differences between diagnostic groups with regards to the number of syllables in the target word. We found that the CAS and PD groups produced more errors than the TYP group for all syllable lengths of the real words, from one to four syllables ($p < .001$). The CAS group has similar scores to the PD group for one- and two-syllable words, but it has higher error numbers for three- and four-syllable words ($p < .001$ and $p = .02$ respectively). The CAS group also has higher error rates than the PD group for two- and four-syllable non-words ($p = .01$ and $p = .046$ respectively).

5. Discussion

The purpose of the current study was to examine features of subtypes of SSD in French-speaking children. Currently, there is no consensus regarding diagnostic protocol or clinical markers that differentiate CAS from PD (Shriberg et al., 2017; Murray et al., 2015), but rather SLPs provide diagnosis based on their application of available markers and their expert judgment on speech behaviour. There are only a few descriptions of SSD speech behaviour in French (see

e.g. Brosseau-Lapré & Rvachew, 2017 on Québécois French-speaking children with PD). Our study explored whether clinical markers available in English would be observed in French-speaking children. We hypothesized that the majority of described clinical markers would be found in French, such as vowel and consonant distortions and substitutions, or slow diadochokinetic rate. However, we hypothesized that some markers are more specific to English and would not be found in our sample, such as intrusive schwas, voicing errors, length effects. Children were assessed on three tasks evaluating speech production: a picture-naming task, a non-word repetition task, and a diadochokinetic task. From these three tasks, we extracted 20 quantitative measures corresponding to potential clinical features of CAS. The statistical analyses examined whether the CAS group differed from peers with PD, and TYP peers. Our study brings to light three main results: (1) two markers, diadochokinetic rate and vowel errors in non-word repetition, differentiated children with CAS; (2) some markers tended to indicate a severity gradient for distinguishing children with typical development from children with PD and children with CAS; and (3) several features and measures seemed to be irrelevant for French-speaking children.

5.1. Marker that differentiated children with CAS

In our study, the two markers that differentiated the CAS group from both the TYP and the PD groups were diadochokinetic rate (i.e. the number of syllables from a [pataka] sequence the children were able to repeat in ten seconds) and vowel errors in non-word repetition. Children with PD performed in the range of TYP children while children with CAS had a slower rate. Slow DDK rate is frequently described as a clinical marker for English-speaking children with CAS. Bernthal, Bankson and Flipsen (2009) indicate that rapid successive movements involved in DDK are a major problem for children with CAS. Murray et al. (2015) have found that performance at the DDK task is one of the four markers (with syllable segregation, stress matches, and polysyllabic production) that identify children with CAS with 91% accuracy. Ozanne (2005) also found that children with slow DDK rate, poor sequencing in DDK, and poor nonverbal oral-motor abilities form a cluster of children with motor programming difficulties. DDK rate is associated with motor programming and suggests that children with CAS struggle in specifying timing and force parameters of the motor plan. However, according to Icht and Ben-David (2014), DDK rate is a language-specific marker, as articulation rate is influenced by one's speaking community, and as segment coarticulation varies across language. The authors stress the importance of setting language-sensitive norms for DDK rate. The present study suggests that for French-speaking participants, DDK rate does seem to be a relevant marker for identifying CAS, as has also been observed for English-speaking children.

The second marker that differentiates children presenting CAS and both the PD and TYP groups is the number of vowel errors in NWR. Vowel distortions have been reported as a potential diagnostic feature of CAS (ASHA, 2007). CAS can be viewed as a difficulty to transform an abstract code into motor speech commands which impact fine-grained phonetic characteristics required for vowel production. In our sample, vowel distortions differentiated the CAS and PD groups, but mostly for the NWR task. There is less difference between the CAS and PD groups for the PN task. Perhaps, children with CAS can use their growing lexical knowledge to support phonological encoding and downstream processes such as motor planning and programming, but when faced with non-words, developing new adapted motor plans and programs may be too challenging, resulting in lower phoneme accuracy.

5.2. Markers that seem to be a gradient of severity

In our sample, some markers were present for all participants, but along a continuum of severity: less severe for TYP children, somewhat more severe for children with PD, and most severe for children with CAS. These markers comprise the majority of the measures that we studied: number of consonant errors, consonant epentheses on picture-naming, cluster errors on picture-naming, length effect on picture-naming, and inconsistency ratio on non-word repetition. We were surprised to find that inconsistency did not stand out as a marker of CAS (Forrest, 2003; ASHA, 2007; Iuzzini-Seigel et al., 2017), but rather fell along a continuum across the groups; however, this observation is consistent with other researchers (i.e., Murray et al., 2015 and Strand's checklist). Concerning length effect, as French has more bi- and poly-syllabic words than English, we expected that French-speaking children would be less affected by word length (Savinainen-Makkonen, 2000). Yet we found that all participants struggled with accurately producing polysyllabic words, but the differences between the three groups increased with word length. Specifically, the CAS group had higher error rates than the PD group for three- and four-syllable words, and for two- and four-syllable non-words. Clinically, these measures may serve as criterion-referenced measures, rather than clinical markers of CAS.

5.3. Markers that do not seem to be relevant for French-speaking children

Contrary to what is usually described in English-speaking children with CAS, we observed very few tokens of schwa intrusion, vowel epentheses, or prevoicing errors. One explanation for the scarcity of schwa or vowel epentheses or prevoicing errors might be the small number of participants. Due to the very low prevalence of CAS and lack of confidence in diagnosis, recruiting participants was challenging. Another explanation might be language differences as proposed by Wong et al. (2020). Intrusive schwa is a segmental feature in Strand's 10-point checklist (Shriberg et al., 2012) and it is defined by a mid-central vowel appearing inside clusters. In our sample, the number of intrusive schwas was close to zero for children with SSD but also

for children with typical development. We further examined vowel epentheses to identify if French-speaking children would use other intrusive vowels. Again, children, with SSD or with TYP, produced very few vowel epentheses. From these results, it seems that French-speaking children do not use this strategy to facilitate cluster production or word onsets. Data available on French phonological development indicate that typically-developing children tend to simplify clusters by deleting one of the consonants in the cluster. This phonological pattern is highly frequent for children between 24 and 29 months (around 30% of the possible contexts, Brosseau-Lapr e et al., 2018). Alternatively, the lack of intrusive schwas could be due to the high variability in schwa production across French dialects where schwa is an optional vowel (Rose & Wauquier, 2007). Schwa realization (or non-realization) depends on factors such as segmental and suprasegmental structure or dialectal variation. In standard (non-southern France) French, many schwa deletions are observed and cluster simplification is achieved by segment deletion rather than schwa or vowel intrusion. The SSD children in this study seem to behave similarly. For these reasons, the marker “intrusive schwas” might not be a good marker to identify difficulties in segment coarticulation. The third feature that did not seem to apply to French-speaking children was prevoicing errors, which were rare in SSD children. In French, voiced stops are produced with pre-voicing, which requires a dissociation between laryngeal and supralaryngeal control, whereas, in voiceless stops, voice onset can be launched together with closure release. In English, voiced stops can be produced with roughly simultaneous voice onset and closure release, whereas voiceless stops require separate laryngeal control, with vocal fold vibration held after closure release, during aspiration (MacLeod, 2016). Voiced stops in French may therefore require greater motor programming skills than their voiceless counterparts. In typically-developing children, voiced stop consonants develop at a slower rate than voiceless stops in French (MacLeod et al., 2011) and exhibit more immature acoustic features than their voiceless counterparts (MacLeod, 2016). Thus replacing a voiceless consonant with a voiced cognate may not be a “simplifying” pattern for French-speaking children, even for children with CAS.

5.4. Comparison with other non-English studies

There are very few studies exploring CAS features in other languages than English. This lack of diversity in studies impacts our understanding of the core deficits of CAS. For example, in English-speaking children, a possible core deficit may be prosodic (Murray et al., 2015), yet the absence of lexical stress and regularity of syllabic stress in French makes this feature unlikely in French-speaking children. In other languages, it seems that inconsistency is considered as a core feature of CAS (Malmenholt, Lohmander & McAllister, 2017 in Swedish; Wong, Lee & Tong, 2020, in Cantonese). But these studies rely on SLPs’ report of what diagnostic features they use for CAS in their clinical practice. It appears that inconsistency may be often used as a diagnostic

feature, but no experimental results are available. There is a need for international collaboration as indicated by Wong et al. (2020) to improve our understanding of CAS and SSD. We need to identify which features are English-specific and which are core features of SSD subtypes.

5.5. Limitations and future directions

The main limitation is the challenge in identifying subtypes of SSD, including CAS, in a language where clinical markers have not been fully described. We first assigned children to three groups based on clinical impression. Then, we compared this categorization to quantitative measures of their speech. There is circularity in this approach, given that it aims at identifying which features may differentiate between groups, but some of these features may have underlaid guidelines when defining the groups. Such an approach tends to reinforce traditional definition of CAS (Rvachew & Brosseau-Lapr e, 2018). However, the aim of the study was not to assess whether the markers accurately distinguish CAS from PD, but rather whether English markers can capture the impressionistic descriptions provided by the French SLPs. In fact, two operationalized quantitative measures do corroborate SLPs' differential diagnosis of CAS: DDK rate and vowel errors in non-word repetition task. In order to fully avoid the circularity challenge, we plan to conduct cluster analyses in the next stage of the EULALIES project, with a larger clinical sample. The second limitation of this study is that our quantitative measures do not cover all the speech behaviours described in CAS literature, especially prosodic features. There is a major lack of prosodic description of French-speaking children with and without SSD, which prevented us from making testable hypotheses, but this is an important avenue for future research.

6. Conclusion

Our study investigated whether the clinical markers for CAS available in English distinguish between French-speaking children with CAS, with phonological disorder, and with typical development. We recruited 75 typically-developing children, five children diagnosed with CAS, and nine children diagnosed with phonological disorder. All participants were school-aged children from 5;10 to 9;2 years old. The assessment protocol included three speech production tasks: a picture-naming task, a non-word repetition task, and a diadochokinetic task which targeted lexicon retrieval, phonological encoding, motor planning, and motor programming. From these three tasks, we extracted 20 quantitative measures corresponding to commonly accepted clinical features of CAS in English. Our study brings to light three main results: (1) two markers, diadochokinetic rate and vowel errors in non-word repetition, differentiated children with CAS; (2) some markers tended to indicate a severity gradient for distinguishing children with typical development from children with PD and children with CAS; and (3) several features and

measures seemed not to be relevant for French-speaking children. This study highlights the need for more cross-linguistic research to better understand the core deficits of CAS, and of subtypes of SSD more broadly.

Acknowledgments

We thank all children participants and their parents, as well as teachers and speech therapists who helped recruit the participants.

Declaration of interest

The authors report no conflicts of interest.

References

- Aircart-de Falco, S. & Vion, M. (1987). La mise en place du système phonologique du français chez des enfants entre trois et six ans : une étude de la production (Development of phonological system in French-speaking children between three and six years old: a study of production). *Cahiers de Psychologie Cognitive - Current Psychology of Cognition*, 7, 247-266. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00133459>
- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (2007). Childhood apraxia of speech (Position statement). Retrieved from www.asha.org/policy
- Baker, E. & McLeod, S. (2011). Evidence-Based Practice for children with speech sound disorders: Part 1 Narrative Review, *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42, 102-139. DOI:10.1044/0161-1461(2010/09-0075)
- Bernthal, J. E., Bankson, N. W. & Flipsen, P. Jr. (2009). *Articulation and Phonological Disorders: Speech Sound Disorders in Children*, Pearson
- Bérubé, D., Bernhardt, B. M., Stemberger, J. P. & Bertrand, A. (2015). Analyse phonologique en français manitobain : étude de cas selon la phonologie non-linéaire (Phonological analysis in Manitoba French: a case study using non-linear phonology). *Rééducation Orthophonique*, 263, 105-147.
- Boersma, Paul & Weenink, David (2020). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.1.16, retrieved 6 June 2020 from <http://www.praat.org/>
- Broomfield, J. & Dodd, B. (2004). The nature of referred subtypes of primary speech disability, *Child Language Teaching and Therapy*, 20(2), 135-151. DOI:<https://doi.org/10.1191/0265659004ct267oa>
- Brosseau-Lapré, F. & Rvachew, S. (2018). *Developmental Phonological Disorders, Foundations of Clinical Practice* (Second Edition). Plural Publishing Inc.
- Brosseau-Lapré, F., Rvachew, S., Macleod, A. A., Findlay, K., Bérubé, D. & Bernhardt, B. M. (2018). Une vue d'ensemble : les données probantes sur le développement phonologique des enfants francophones canadiens (An Overview of Data on the Phonological Development of French-Speaking Canadian Children). *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology | Revue Canadienne D'orthophonie Et D'audiologie*, 42(1), 1-19.
- Charron, L. (2015). Réflexions sur les défis dans le diagnostic et la rééducation de la dyspraxie verbale (Thoughts on Challenges in Diagnosis and Rehabilitation of Childhood Apraxia of Speech). *Rééducation orthophonique*, 263, 187-205.
- Felsenfeld, S., Broen, P. A. et McGue, M. (1994). A 28-year follow-up of adults with a history of moderate phonological disorder: Educational and occupational results. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(6),1341-1353. DOI:10.1044/jshr.3706.1341
- Forrest, K. (2003). Diagnostic criteria of developmental apraxia of speech used by clinical speech-language pathologists. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 12(3), 376-380. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2003/083\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2003/083))
- Hedlund, Gregory & Yvan Rose. 2019. Phon 3.0 \[Computer Software\]. Retrieved from <https://phon.ca>.

- Jacquier-Roux, M., Valdois, S., Zorman, M., Lequette, C., & Pouget, G. (2005). ODEDYS: un outil de dépistage des dyslexies version 2 (a Dyslexia Screening Tool version 2). *Grenoble: Laboratoire cogni-sciences, IUFM de Grenoble.*
- Kern, S., Langué, J., Zesiger, P. & Bovet, F. (2010). Adaptations françaises des versions courtes des inventaires du développement communicatif de MacArthur-Bates (French Adaptations of the Short Versions of The MacArthur-Bates Communicative Development). *A.N.A.E., 107-108, 217-228*
- Khomsî, A. (2001). *ELO: évaluation du langage oral (ELO: Assessment of spoken language)*. ECPA, Les Éditions du Centre de psychologie appliquée.
- International Expert Panel on Multilingual Children's Speech. (2012). Multilingual children with speech sound disorders: Position paper. Bathurst, Australia: Research Institute for Professional Practice, Learning and Education (RIPPLE), Charles Sturt University. Retrieved from <http://www.csu.edu.au/research/multilingual-speech/position-paper>
- Icht, M., & Ben-David, B. M. (2014). Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *Journal of Communication Disorders, 48, 27-37.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.02.002>
- Iuzzini-Seigel, J., Hogan, T. P., & Green, J. R. (2017). Speech inconsistency in children with childhood apraxia of speech, language impairment, and speech delay: Depends on the stimuli. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 60(5), 1194-1210.* https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-S-15-0184
- MacLeod, A. A., Sutton, A., Trudeau, N., & Thordardottir, E. (2011). The acquisition of consonants in Québécois French: A cross-sectional study of pre-school aged children. *International Journal of Speech-Language Pathology, 13(2), 93-109.* <https://doi.org/10.3109/17549507.2011.487543>
- MacLeod, A.A.N. (2016). Phonetic and phonological perspectives on the acquisition of voice onset time by French-speaking children. *Clinical Linguistics & Phonetics, 30(8), 584-598.* DOI:10.3109/02699206.2016.1152509
- Malmeholt, A., Lohmander, A., & McAllister, A. (2017). Childhood apraxia of speech: A survey of praxis and typical speech characteristics. *Logopedics Phoniatrics Vocology, 42(2), 84-92.*
- Masson, P. (2017). *Étude de la spécificité d'épreuves langagières chez des enfants présentant une dyspraxie verbale versus un trouble phonologique (Study of Specificity of Language Tests in Children with Childhood Apraxia of Speech versus Phonological Disorder)* [Master thesis, Université de Liège]. MatheO. <http://hdl.handle.net/2268.2/2321>
- Meloni, G., Lœvenbruck, H., Vilain, A., Gillet-Perret, E., MacLeod, A. (in press). Évaluation de la perception des sons de parole chez les populations pédiatriques : réflexions sur les épreuves existantes (Assessing Speech Perception in Paediatric Populations: Thoughts on Existing Tools), *Glossa*.
- Monetta, L., Desmarais, C., MacLeod, A.A.N., St-Pierre, M. C., Bourgeois-Marcotte, J., & Perron, M. (2016). Recension des outils franco-québécois pour l'évaluation des troubles du langage et de la parole (Inventory of Quebec French Tools for Assessing Speech and Language Disorders). *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology, 40(2), 165-175.*

- Murray, E., McCabe, P., Heard, R. & Ballard, K. J. (2015). Differential Diagnosis of Children with Suspected Childhood Apraxia of Speech, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 58, 43-50. DOI:10.1044/2014_JSLHR-S-12-0358
- Ozanne, A. (2005). Childhood apraxia of speech. In B. Dodd (Ed.), *Differential diagnosis and treatment of children with speech disorders* (2nd ed., pp. 71–82). London: Whurr
- Paul, M. et Rvachew, S. (2008). *Test francophone de phonologie (French Phonology Assessment)*. http://www.medicine.mcgill.ca/srvachew/clinical_software_tools_files/TFP_for_website.pdf
- Paradis, J., Emmerzael, K., & Duncan, T. S. (2010). Assessment of English language learners: Using parent report on first language development. *Journal of Communication Disorders*, 43(6), 474-497. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2010.01.002>
- R Development Core Team (2005). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- Rvachew, S. & Brosseau-Lapr e, F. (2015). A randomized trial of 12-week interventions for the treatment of developmental phonological disorder in Francophone children. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 24(4), 637-658. https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-14-0056
- Rvachew, S., Marquis, A., Brosseau-Lapr e, F., Paul, M., Royle, P. & Gonnerman, L. (2013). Speech articulation performance of francophone children in the early school years: Norming of the Test de d epistage francophone de phonologie. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 27, 950-968. DOI:10.3109/02699206.2013.830149
- Rose, Y. & Wauquier-Gravelines, S. (2007). French speech acquisition. In S. McLeod (Ed.), *The international guide to speech acquisition* (364-384). Thomson Delmar Learning.
- Savinainen-Makkonen, T. (2000). Word-initial consonant omissions-a developmental process in children learning Finnish. *First Language*, 20(59), 161-185. <https://doi.org/10.1177/014272370002005903>
- Shriberg, L. D., Lohmeier, H. L., Strand, E. A., & Jakielski, K. J. (2012). Encoding, memory, and transcoding deficits in childhood apraxia of speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 26(5), 445-482. <https://doi.org/10.3109/02699206.2012.655841>
- Shriberg, L. D., Fourakis, M., Hall, S., Karlsson, H., Lohmeier, H., McSweeney, J., Potter, N., Scheer-Cohen, A., Strand, E., Tilkens, C. & Wilson, D. (2010). Extensions to the Speech Disorders Classification System (SDCS), *Clinical Linguistics & Phonetics*, 24(10), 795-824. DOI:10.3109/02699206.2010.503006.
- Shriberg, L. D., Strand, E. A., Fourakis, M., Jakielski, K. J., Hall, S. D., Karlsson, H. B., ... & Wilson, D. L. (2017). A diagnostic marker to discriminate childhood apraxia of speech from speech delay: I. Development and description of the pause marker. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(4), S1096-S1117. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-S-15-0296
- Terband, H., Maassen, B., & Maas, E. (2019). A psycholinguistic framework for diagnosis and treatment planning of developmental speech disorders. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 71(5-6), 216-227. <https://doi.org/10.1159/000499426>

- Van der Merwe, A. (2009). A theoretical framework for the characterization of pathological speech sensorimotor control. In: McNeil, M. R. ed. *Clinical Management of Sensorimotor Speech Disorders*. New York/Stuttgart: Thieme.
- Vinter, S. (2001). Les habiletés phonologiques chez l'enfant de deux ans (Phonological Skills in Two-Year-Old Children). *Glossa*, 77, 4-19.
- Waring, R. & Knight, R. (2013). How should children with speech sound disorders be classified? A review and critical evaluation of current classification systems, *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(1), 25-40. DOI:10.1111/j.1460-6984.2012.00195.x
- Wong, E. C., Lee, K. Y., & Tong, M. C. (2020). The Applicability of the Clinical Features of English Childhood Apraxia of Speech to Cantonese: A Modified Delphi Survey. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 29(2), 652-663. https://doi.org/10.1044/2019_AJSLP-19-00118

Appendix

Appendix A

Differences in the phonological systems of France French and American English.

	France French	American English
Consonant inventory	/ p t k b d g f s ʃ v z ʒ l ʁ m n ɲ (ŋ) j ɥ w/	/ p t k b d g f θ s ʃ h v ð z ʒ tʃ dʒ l ɹ m n ŋ j w/
Vowel inventory	/ i y u e ø (ə) o ε œ ɔ a (ɑ) ɛ̃ (œ̃) ɔ̃ ɑ̃/ Several nasal vowels, no diphthong	/ I i ʊ u eɪ oʊ ε ʌ (ɔ) ə (ɛ) æ ɑ aɪ ɔɪ aʊ/ Several diphthongs, no nasal vowels
Phonetic realizations	-Stops are unaspirated -Voiced stops are pre-voiced -Variable schwa: schwa alternates with zero depending on lexical, syntactic, prosodic and sociolinguistic factors	-Voiceless stops are aspirated in some positions and can be glottalized in others -Voiced stops can be realized as voiced or voiceless unaspirated. -unstressed vowels tend to be reduced durationally and qualitatively
Most frequent syllable types	CV, CVC, CCV, V, VC, CCGV, CVCCC Onsets and codas can be complex: C(0-3)VC(0-4)	Onsets and codas can be complex: C(0-3)VC(0-5) - Liquids and nasals can be syllabic
Phonotactic rules	-Only certain consonants are permitted in complex onsets and codas: /s/+obstruent+liquid or glide (or both in onsets in medial word positions). - <i>Liaison</i> and <i>enchainment</i> processes increase the frequency of word-initial /z/ and /n/ - <i>Loi de position</i> favours the appearance of mid-low vowels in closed syllables and mid-high vowels in open syllables -onset and coda clusters generally obey sonority sequencing: the most sonorant segments are nearest the nucleus (except for CCC onsets with initial /s/)	- Stop-nasal sequences are ruled out - Only /s/ and /ʃ /are permitted before a stop, either oral or nasal, in word-initial position - Onsets may not consist of two consonants with the same place of articulation -Onset and coda clusters generally obey sonority sequencing - The vowel of a stressed open word-final syllable may not be short
Word length	-The early French lexicon has more multisyllabic words (66%) than monosyllabic words (33%). -Four syllable words are frequent in the adult lexicon.	The early English lexicon has more monosyllabic (61%) than multisyllabic (38%) words.
Prosody	Syllable-timed, no lexical stress, most frequent metric pattern: iambic	Stress-timed, most frequent metric pattern: trochaic

Supplemental Material

Supplementary Material A:

Description of the participants

	TD group	CAS group	PD group	
Number of participants	75	5	9	
Mean age (SD)	85.83 (8.82)	88.8 (12.43)	89.67 (10.37)	
Females/Males	41/34	2/3	2/7	
Monolinguals	45	5	8	
Multilinguals (with two languages daily)	25	0	1	
Multilingual (with three or more languages daily)	5	0	0	
Contact with French (for multilingual participants)	Since birth	19	0	1
	Daycare (between 2 months to 3 years old)	2	0	0
	Kindergarten (between 3 to 6 years old)	6	0	0
	Elementary school	3	0	0
Socio-economic status (INSEE, 2014)	Farmer	0	0	0
	Craftsperson, shopkeeper or head of a company	6	0	0
	Executive or manager	16	1	0
	Intermediate occupation	6	0	1
	Employee	12	0	0
	Worker	0	0	1
	Retired	0	0	0
	Unemployed	7	1	1
No information	28	3	6	

Supplementary Material B:

Description of the nonwords repetition task (NWR)

Nonwords	Phonotactic frequency ^a	Syllable structure (C: consonant, V: vowel, G: glide)	Syllable length	Lexical component ^b
ʒɔ̃tjɔ	0.003	CV.CGV	2	–
guʃɑ̃	0.039	CV.CV	2	–
tʁɛsmœl	0.307	CCVC.CVC	2	–
vʁalbɔ̃	0.096	CCV.CVC	2	–
ʃosyʁɛ̃	0.019	CV.CV.CV	3	chaussure, /ʃosyʁ/ (shoe)
dɥnɛʁɛ	0.355	CV.CV.CV	3	–
zebɥifɑ̃	0.007	CV.CGV.CV	3	–
kanɑ̃ʁglɔz	0.334	CV.CVC.CCVC	3	canard, /kanɑ̃ʁ/ (duck)
fœʁpidʁak	0.365	CVC.CV.CCVC	3	–
muʃisɔ̃	0.091	CV.CVC.CV	3	–
vwatyʁotɑ̃	0.277	CGV.CV.CV.CV	4	voiture, / vwatyʁ/ (car)
pukosɛ̃ta	0.22	CV.CV.CV.CV	4	–
lazɥnigɔ̃	0.151	CV.CV.CV.CV	4	–
adbalɔ̃ziʁ	0.246	CVC.CV.CV.CVC	4	ballon, /balɔ̃/ (ball)
øbʁolistiʁ	0.643	V.CCV.CVC.CVC	4	–
spelyzbavez	0.101	CCV.CVC.CV.CVC	4	–

Note. ^aVariability in the phonotactic frequency of nonwords was introduced to modulate complexity. Phonotactic frequency was computed from occurrence counts in the database LEXIQUE 2.62 (2005). It is calculated as the average of the frequencies of interest, which are:

- frequency of the onset-nucleus sequence in syllables 1 and 2 and, if applicable syllables 3 and 4,
- frequency of the coda consonant in each syllable, if applicable,
- frequency of the heterosyllabic cluster if applicable.

To calculate each frequency, a ratio is calculated between the number of occurrences of each sequence and the total number of first, second, (third and fourth if applicable) syllables in the database.

^bThese words intend to be easily accessible for children and have been selected from the words of the French MacArthur Bates Communicative Development Index (Kern, Zesiger & Bovet, 2009)

Segmental distribution for the nonword repetition task

	1st syllable	2nd syllable	3rd syllable	4th syllable	Total
p	pukosēta spelyzbavez	fœɾpidɾak			3
t	tɾesmœl	ʒɔ̃tʃø vwatyɾotã		vwatyɾotã øɾolistiɾ pukosēta	5
k	kanaɾglɔz	pukosēta	fœɾpidɾak		3
b		zebɥifã adbaldziɾ øɾolistiɾ	spelyzbavez		4
d	dɥneɾe adbaldziɾ		fœɾpidɾak		3
g	gɥfã		kanaɾglɔz	lazɥnigɔ̃	3
f	fœɾpidɾak		zebɥifã		2
s	tɾesmœl spelyzbavez	ʃosɥɛ̃ muɥʃiɾɔ̃	pukosēta	øɾolistiɾ	5
ʃ	ʃosɥɛ̃	gɥfã muɥʃiɾɔ̃			3
v	vɾalbɥ vwatyɾotã			spelyzbavez	3
z	zebɥifã	spelyzbavez	kanaɾglɔz	adbaldziɾ spelyzbavez	5
ʒ	ʒɔ̃tʃø	lazɥnigɔ̃			2
ɾ	tɾesmœl vɾalbɥ fœɾpidɾak	kanaɾglɔz øɾolistiɾ	ʃosɥɛ̃ dɥneɾe fœɾpidɾak muɥʃiɾɔ̃ vwatyɾotã	adbaldziɾ øɾolistiɾ	13
m	muɥʃiɾɔ̃	tɾesmœl			2
n		kanaɾglɔz	lazɥnigɔ̃		3
l	lazɥnigɔ̃	tɾesmœl vɾalbɥ spelyzbavez	kanaɾglɔz adbaldziɾ øɾolistiɾ		7
ɥ		vɾalbɥ dɥneɾe			2
a	vɾalbɥ kanaɾglɔz vwatyɾotã lazɥnigɔ̃ adbaldziɾ	kanaɾglɔz adbaldziɾ	fœɾpidɾak spelyzbavez	pukosēta	9
e	spelyzbavez zebɥifã	dɥneɾe	dɥneɾe		3

ε	tʁɛsmœl			spelyzbavɛz	2
ø	øbʁolistiʁ	ʒɔ̃tʃø			2
œ	fœʁpidʁak	tʁɛsmœl			2
o	ʃosyʁɛ̃	pukosɛ̃ta øbʁolistiʁ		vватыʁotã	4
ɔ		vʁabɔ̃		kanakɔ̃z	2
i		zebɥifã fœʁpidʁak muʃisʁɔ̃		lazynigɔ̃ pukonɛ̃ʁi adbalɔ̃ziʁ øbʁolistiʁ	8
u	guʃã muʃisʁɔ̃ pukosɛ̃ta				3
y	dyneʁe	ʃosyʁɛ̃ vватыʁotã lazynigɔ̃ spelyzbavɛz			5
ã		guʃã	zebɥifã	vватыʁotã	3
ɔ̃	ʒɔ̃tʃø		muʃisʁɔ̃ adbalɔ̃ziʁ	lazynigɔ̃	4
ɛ̃			ʃosyʁɛ̃ pukosɛ̃ta		2
j		ʒɔ̃tʃø			1
w	vватыʁotã				1
ɥ		zebɥifã			1

Note. Segments appear at least two times in different word positions, except for glides which appear only once.

Supplementary Material C:

Items	API	Translation	Items	API	Translation
1 syllable					
fraise	fʁɛz	strawberry	hibou	i.bu	owl
gare	gɑʁ	railway station	Indien	ẽ.djẽ	Indian (person from India)
griffe	gʁif	claw	menton	mɑ̃.tõ	chin
huile	ɥil	oil	poisson	pwa.sõ	fish
jambe	ʒɑ̃b	leg	tomate	to.mat	tomato
langue	lɑ̃g	tongue	voiture	vwa.tyʁ	car
livre	livʁ	book	yaourt	ja.uʁt	yoghurt
loup	lu	wolf	aquarium	a.kwa.ʁjõm	aquarium
main	mẽ	hand	chocolat	ʃo.ko.la	chocolate
neige	nɛʒ	snow	cinéma	si.ne.ma	cinema
œuf	œf	egg	couverture	ku.vɛʁ.tyʁ	blanket
ongle	õgl	finger nail	crocodile	kʁo.ko.dil	crocodile
ours	uʁs	bear	déguisement	de.giz.mɑ̃	costume
peigne	peɲ	comb	éléphant	e.le.fɑ̃	elephant
pieuvre	piœvʁ	octopus	escargot	es.kaʁ.go	snail
robe	ʁɔb	dress	oreiller	oreje	pillow
stade	stad	stadium	parapluie	pa.ʁa.plɥi	umbrella
tigre	tigʁ	tiger	pyjama	pi.ʒa.ma	pyjamas
zèbre	zɛbʁ	zebra	téléphone	te.le.fõn	telephone
2 syllables					
avion	avjõ	aeroplane	toboggan	to.bo.gɑ̃	playground slide
biberon	bi.bɛõ	baby's bottle	uniforme	y.ni.fɔʁm	uniform
bonhomme	bo.nõm	person	aspirateur	as.pi.ʁa.tœʁ	vacuum cleaner
camion	ka.mjõ	truck	bibliothèque	bi.bli.o.tɛk	library
capuche	ka.pyʃ	hood	extraterrestre	ek.stʁa.te.ʁɛst ʁ	alien
chaussette	ʃo.set	sock	hélicoptère	e.li.kõp.tɛʁ	helicopter
ciseaux	si.zo	scissors	hippopotame	i.po.po.tam	hippopotamu s
citron	si.tʁõ	lemon	locomotive	lo.ko.mo.tiv	locomotive
dentiste	dɑ̃.tist	dentist	machine à laver	ma.ʃi.na.la.ve	washing machine
docteur	dõk.tœʁ	doctor	médicament	me.di.ka.mɑ̃	medicine (pill)
euro	ø.ʁo	euro	ordinateur	õʁ.di.na.tœʁ	computer

enveloppe	ɑ̃.vlɔp	envelope	rhinocéros	ʁi.no.se.ʁɔs	rhinoceros
farine	fa.ʁin	flour	supermarché	sy.peʁ.maʁ.ʃe	supermarket
fourchette	fuʁ.ʃet	fork	ventilateur	vɑ̃.ti.la.tœʁ	fan
grenouille	gʁø.nuj	frog	vétérinaire	ve.te.ʁi.nœʁ	veterinarian

Description of items' lexical frequency of the picture-naming task (PN)

1 syllable		2 syllables		3 syllables		4 syllables	
Items	Lexical frequency ^a	Items	Lexical frequency	Items	Lexical frequency	Items	Lexical frequency
fraise	60.54	avion	63.71	aquarium	53.47	aspirateur	53.26
gare	61.70	biberon	55.87	chocolat	66.50	bibliothèque	56.04
griffe	36.25	bonhomme	61.04	cinéma	62.01	extraterrestre ^a	–
huile	57.25	camion	62.07	couverture	53.85	hélicoptère	57.34
jambe	59.13	capuche	35.74	crocodile	61.74	hippopotame	55.97
langue	60.56	chaussette	45.86	déguisement	42.59	locomotive	56.85
livre	67.85	ciseaux	58.79	éléphant	64.20	machine à laver	60.72
loup	67.13	citron	61.01	escargot	56.74	médicament	51.29
main	66.05	dentiste	55.35	oreiller	57.88	ordinateur	51.35
neige	67.41	docteur	55.98	parapluie	60.36	rhinocéros	51.04
œuf	65.07	euro ^a	–	pyjama	58.64	supermarché	53.48
ongle	54.56	enveloppe	60.70	téléphone	63.31	ventilateur ^a	–
ours	68.08	farine	63.61	toboggan	52.65	vétérinaire	45.98
peigne	58.88	fourchette	55.13	uniforme	50.77		
pieuvre	31.86	grenouille	61.11				
robe	64.10	hibou	59.30				
stade	46.06	indien	56.33				
tigre	59.27	menton	57.19				

zèbre	60.80	poisson	68.65		
		tomate	56.75		
		voiture	68.79		
		yaourt	57.36		

Note. Lexical frequencies come from MANULEX database (Lété, Sprenger-Charolles & Colé, 2004), which provide word-frequency lists of non-lemmatized and lemmatized words computed from the 1.9 million words taken from 54 French elementary-school readers. Here, is indicated the Standard Frequency Index, which is described as a simple and convenient way of indicating frequency counts. A wordform or a lemma with an SFI of 70 is expected to occur once in every 1000 words, one with a SFI of 60 is expected to occur every 10 000 words.

*These frequencies are not provided by MANULEX.

Consonant distribution

	Word-initial	Onset	Coda	Cluster	Word-final	Total
p	parapluie pyjama peigne	supermarché hippopotame capuche aspirateur	hélicoptère	poisson pieuvre parapluie	enveloppe	13
t	téléphone toboggan tomate tigre	vétérinaire ventilateur dentiste docteur menton voiture extraterrestre couverture ordinateur locomotive hippopotame hélicoptère bibliothèque aspirateur		stade extraterrestre citron dentiste yaourt	chaussette fourchette tomate	28
k	couverture camion capuche	locomotive aquarium chocolat crocodile médicament hélicoptère	docteur	crocodile extraterrestre escargot	bibliothèque	14
b	bibliothèque biberon bonhomme	toboggan hibou		zèbre bibliothèque biberon	robe jambe	10

d	déguisement dentiste docteur	ordinateur médicament crocodile		indien	stade	8
g	gare	déguisement escargot toboggan		grenouille griffe tigre ongle	langue	9
f	farine fourchette	éléphant téléphone uniforme		fraise	œuf griffe	8
s	supermarché cinéma ciseau citron	chaussette poisson	aspirateur escargot	extraterrestre stade ours dentiste	rhinocéros	13
ʃ	chocolat chaussette	machine à laver fourchette supermarché			capuche	6
v	vétérinaire ventilateur	couverture machine à laver		voiture pieuvre livre enveloppe avion	locomotive	10
z	zèbre	ciseau	déguisement		fraise	4
ʒ	jambe	pyjama			neige	3
ʁ	rhinocéros robe	extraterrestre oreiller parapluie euro farine vétérinaire aspirateur aquarium rhinocéros	ordinateur fourchette supermarché couverture escargot couverture uniforme	crocodile grenouille griffe fraise zèbre tigre pieuvre ours livre extraterrestre biberon citron yaourt biberon	gare docteur voiture vétérinaire ventilateur ordinateur hélicoptère aspirateur	42
m	médicament machine à laver menton main	camion tomate supermarché locomotive cinéma pyjama déguisement médicament		uniforme	bonhomme aquarium hippopotame	17

n	neige	rhinocéros cinéma uniforme bonhomme grenouille ordinateur machine à laver vétérinaire	farine téléphone	11
l	locomotive loup livre langue	hélicoptère éléphant téléphone ventilateur chocolat machine à laver	ongle bibliothèque enveloppe parapluie	crocodile huile 16
ɲ			peigne	1
j	yaourt	oreiller	pieuvre avion camion indien aquarium	grenouille 8
w			poisson voiture aquarium	3
ɥ	huile		parapluie	2

Vowel distribution

	Word-initial	Word-final	Total
a	aspirateur aquarium avion	pyjama chocolat cinéma	6
e	hélicoptère éléphant	oreiller supermarché machine à laver	5
ɛ	extraterrestre escargot		2
ø	euro		1
œ	œuf		1
o	oreiller	ciseau euro escargot	4
ɔ	ordinateur		1
i	hibou		1
u	ours	hibou	2
y	uniforme		1

ã	enveloppe	déguisement éléphant toboggan médicament	5
õ	ongle	avion biberon camion citron menton poisson	7
ẽ	indien	indien main	3

Chapitre 7

Discussion générale et conclusion

Les TDSP sont des difficultés associées à la perception, la production et les représentations de parole, entraînant une perte d'intelligibilité et d'acceptabilité (IEPMCS, 2012). Les TDSP rassemblent des troubles avec des pronostics, des sévérités et des processus déficitaires sous-jacents très variés, ce qui en fait un groupe très hétérogène. Les causes sous-jacentes restent mal comprises et la sémiologie des troubles est mal décrite. Cette méconnaissance des TDSP, alors que la prévalence de ce trouble est très élevée, peut s'expliquer par le manque d'outils standardisés pour l'évaluation spécifique des TDSP. On constate également un manque de données de référence sur le développement de la parole des enfants francophones. C'est dans ce contexte que le projet EULALIES est né. Ce projet rassemble des orthophonistes et des chercheurs·se·s autour de trois objectifs : (1) créer un outil d'évaluation de la parole de l'enfant, dans ses aspects perceptif et productif, (2) collecter des données sur le développement de la parole chez l'enfant francophone avec un développement typique et (3) déterminer des indicateurs cliniques pour les TDSP et identifier les processus déficitaires sous-jacents.

Ce travail de thèse s'inscrit dans le projet EULALIES et s'intéresse à deux objectifs en particulier : (1) construire une batterie de tests à destination de l'évaluation des enfants avec un TDSP et investiguer la validité du protocole, et (2) identifier les caractéristiques spécifiques des TDSP chez les enfants francophones. Nous nous sommes intéressées, plus précisément, aux données de validité de la tâche de répétition de pseudomots (chapitre 5) ainsi qu'aux indicateurs cliniques permettant le diagnostic différentiel entre le trouble phonologique et la dyspraxie verbale chez les enfants francophones (chapitre 6).

Dans cette discussion générale, nous présentons une synthèse des principaux résultats de nos deux études expérimentales. Ensuite, nous discutons de l'implication de ces résultats pour l'évaluation, d'une part, du modèle psycholinguistique proposé et, d'autre part, des indicateurs cliniques. Finalement, nous concluons avec les limites de notre travail et les retombées.

1. Synthèse des principaux résultats

Un des objectifs de la thèse était la construction d'un outil d'évaluation de la parole pour les enfants. Notre première démarche a donc été de recenser les différents protocoles d'évaluation existants en français. La première étude (chapitre 2), qui propose un panorama des outils d'évaluation de la perception, a permis d'établir qu'il existe peu d'outils pertinents pour la clinique. Les caractéristiques psychométriques des outils sont faibles, notamment au niveau de la spécificité et sensibilité. Or, ces deux caractéristiques psychométriques sont cruciales pour une démarche de diagnostic. Une façon de mesurer la sensibilité et la spécificité d'une tâche est d'inclure, dès le

recrutement, des enfants avec le trouble que l'on cherche à mettre en évidence (ici, les TDSP). Très peu de protocoles d'évaluation incluent une population pathologique dans leur étalonnage. Cela a pour conséquence de ne pas savoir si le test permet effectivement d'identifier le trouble qu'il est censé identifier. En plus des caractéristiques psychométriques, notre étude s'est intéressée au choix des stimuli inclus dans les tâches. Nous avons établi, à partir de la littérature, une liste de neuf critères encadrant la sélection des stimuli pour une tâche de perception (par exemple, le critère « Lien production-perception » qui envisage si le test compare les habiletés de production et de perception ? ou encore par exemple, le critère « Justification des cibles choisies » qui identifie si le test apporte des justifications dans le choix des cibles. Les justifications peuvent être en lien avec les observations des erreurs fréquentes chez les enfants porteurs de TDSP ou en lien avec la distribution fréquentielle des segments de la langue) ? Il ressort que les tâches incluent souvent très peu de stimuli, que le choix de ces stimuli n'est que rarement justifié, qu'il n'y a pas la possibilité de comparer les habiletés en perception et en production car les tâches de perception ne sont pas mises en relation avec les tâches de production. Notre première étude (chapitre 2) pose donc des jalons pour la construction de l'outil EULALIES en identifiant les écueils psychométriques des outils existants et en établissant un ensemble de critères devant guider la construction d'une tâche d'évaluation de la perception de parole chez l'enfant.

Cette première étude (chapitre 2), qui met en avant le manque d'outil disponibles pour évaluer efficacement les habiletés de perception chez l'enfant, nous a conduit à nous intéresser aux outils d'évaluation de la production. Sans que cela fasse l'objet d'une publication spécifique, nous avons, dans le cœur de la thèse, proposé un panorama des tâches de dénomination, de répétition de pseudomots, de diadococinésies et de répétition de syllabes existantes. Là encore, notre état des lieux a permis d'établir un manque crucial de protocoles d'évaluation. Ce manque de tests pertinents a nécessairement un impact sur l'identification des TDSP et sur leur caractérisation. Face à ce constat, nous avons construit un protocole d'évaluation, fondé sur un modèle théorique de la perception et la production de parole. Le protocole EULALIES teste à la fois les versants perception et production. Ce protocole contient cinq tâches, ciblant différents niveaux du modèle psycholinguistique : une tâche de jugement de lexicalité, une tâche de dénomination, une tâche de répétition de pseudomots, une tâche de diadococinésies, une tâche de répétition de syllabes.

Une fois le protocole créé, il s'agit d'évaluer ses caractéristiques psychométriques. Dans le cadre de ce travail de thèse, nous nous sommes limitées à l'étude de la tâche de répétition de pseudomots. L'étude présentée dans le chapitre 5 investigate la validité de la tâche de répétition de pseudomots. Nous nous sommes intéressées spécifiquement à la validité de construit qui cherche à savoir si les résultats du test sont corrélés avec les caractéristiques biologiques, démographiques et cognitives des sujets. La tâche de répétition de pseudomots EULALIES vise à tester les habiletés à percevoir,

segmenter et conserver l'information phonologique en mémoire à court terme, puis à récupérer au besoin dans sa mémoire à long terme des connaissances lexicales et sous-lexicales et finalement à transformer le code phonologique en commandes motrices. Notre tâche a pour ambition de tester les mécanismes de traitement de parole, en particulier l'encodage phonologique, tout en s'adaptant à des profils linguistiques et culturels variés d'enfants. Pour cela, nous avons cherché à limiter l'influence de la taille du vocabulaire mais nous avons intégré des structures syllabiques et des phonèmes variés du français. Pour envisager si la tâche EULALIES remplit son objectif, nous avons examiné l'effet sur le score en répétition, de cinq variables inter-sujets (l'âge, le multilinguisme, le sexe, la catégorie socioéconomique et l'empan de chiffre) et cinq variables inter-stimuli (la fréquence phonotactique, l'insertion d'un vrai mot à l'intérieur du pseudomots, le nombre de syllabes, le nombre de consonnes et la structure syllabique). Nous avons collecté des données auprès de 119 enfants typiques de 4,6 à 11,3 ans. Nos résultats mettent en évidence que certains facteurs influencent la tâche de répétition de pseudomots : l'âge, l'empan de chiffre, le nombre de syllabes, le nombre de consonnes, l'insertion d'un vrai mot et la structure syllabique. D'autres facteurs ne sont pas significatifs et ne semblent pas influencer les performances : le multilinguisme, le sexe, la catégorie socioéconomique et la fréquence phonotactique. Ces résultats suggèrent donc que la tâche de répétition de pseudomots EULALIES teste : la façon dont l'enfant (1) perçoit l'item, (2) le conserve en mémoire à court terme, (3) récupère des informations nécessaires dans son lexique lorsque l'item contient un vrai mot, (4) encode la forme phonologique et (5) la transforme en plans moteurs. L'épreuve évalue donc bien les différents mécanismes de perception et de production de la parole. En revanche, la tâche ne nécessite pas que l'enfant ait de larges connaissances lexicales puisque la fréquence phonotactique, le niveau socioéconomique et le multilinguisme n'affectent pas le score en répétition. La tâche de répétition de pseudomots EULALIES semble donc bien remplir les objectifs théoriques qui étaient proposés. Contrairement aux tâches de répétition de pseudomots quasi-universelles (par exemple, Chiat et al., 2015), l'épreuve de EULALIES est complexe et intègre des segments marqués du français. Tous les phonèmes du français sont représentés dans différentes structures syllabiques. Cela en fait un test défiant davantage les processus de traitement de la parole par rapport à une tâche quasi-universelle tout en limitant l'impact de l'exposition langagière. Cette tâche de répétition de pseudomots semble adaptée à l'évaluation du traitement de parole chez l'enfant, notamment l'enfant avec un TDSP.

Dans notre dernière étude (chapitre 6), nous avons donc envisagé comment les enfants avec un TDSP performant aux tâches de EULALIES et si les différentes épreuves permettent de faire ressortir des traits caractéristiques des TDSP en français. Il n'y a dans la littérature que très peu de descriptions des manifestations d'un TDSP en français (MacLeod et Findlay, 2015 ; Brosseau-Lapré et Rvachew, 2017). Nous avons donc cherché à savoir si les manifestations des TDSP, notamment de la dyspraxie verbale décrites pour l'anglais se retrouvent chez les enfants

francophones. Soixante-quinze enfants avec un développement typique et 14 enfants avec un TDSP ont complété le protocole EULALIES à partir duquel nous avons extrait 20 mesures reliées à différents marqueurs cliniques décrits pour l'anglais. Nos résultats mettent en avant que certains indicateurs semblent n'être présents que chez les enfants avec une dyspraxie verbale (la lenteur aux diadococinésies et les erreurs sur les voyelles dans la tâche de répétition de pseudomots), d'autres caractéristiques sont présentes chez les enfants avec un TDSP et chez les enfants typiques avec un gradient de sévérité différents (les erreurs sur les consonnes, les épenthèses de consonnes, les erreurs sur les groupes consonantiques, l'effet de longueur et l'inconstance des productions) et finalement, d'autres marqueurs ne se retrouvent pas chez les enfants francophones (les schwas ou voyelles intrusives et les erreurs de voisement). Ces résultats préliminaires permettent d'envisager l'intérêt du protocole EULALIES pour l'identification des enfants avec un TDSP. En effet, les enfants avec un TDSP performant moins bien que les enfants typiques aux différentes tâches. Cela tend à indiquer une certaine sensibilité et spécificité des tâches. Ensuite, les épreuves EULALIES mettent en évidence des difficultés spécifiques pour certains sous-groupes de TDSP. Il s'agit par exemple des erreurs sur les voyelles ou de la lenteur aux diadococinésies qui sont spécifiques aux enfants avec une dyspraxie verbale. Les tâches EULALIES permettent donc d'envisager le diagnostic différentiel sous deux angles : (1) les épreuves mettent en lumière des indicateurs cliniques, soutenant le diagnostic différentiel et (2) les épreuves peuvent se comparer entre elles pour isoler le niveau de déficit dans les mécanismes de traitement de parole.

En résumé, nos deux études expérimentales tendent à montrer que le protocole EULALIES est adapté à l'évaluation des enfants avec un TDSP. Les premières données de validité montrent que la tâche de répétition de pseudomots remplit les objectifs attendus tandis que les premières données de sensibilité et spécificité soulignent la capacité des épreuves à identifier les enfants avec un TDSP, à la fois au niveau des indicateurs cliniques et au niveau du profil psycholinguistique. Les résultats de cette thèse, bien qu'ils ne couvrent pas toutes les tâches de la batterie EULALIES, mettent en lumière une démarche et un protocole qui peuvent fonctionner. Dans le cœur de cette discussion, nous allons, premièrement, discuter de l'apport de nos résultats pour la validation du modèle théorique psycholinguistique, puis de l'intérêt de ce travail de thèse dans la description des indicateurs cliniques permettant de caractériser les TDSP.

2. Implications pour le modèle théorique psycholinguistique

Les travaux effectués dans le cadre de ce travail de thèse s'appuient sur un modèle psycholinguistique de production et de perception de la parole. L'utilisation de ce modèle a plusieurs implications. Tout d'abord, il favorise la création et l'utilisation de tâches d'évaluation ciblant de façon spécifique les différents processus du traitement de parole (Baker et al., 2001). Ensuite, l'utilisation du modèle permet d'envisager différentes hypothèses de déficits sous-jacents

aux TDSP, cherchant ainsi à améliorer la description des troubles et la compréhension des causes proximales (Shriberg et al., 2010). Enfin, la référence au modèle théorique permet d'envisager les différents processus de production et de perception de la parole et d'entrevoir leurs interactions et leur développement, notamment chez les enfants typiques. En s'appuyant sur ce modèle théorique, les résultats de la thèse permettent de considérer à la fois comment les tâches d'évaluation ciblent les processus de parole mais aussi de projeter les différents profils psycholinguistiques des enfants présentant un TDSP. L'élaboration de ce modèle théorique en association avec un protocole d'évaluation est l'une des principales contributions de cette thèse au point de vue de l'avancement des connaissances à la fois théoriques et cliniques.

2.1. Intérêts du protocole EULALIES

L'utilisation de modèles psycholinguistiques pour cerner les déficits et les mécanismes préservés des enfants avec un TDSP est mis en avant dans la littérature depuis les années 1990 (Levelt, 1989; Hewlett, 1990 ; Stackhouse et Wells, 1993; Stackhouse et al., 2007 ; Maasen et al., 2015; Terband et al., 2019). Toutefois, la mise en place d'un protocole d'évaluation fondé sur un modèle psycholinguistique est concrètement difficile en clinique (Baker et al., 2001; Rvachew et Brosseau-Lapré, 2018). Actuellement, les orthophonistes organisent leur propre protocole en compilant différents tests (Baker et al., 2001) et ne testent pas nécessairement l'ensemble des processus de production et de perception de parole (McLeod et Baker, 2014). Cela s'explique par le fait qu'il n'existe pas de batterie de tests ciblant particulièrement les processus de parole. Au Québec, il existe trois tâches de dénomination (TFP de Paul et Rvachew, 2008 ; Test de Phonologie du Français, Bérubé et al., 2013 ; ESPP de MacLeod et al., 2014). Seules ESPP (MacLeod et al., 2014) et le TFP (Paul et Rvachew, 2008) sont étalonnées. Les orthophonistes complètent leurs évaluations avec des tâches « maison ». En France, la situation est un peu différente car il existe des batteries de tests du langage oral qui comprennent certaines tâches d'évaluation de parole. Toutefois, les tâches de dénomination sont, en général, créées en première intention pour évaluer le vocabulaire expressif et non pas les représentations phonologiques. Comme le précisent Baker et collègues (2001), construire des protocoles « maison » d'évaluation de parole peut introduire des biais d'interprétation des tâches entre elles ou un choix de tâches non spécifique.

C'est dans ce contexte que le protocole EULALIES a émergé. Les tâches EULALIES s'appuient sur le modèle psycholinguistique et entendent évaluer différents niveaux.

- L'épreuve de jugement de lexicalité vise les représentations phonologiques fondées sur les connaissances perceptives.
- L'épreuve de dénomination teste les représentations phonologiques en lien avec les connaissances motrices.
- La tâches de répétition de pseudomots vise l'encodage phonologique.

- La tâche de diadococinésies cible les habiletés de contrôle moteur, en particulier la programmation et la planification motrice.
- La tâche de répétition de syllabes se rapporte à l'exécution motrice.

En l'état d'avancée du projet EULALIES, nous ne sommes pas en mesure de faire un retour sur l'ensemble des tâches et sur l'ensemble des mécanismes visés. En revanche, nos résultats à la tâche de répétition de pseudomots, chez les enfants typiques, nous offrent un aperçu sur l'intérêt de notre procédure et nos hypothèses. Les résultats obtenus convergent vers l'idée que la tâche évalue effectivement le processus d'encodage phonologique, c'est-à-dire la façon dont l'enfant construit la forme phonologique qui va être transformée en plans moteurs. Ainsi, nous observons qu'il est plus facile pour l'enfant de répéter un pseudomot qui comprend un vrai mot qu'un pseudomot sans insertion de vrai mot. Cette observation souligne que l'encodage phonologique est particulièrement mis à l'épreuve lorsqu'aucun vrai mot n'est inclus dans le pseudomot. Cette observation est corroborée par les autres facteurs influençant la tâche de répétition de pseudomots, à savoir le nombre de syllabes, le nombre de consonnes et la structure syllabique. Plus un mot contient de syllabes avec des groupes consonantiques, plus les mécanismes d'encodage phonologique sont mis au défi.

Il est toutefois important d'ajouter qu'une tâche d'évaluation n'implique pas qu'un seul mécanisme. La tâche de répétition de pseudomot nécessite que l'enfant perçoive, conserve en mémoire à court terme et produise l'item (Snowling et al., 1981). Dans ce contexte, il est nécessaire d'envisager les différentes tâches comme reliées entre elles et permettant de faire des comparaisons. Il faudrait pour isoler un déficit au niveau de l'encodage phonologique que les habiletés de perception et de production de parole en amont et en aval de l'encodage phonologique soient préservées. En comparant le score à la tâche de jugement de lexicalité et celui à la tâche de répétition de pseudomot, il serait possible d'écarter l'hypothèse que des difficultés sur le plan perceptif expliquent le score en répétition de pseudomots. De la même façon, en comparant le score aux diadococinésies avec la tâche de répétition de pseudomots, il serait possible d'exclure des difficultés de contrôle moteur comme origine de la performance au pseudomot. Finalement, pour mettre en évidence une difficulté spécifique au niveau de l'encodage phonologique, il serait fondamental de comparer la tâche de dénomination et celle de répétition de pseudomots, notamment au niveau de la constance des patrons d'erreurs. Par exemple, pour l'enfant qui antécipise les vélaires et qui simplifie les groupes consonantiques, et ce de façon constante dans la tâche de répétition de pseudomots et dans la tâche de dénomination, nous pourrions faire l'hypothèse que celui-ci n'aurait pas de difficultés à sélectionner et agencer les segments phonologiques mais aurait davantage de difficultés à spécifier ses représentations phonologiques stockées à long temps. Au contraire, pour l'enfant qui présente des patrons d'erreurs plus inconstants dans la tâche de répétition de

pseudomots que dans la tâche de dénomination, nous pourrions envisager des difficultés spécifiques au niveau de l'encodage phonologique. Ce type de comparaisons inter-tâches EULALIES sera réalisé avec l'avancement du projet. Le protocole construit dans ce travail de thèse établit les fondations pour d'autres recherches dans ce sens-là.

Une autre comparaison pertinente à envisager dans de futures recherches a trait au lien entre la tâche de jugement de lexicalité et la tâche de dénomination. En effet, certains items de la tâche de dénomination sont intégrés dans la tâche de jugement de lexicalité. Ce choix méthodologique prend appui sur une conception multidimensionnelle des représentations phonologiques (Munson et al., 2005). Dans cette perspective, pour qu'une représentation phonologique soit spécifiée, elle doit comprendre un ensemble d'informations telles que des informations perceptives et articulatoires. L'idée sous-jacente à la comparaison de la tâche de dénomination et de la tâche de jugement de lexicalité est de pouvoir juger la spécification des représentations phonologiques dans leurs dimensions perceptives et articulatoires. Par exemple, si un enfant ne produit aucune suppression de syllabes dans la tâche de dénomination et qu'il est capable de juger comme incorrect des items comprenant un effacement de syllabe dans la tâche de jugement de lexicalité, alors il serait possible d'affirmer que les représentations phonologiques sont correctement spécifiées au niveau syllabique. En revanche, si cet enfant produit des réductions de groupes consonantiques en dénomination et qu'il juge comme corrects des items dans lesquels un segment du groupe consonantique est omis ou un segment est ajouté, alors il serait possible d'avancer l'idée d'une sous-spécification au niveau des groupes consonantiques. Nous avançons que, pour des enfants présentant une sous-spécification des représentations phonologiques, une analyse telle que décrite, couplant les informations perceptives et articulatoires conduirait à une meilleure sélection des cibles en intervention. Là encore, davantage de recherches dans le cadre du projet EULALIES permettront d'envisager ces hypothèses en se fondant sur le travail accompli dans le cadre de cette thèse

2.2. Profils psycholinguistiques

L'intérêt de construire un protocole d'évaluation fondé sur un modèle psycholinguistique est de pouvoir étudier différents processus de traitement de la parole de façon à circonscrire les causes sous-jacentes aux difficultés observées chez les enfants avec un TDSP. Les études relatives aux enfants avec un TDSP s'intéressent principalement à décrire les caractéristiques dans les productions de parole (par exemple, Dodd, 2005 qui s'intéresse aux patrons d'erreurs des enfants avec un TDSP). Peu d'entre elles envisagent les troubles au niveau psycholinguistique (par exemple, Shriberg et al., 2012 ; Geronikou et Rees, 2016). L'analyse psycholinguistique envisage l'ensemble des performances de l'enfant et considère les prédominances d'atteinte des différents processus dans le traitement de parole (Pascoe et al., 2005). Les résultats de notre étude du chapitre 6 révèlent que les trois groupes d'enfants (avec un développement typique, avec un trouble phonologique et

avec une dyspraxie verbale) performant différemment aux différentes tâches, signifiant différents niveaux de difficultés ou de mécanismes préservés. Ainsi, les enfants avec un développement typique démontrent des bonnes habiletés dans toutes les tâches proposées. Les enfants avec un trouble phonologique présentent de faibles performances à l'épreuve de jugement de lexicalité et de répétition de pseudomots, des performances intermédiaires en dénomination et en répétition de syllabes et d'excellentes performances à la tâche de diadococinésies. Enfin, les enfants avec une dyspraxie verbale présentent de faibles performances dans les différentes tâches en particulier dans la tâche de diadococinésies. Ces différents scores conduisent à des profils psycholinguistiques différents. Nous proposons une représentation des profils psycholinguistiques sous forme de diagramme radar (Figure 18).

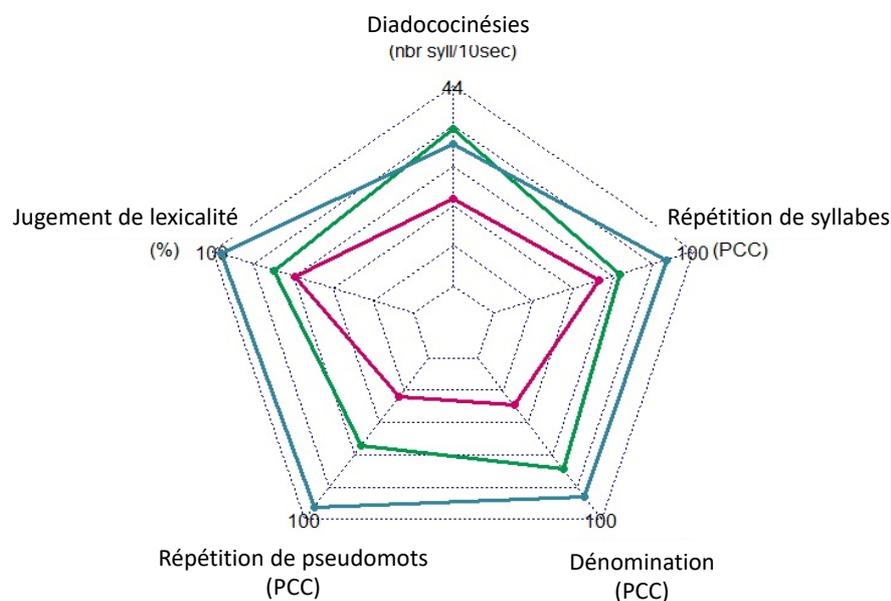


Figure 18: Diagramme radar pour représenter le profil psycholinguistique des enfants avec un TDSP (Meloni et al., 2019, ICPC)

Note. En bleu : les enfants avec un développement typique (n= 22). En vert : les enfants avec un trouble phonologique (n= 5). En rose : les enfants avec une dyspraxie verbale (n= 4)

Davantage de recherches centrées sur l'analyse psycholinguistique sont nécessaires pour confirmer nos différentes hypothèses concernant les niveaux de difficultés des sous-types de TDSP. Toutefois, les résultats de notre seconde étude ouvrent la voie à ce type d'analyse.

2.3. Proposition d'autres tâches à d'autres niveaux du modèle théorique

Le modèle théorique proposé dans cette thèse approfondit différents mécanismes de perception, de production et de monitoring de la parole. Les tâches du protocole EULALIES envisagent certains des mécanismes du modèle mais ne testent pas son entièreté. Il serait pertinent de compléter le protocole EULALIES par d'autres épreuves. Dans la mesure où les enfants avec

un TDSP présentent des déficits au niveau du traitement perceptif (Hearnshaw et al., 2019), une tâche de discrimination phonémique, telle que l'Épreuve Lilloise de Discrimination Phonologique (Macchi et al., 2012), pourrait être ajoutée pour tester le niveau de décodage phonologique. Également, la littérature souligne le fait que les enfants avec un TDSP peuvent présenter des déficits au niveau de l'intégration audio-visuelle de la parole (Salinas-Marchant et MacLeod, 2021). Il serait donc intéressant de construire une épreuve testant la perception de la lecture labiale et la fusion des informations acoustiques et visuelles. Ce type d'épreuve serait d'autant plus intéressant que le focus sur la lecture labiale pourrait être un objectif d'intervention. Finalement, nous proposons d'ajouter une tâche sur la rétroaction auditive et proprioceptive. Dans la mesure où les enfants avec une dyspraxie verbale auraient un déficit d'intégration de la rétroaction proprioceptive (Terband et Maassen, 2015), ce type de tâche faciliterait le diagnostic différentiel entre la dyspraxie verbale et les autres sous-types de TDSP.

3. Implications sur les indicateurs cliniques des TDSP

Dans la première partie de notre discussion, nous avons envisagé la façon dont nos résultats apportent des informations sur le modèle théorique psycholinguistique proposé. Dans cette seconde partie, nous abordons la question des indicateurs cliniques.

3.1. Analyse des erreurs pour les enfants francophones

Nous soutenons, à la suite d'autres auteur·e·s (Maillart et al., 2004 ; Stackhouse et al., 2007 ; Terband et al., 2019), que l'analyse psycholinguistique et l'analyse des erreurs doivent se compléter pour concourir au diagnostic différentiel. L'idée est d'adopter, dans un premier temps, une perspective psycholinguistique pour prendre en compte les différentes tâches dans leur globalité et identifier les prédominances des atteintes. Dans un second temps, il est intéressant d'aborder une perspective au niveau des productions des enfants pour identifier des indicateurs cliniques qui peuvent guider le diagnostic différentiel. Or, la littérature est dominée par des recherches en anglais. Murray et al. (2021) indiquent que 75% des études concernant les enfants avec une dyspraxie verbale portent sur l'anglais. En français, il n'existe que très peu de descriptions des productions des enfants avec un TDSP (exceptés Rvachew et Brosseau-Lapré, 2015 ; MacLeod et Findlay, 2016). Les résultats de cette thèse viennent donc contribuer à l'augmentation des connaissances sur les enfants francophones avec un TDSP. Nos résultats mettent en lumière qu'il n'est pas possible d'appliquer directement les indicateurs décrits pour l'anglais dans nos pratiques avec les enfants francophones. Il est nécessaire de rechercher des indicateurs qui seraient propres aux enfants francophones. En effet, dans notre étude du chapitre 6, nos résultats affirment que les enfants avec une dyspraxie verbale présentent des difficultés à produire les caractéristiques phonétiques fines des voyelles (présence d'erreurs sur les voyelles). Cela peut être mis en relation avec le système

vocalique du français qui est particulièrement diversifié. Au contraire, l'augmentation des erreurs avec la longueur du mot semble être un critère moins discriminant pour les enfants francophones que pour les enfants anglophones. Cette observation peut être mise en rapport avec la fréquence des mots polysyllabiques en français. Le système linguistique de l'enfant influence le type d'erreurs possible. Cette thèse promeut la nécessité d'études dans d'autres langues que l'anglais pour parvenir à une meilleure compréhension générale des TDSP et pour améliorer les pratiques cliniques des orthophonistes francophones.

Ce manque de diversité de langues d'étude est un enjeu pour la recherche sur les enfants porteurs de TDSP mais l'est également pour la recherche sur le développement typique. Il n'existe que très peu d'études sur le développement de la parole chez l'enfant typique, encore moins chez les enfants après 4 ou 5 ans. Pour le français hexagonal, on compte les travaux de Vinter (2001), où l'auteure étudie les productions spontanées de 16 enfants français de 2 ans, ainsi que sur ceux de Monnin (2010), qui examine les productions de consonnes en position initiale de mot chez les enfants de 2 à 5 ans. Ce manque de données claires pour le français de France a pour conséquence que la chronologie d'acquisition segmentale proposée par Rondal (1979, cité par Rondal, 1985) est beaucoup utilisée en clinique. Pourtant cette chronologie est proposée par Rondal (1985) pour une visée didactique et ne provient pas de données expérimentales. Pour le québécois, nous pouvons citer les travaux de MacLeod et al., en 2011, qui proposent une étude de la production des consonnes, mais auprès de 156 enfants québécois, âgés de 20 à 53 mois, lors d'une tâche de dénomination. Le même type de travaux est conduit par Rvachew et al. (2013) auprès d'enfants de 6 et 7 ans. Cette revue non-exhaustive met en lumière le manque flagrant de données sur le développement de la parole chez l'enfant francophone et ses répercussions sur les pratiques des orthophonistes auprès des enfants avec un TDSP. Un futur objectif du projet EULALIES sera de publier des données concernant la chronologie du développement des consonnes et des voyelles pour les enfants après cinq ans ainsi qu'une chronologie des patrons d'erreurs pour les enfants francophones de France (ce qui n'existe pas à notre connaissance).

3.2. Indicateurs cliniques de la dyspraxie verbale

Ce travail de thèse s'est intéressé aux indicateurs cliniques des enfants avec un TDSP. Notre étude du chapitre 6 apporte des résultats préliminaires sur les enfants avec une dyspraxie verbale. Il semblerait que la lenteur aux diadococinésies et les erreurs sur les voyelles soient de bons indicateurs pour les enfants francophones. Ces deux indicateurs corroborent l'hypothèse que le cœur des difficultés des enfants avec une dyspraxie verbale se situe au niveau de la planification et programmation motrice de la parole (ASHA, 2007; Shriberg et al., 2012 ; Murray et al., 2021). Tout d'abord, la tâche de diadococinésies défie particulièrement les mécanismes de planification et de programmation motrice (Kent et al., 2022). L'indice de lenteur à cette tâche révèle un déficit pour

coordonner les mouvements de parole de façon efficace : les mécanismes de planification et de programmation motrice ont besoin de plus de temps pour opérer. Ensuite, les erreurs sur les voyelles pointent également des difficultés au niveau de la planification et programmation motrice. En effet, les voyelles, qui nécessitent le positionnement de l'ensemble du tractus vocal, demandent un paramétrage des informations spatiales et temporelles des mouvements de parole. Ainsi les mécanismes de programmation motrice ne sont pas suffisamment précis pour donner les bonnes informations temporospatiales aux articulateurs. Cela entraîne des erreurs sur les voyelles. Vus ensemble, ces résultats soutiennent donc l'hypothèse d'indicateurs spécifiques à la dyspraxie verbale.

Toutefois, nos résultats appuient également l'idée d'un continuum entre les TDSP. En effet, certains indicateurs étaient présents pour tous les enfants testés, à savoir des enfants avec un développement typique, avec trouble phonologique et avec une dyspraxie verbale. C'est le cas pour la majorité des indicateurs que nous avons étudiés (les erreurs sur les consonnes et sur les groupes consonantiques, les épenthèses, l'effet de longueur et l'inconstance des erreurs). Nos résultats rejoignent les observations de Maassen et al. (2015). Selon ces auteur·e·s, les différences entre les TDSP résident davantage dans le degré de déficit ou de préservation d'un processus plutôt que dans l'exclusion de l'un ou de l'autre diagnostic. Nous soutenons cette hypothèse selon laquelle les sous-types de TDSP ne sont pas des catégories imperméables. L'enfant avec un trouble phonologique sévère pourra présenter des difficultés praxiques parce que le code phonologique envoyé aux mécanismes de planification et programmation motrice n'est pas suffisamment précis et, par conséquent, ne favorise pas un développement du contrôle moteur typique. Au contraire, l'enfant avec une dyspraxie verbale pourra présenter une sous-spécification des représentations phonologiques parce que son feedback sensoriel renvoie des productions verbales fréquemment erronées. Ces exemples illustrent l'interdépendance du système phonologique et du système moteur. Il se pourrait que les conséquences de cette interdépendance soient plus marquées chez les enfants d'âge scolaire que chez les enfants plus jeunes. Dans notre étude, les enfants avaient en moyenne 7 ans 6 mois. Cette réalité des enfants avec un TDSP pèse davantage en faveur d'une classification en spectre plutôt qu'en catégories mutuellement exclusives (Lancaster et Camarata, 2019). Ce travail de thèse soutient que la démarche psycholinguistique permet de passer d'une classification des TDSP en catégories à une caractérisation en prédominance d'atteinte (Terband et al., 2019).

4. Limites et perspectives

Bien que les résultats de cette thèse tendent à montrer que le protocole EULALIES est pertinent pour l'évaluation des enfants avec un TDSP, certaines limites sont à mettre en avant.

La première limite est relative à la taille de l'échantillon. En effet, le nombre d'enfants avec un TDSP inclus dans cette thèse est restreint. La taille de nos groupes TDSP est inférieure aux échantillons des études publiées dans la littérature (l'étude de Murray et al., 2015 comprend 28 enfants avec une dyspraxie verbale ; celle de Iuzzini-Seigel et al., 2017, comporte 48 enfants avec une dyspraxie verbale). Toutefois, nos échantillons d'enfants sont supérieurs à d'autres études (par exemple : Hearnshaw et al., 2018 étudient 12 enfants avec un TDSP). La petite taille de cet échantillon peut s'expliquer par deux raisons. Premièrement, nous avons concentré notre recrutement sur des enfants avec une dyspraxie verbale. Or, le diagnostic de dyspraxie verbale est rare, notamment en France, car il n'existe pas actuellement d'indicateurs cliniques ou de protocole d'évaluation facilitant le repérage des enfants avec une dyspraxie verbale. Deuxièmement, le type de transcriptions et d'analyses nécessaires aux études des productions de parole sont particulièrement chronophages et nécessitent d'importants moyens humains pour valider les transcriptions. Pour contourner la difficulté de recrutement d'enfants avec une dyspraxie verbale, nous aurions pu recruter plus largement des enfants avec un TDSP. Ce type de recrutement pourrait nous permettre de dépasser la deuxième limite de l'étude présentée ci-après.

Cette observation nous conduit à exposer la deuxième limite de ce travail. En effet, il n'y a pas d'indicateurs ou de tâches d'évaluation en français permettant le diagnostic d'enfants avec une dyspraxie verbale. Donc les orthophonistes s'appuient sur les indicateurs disponibles pour l'anglais. Or, nous avons recruté ces enfants diagnostiqués pour étudier les indicateurs qui pourraient conduire à une dyspraxie verbale. Le raisonnement de recherche d'indicateurs cliniques est donc en un sens circulaire. Une façon de sortir de ce raisonnement circulaire est de procéder à un large recrutement d'enfants avec un développement typique et d'enfants avec une perte d'intelligibilité, puis de réaliser une analyse par classification ascendante. De cette façon, nous ne ferions pas les groupes à partir de diagnostics a priori. Ce serait le modèle statistique qui identifierait les indicateurs partagés par les groupes. C'est le type de méthode d'analyse réalisées par Lancaster et Caramata (2019) auprès des enfants avec un TDL. Ce type d'analyse est prévu dans les directions futures du projet EULALIES.

La troisième limite de ce travail doctoral est celle de ne pas avoir inclus de tâche évaluant le discours spontané. En effet, dans la littérature, l'intégration d'un échantillon de discours spontané est décrite comme essentielle pour évaluer la parole de l'enfant. L'échantillon de discours spontané permet d'obtenir des informations plus écologiques et fonctionnelles sur les habiletés de parole. Également, l'échantillon de discours spontané permet de collecter des informations sur les aspects prosodiques de la parole de l'enfant (Meunier et Bigi, 2021), ce qui est particulièrement intéressant dans le cadre des TDSP où les aspects prosodiques peuvent être altérés. L'étude de la prosodie dans une tâche de dénomination est beaucoup plus limitée. Toutefois, en clinique, la collecte et

l'analyse de discours spontané peut être ardue car la transcription de ce type de données est chronophage. Dans la réalité clinique, les orthophonistes collectent peu d'information sur le discours spontané (McLeod et Baker, 2014). L'intégration d'une tâche d'évaluation du discours spontané avec un protocole de transcription et d'évaluation adapté à la clinique sera une piste d'évolution du projet EULALIES.

La dernière limite de notre projet concerne l'adaptation du protocole EULALIES pour une réelle pratique clinique. Actuellement, la version du protocole ne peut pas être utilisée de façon fluide en clinique. Les tâches ne sont pas implémentées dans un logiciel mais sont présentées sur PowerPoint, ce qui ne rend pas la passation évidente. L'analyse des productions de l'enfant nécessite l'enregistrement des passations et la transcription a posteriori avec le logiciel PHON. Là encore, l'analyse post-passation devrait être facilitée pour que le temps dédié soit plus court. Également, les compétences d'utilisation du logiciel PHON ne sont pas partagées par l'ensemble de la communauté d'orthophonistes. La présentation des résultats est actuellement sous forme de tableaux de résultats. D'autres types de présentation des résultats, éventuellement sous la forme de diagramme radar, faciliteraient l'analyse psycholinguistique et l'approche par prédominance d'atteinte. Face à cette limite, le projet EULALIES poursuit une collaboration avec le Pr. Yvan Rose pour construire un outil d'évaluation facile à utiliser en clinique. Il s'agit d'un logiciel, qui sera disponible sur une plateforme informatique et qui associe les tâches d'évaluation de EULALIES et la technologie d'analyse de PHON, rendant la passation, l'analyse des données et la présentation des résultats beaucoup plus réalistes pour une pratique clinique.

5. Retombées et directions futures du projet EULALIES

Cette thèse pose les fondations du projet EULALIES en proposant un modèle théorique psycholinguistique rattaché à une batterie de tests ciblant la perception et la production de parole. Ce protocole de tests permet la construction d'une base de données de parole d'enfants francophones ouvrant la voie à d'autres projets de recherche. Les retombées théoriques et cliniques de cette thèse sont donc importantes.

Nous pouvons citer les travaux de Laura Machart (Machart et al., 2021) et Lucie Van Bogaert (Van Bogaert et al. 2022) qui utilisent le protocole EULALIES pour étudier le développement de la parole chez l'enfant sourd porteur d'implant cochléaire. Le protocole, en particulier la tâche de jugement de lexicalité, a été adapté pour pouvoir être administré avec la LfPC (Langue française Parlée Complétée). Les données issues de ces travaux de recherche permettront de caractériser le développement de la parole de l'enfant avec un implant cochléaire, et les bénéfices des différentes méthodes de soutien à la communication.

Le protocole EULALIES s'enrichit également des travaux de Claire Boilley qui s'intéresse aux habiletés de parole et de conscience phonologique chez les enfants et adolescent·e·s avec une déficience intellectuelle (Boilley, 2021). Les tâches EULALIES démontrent un intérêt pour l'évaluation d'une population d'enfants plus âgés que dans le cadre de cette thèse et d'adolescent·e·s. Les résultats de cet axe de recherche du projet EULALIES permettront de combler un manque important de données sur la parole des enfants avec une déficience intellectuelle.

Le projet EULALIES développe un axe de recherche sur l'intégration audiovisuelle de la parole. Dans ce contexte, les tâches de jugement de lexicalité et de répétition de pseudomots ont été adaptées pour avoir des stimuli dans différentes conditions (audio seul, vidéo seule et de l'audio-vidéo combinés). Ces travaux préliminaires sont présentés dans les mémoires de Camille Dubrulle (Dubrulle, 2018) et de Sandrine Anselme (Anselme, 2021). Ces travaux permettront d'étudier les habiletés d'intégration audiovisuelle des enfants avec un TDSP et des enfants neurotypiques, données manquantes dans la littérature.

EULALIES s'intéresse à la question du multilinguisme, notamment avec les travaux de Clarisse Puissant (Puissant, 2019 et 2020). L'objectif de ce volet de recherche est de caractériser la variabilité du développement phonologique typique chez des enfants francophones multilingues. Les résultats de cette dimension du projet EULALIES combleront un manque important de données sur le développement phonologique des enfants multilingues.

Enfin, Lucie Métral (Métral, 2021) a utilisé les données issues du projet EULALIES pour une étude acoustique sur le développement de la production de la rhotique uvulaire chez les enfants francophones. Ce type d'études illustre toute la richesse des développements que permet la base de données constituée dans le cadre de ce projet.

6. Conclusion

Cette thèse de doctorat avait pour objectif de proposer un outil d'évaluation de la parole pour les enfants francophones, d'envisager la validité du protocole, notamment la validité de la tâche de répétition de pseudomots, et d'identifier des caractéristiques spécifiques aux enfants avec un TDSP. Les premières données de validité, de spécificité et de sensibilité soutiennent que le protocole EULALIES est pertinent pour l'évaluation de la parole de l'enfant francophone. D'une part, le protocole, étant construit à partir d'un modèle théorique de perception et de production de la parole, favorise une interprétation des troubles au niveau psycholinguistique. D'autre part, les épreuves sélectionnées font ressortir des indicateurs cliniques propres aux TDSP. L'association d'une analyse psycholinguistique et d'un examen des patrons d'erreurs permet d'approfondir le

diagnostic différentiel et d'envisager les prédominances d'atteinte. Or, obtenir un meilleur diagnostic est crucial pour proposer une réhabilitation adaptée.

Les TDSP sont un trouble très fréquent chez les enfants et peuvent avoir des conséquences à long terme sur la lecture et l'écriture et sur la réussite scolaire. De ce fait, cette thèse, en créant un outil d'évaluation spécifique et en améliorant la description des troubles, a des retombées majeures sur les pratiques des orthophonistes. Également, cette thèse, étant à l'origine du projet EULALIES, ouvre la voie à d'autres travaux sur le développement de la parole chez l'enfant francophone

Références bibliographiques

- Adlof, S. M. & Patten, H. (2017). Nonword repetition and vocabulary knowledge as predictors of children's phonological and semantic word learning. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(3), 682-693. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0441
- Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (2001) L'orthophonie dans les troubles spécifiques du développement du langage oral chez l'enfant de 3 à 6 ans, Service des recommandations et références professionnelles.
- Aircart-de Falco, S. & Vion, M. (1987). La mise en place du système phonologique du français chez des enfants entre trois et six ans : une étude de la production (Development of phonological system in French-speaking children between three and six years old: a study of production). *Cahiers de Psychologie Cognitive - Current Psychology of Cognition*, 7, 247-266. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00133459>
- Allard, E. R., & Williams, D. F. (2008). Listeners' perceptions of speech and language disorders. *Journal of communication disorders*, 41(2), 108-123. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2007.05.002>
- Alshahwan, M. I., Cowell, P. E., & Whiteside, S. P. (2020). Diado- chokinetic rate in Saudi and Bahraini Arabic speakers: Dialect and the influence of syllable type. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(1), 303–308. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.09.021>
- Ambridge, B. (2019). Against stored abstractions: A radical exemplar model of language acquisition. *First Language*, 40(5-6), 509-559. <https://doi.org/10.1177/0142723719869731>
- American Speech-Language-Hearing Association. (2005). (Central) auditory processing disorders.
- American Speech-Language and Hearing Association, ASHA (2007). Childhood apraxia of speech. Repéré à <https://www.asha.org/policy/TR2007-00278/>
- Anselme, S. (2021), *Apport de la modalité visuelle dans les tâches de perception et de production de parole chez les enfants typiques français de classe CP*, Mémoire de Master Sciences du Langage, Université Grenoble Alpes, France.
- Anthony, J. L., Williams, J. M., Aghara, R. G., Dunkelberger, M., Novak, B., & Mukherjee, A. D. (2010). Assessment of individual differences in phonological representation. *Reading and Writing*, 23(8), 969-994.
- Apostol, L., Perrier, P., & Baily, G. (2004). A model of acoustic interspeaker variability based on the concept of formant–cavity affiliation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(1), 337-351. <https://doi.org/10.1121/1.1631946>
- Archibald, L. M., & Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition: A comparison of tests. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(5), 970–983. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/070\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/070))
- Autesserre, D., Deltour, J.-J. et Lacert, P. (1988). *EDP 4-8. Epreuve de Discrimination phonémique pour enfants de 4 à 8 ans*. EAP.
- Balladares, J., Marshall, C. & Griffiths, Y. (2016). Socio-economic status affects sentence repetition, but not non-word repetition, in Chilean preschoolers. *First Language*, 36(3), 338-351. DOI:10.1177/0142723715626067
- Baker, E., Croot, K., McLeod, S., & Paul, R. (2001). Psycholinguistic models of speech development and their application to clinical practice. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(3), 685-702. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/055\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/055))
- Baker, E. et McLeod, S. (2011). Evidence-based practice for children with speech sound disorders: Part 1 narrative review. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42(2), 102-139. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2010/09-0075\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2010/09-0075))

- Barlow, J. A. (2001). Case study: Optimality theory and the assessment and treatment of phonological disorders. *Language Speech and Hearing Services in Schools*, 32(4), 242-256.
- Barlow, J. A., & Gierut, J. A. (1999). Optimality theory in phonological acquisition. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42(6), 1482-1498.
- Barrozo, T. F., Pagan-Neves, L. D. O., Vilela, N., Carvalho, R. M. M., & Wertzner, H. F. (2016). The influence of (central) auditory processing disorder in speech sound disorders☆. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 82, 56-64. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.01.008>
- Belot, C. et Tricot, M. (2001). *Les tests en orthophonie. Tome 1 : langage oral, langage écrit, enfants, adolescents*. OrthoEdition.
- Bergelson, E. et Swingle, D. (2012). At 6–9 months, human infants know the meanings of many common nouns, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 109(9), 3253-3258. doi:<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1113380109>
- Bernhardt, B. H., & Holdgrafer, G. (2001). Beyond the basics I. The Need for Strategic Sampling for In-Depth Phonological Analysis. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 31(1), 18-27. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2001/002\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2001/002))
- Bernhardt, B., & Stoel-Gammon, C. (1994). Nonlinear phonology: Introduction and clinical application. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37(1), 123-143.
- Bernstein, L. E., & Liebenthal, E. (2014). Neural pathways for visual speech perception. *Frontiers in neuroscience*, 8, 386. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00386>
- Bernthal, J. E., Bankson, N. W. & Flipsen, P. Jr. (2009). *Articulation and Phonological Disorders Speech Sound Disorders in Children*, Pearson
- Bérubé, D., Bernhardt, B. M. et Stemberger (2015). A test of Canadian French phonology: Construction and use. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 39(1), 61-100. <https://www.cjslpa.ca/detail.php?ID=1172&lang=en>
- Betz, S., Eickhoff, J. et Sullivan, S. (2013). Factors influencing the selection of standardized tests for the diagnosis of specific language impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 44(2), 133-146. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2012/12-0093\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2012/12-0093))
- Beving, B., & Eblen, R. E. (1973). “Same” and “different” concepts and children’s performance on speech sound discrimination. *Journal of Speech and Hearing Research*, 16(3), 513-517.
- Bilodeau-Mercure, M., & Tremblay, P. (2016). Age differences in sequential speech production: Articulatory and physiological factors. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(11), e177–e182. <https://doi.org/10.1111/jgs.14491>
- Bishop, D. V., & Snowling, M. J. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different?. *Psychological bulletin*, 130(6), 858. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.6.858>
- Bleile, K. (2004). *Manual of articulation and phonological disorders: Infancy through adulthood* (2nd ed.). Clifton Park, NY: Delmar.
- Boerma, T., Chiat, S., Leseman, P., Timmermeister, M., Wijnen, F. & Blom, E. (2015). A quasi-universal nonword repetition task as a diagnostic tool for bilingual children learning Dutch as a second language. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(6), 1747-1760. DOI: 10.1044/2015_JSLHR-L-15-0058
- Boersma, P. & Weenink, D. (2020). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.1.16, retrieved 6 June 2020 from <http://www.praat.org/>
- Boilley, C. (2021), *Évaluation des aptitudes phonologiques chez un adolescent avec déficience intellectuelle légère*, Mémoire de Master Sciences du Langage, Université Grenoble Alpes, France.

- Bountress, N., & Landerberg, C. (1981). A comparison of two tests of speech-sound discrimination, *Journal of Communication Disorders*, Vol. 14, pp. 149-156
- Bowen, C. (2015). *Children's speech sound disorders* (2e ed.). Wiley Blackwell.
- Bridgeman, E., & Snowling, M. (1988). The perception of phoneme sequence: A comparison of dyspraxic and normal children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 23(3), 245-252. <https://doi.org/10.3109/13682828809011936>
- Bridgeman, E., Snowling, M. (1988). The perception of phoneme sequence: a comparison of dyspraxic and normal children, *British Journal of Disorders of Communication*, Vol. 23, pp. 245-252.
- Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E., Masy, V. (2014). *Dictionnaire d'orthophonie*, Deuxième édition, Isbergues : OrthoÉdition.
- Broomfield, J., et Dodd, B. (2004). The nature of referred subtypes of primary speech disability. *Child Language Teaching and Therapy*, 20(2), 135 - 151. <https://doi.org/10.1191/0265659004ct267oa>
- Brosseau-Lapr e, F., & Rvachew, S. (2017). Underlying manifestations of developmental phonological disorders in French-speaking pre-schoolers. *Journal of Child Language*, 44(6), 1337-1361.
- Brosseau-Lapr e, F., Rvachew, S., Clayards, M., & Dickson, D. (2013). Stimulus variability and perceptual learning of nonnative vowel categories. *Applied Psycholinguistics*, 34(3), 419-441.
- Brosseau-Lapr e, F., Rvachew, S., Macleod, A. A., Findlay, K., B erub e, D., et Bernhardt, B. M. (2018). Une vue d'ensemble: les donn ees probantes sur le développement phonologique des enfants francophones canadiens An Overview of Data on the Phonological Development of French-Speaking Canadian Children. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology | Revue Canadienne D'orthophonie Et D'audiologie*, 42, 1-19. Rep er e   https://cjslpa.ca/files/2018_CJSLPA_Vol_42/No_01/CJSLPA_Vol_42_No_1_2018_1-19.pdf
- Browman, C. P., & Goldstein, L. (1990). Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures. *Journal of Phonetics*, 18(3), 299-320. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30376-6](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30376-6)
- Bruderer, A. G., Danielson, D. K., Kandhadai, P. et Werker, J. F. (2015). Sensorimotor influences on speech perception in infancy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(44), 13531-13536. doi:www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1508631112
- Buchan, J. N., Par e, M., & Munhall, K. G. (2008). The effect of varying talker identity and listening conditions on gaze behavior during audiovisual speech perception. *Brain research*, 1242, 162-171.
- Burke, H. L. & Coady, J. A. (2015). Nonword repetition errors of children with and without specific language impairments (SLI). *International journal of language & communication disorders*, 50(3), 337-346. DOI:10.1111/1460-6984.12136.
- Bybee, J. (2003). *Phonology and language use* (Vol. 94). Cambridge University Press.
- Calvo, A. & Bialystok, E. (2014). Independent effects of bilingualism and socioeconomic status on language ability and executive functioning. *Cognition*, 130(3), 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.11.015>
- Campbell, T., Dollaghan, C., Needleman, H. & Janosky, J. (1997). Reducing bias in language assessment: Processing-dependent measures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(3), 519-525. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4003.519>
- Caudrelier, T., Perrier, P., Schwartz, J. L., & Rochet-Capellan, A. (2016, September). Does auditory-motor learning of speech transfer from the CV syllable to the CVCV word?. In *Interspeech 2016-*

- 17th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Vol. 2016, pp. 2095-2099). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01391406>
- Carroll, J., Snowling, M. (2004). Language and phonological skills in children at high risk of reading difficulties, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, Vol. 45(3), pp. 631–640
- Charron, L. (2015). Réflexions sur les défis dans le diagnostic et la rééducation de la dyspraxie verbale (Thoughts on Challenges in Diagnosis and Rehabilitation of Childhood Apraxia of Speech). *Rééducation orthophonique*, 263, 187-205.
- Charron, L., et MacLeod, A. A. N. (2010). La dyspraxie verbale chez l'enfant: identification, évaluation et intervention. *Glossa*, 42-54.
- Chevrie-Muller, C., Simon, A.-M., Le Normand, M.-T. et Fournier, S. (1997). *Batterie d'Évaluation PsychoLinguistique. BEPL-A et BEPL-A « forme courte » de 2 ans 9 mois à 4 ans 3 mois*. Pearson Canada Assessment.
- Chevrot, J. P., Dugua, C., & Fayol, M. (2009). Liaison acquisition, word segmentation and construction in French: a usage-based account. *Journal of child language*, 36(3), 557-596.
- Chiat, S. & Polišenská, K. (2016). A framework for crosslinguistic nonword repetition tests: Effects of bilingualism and socioeconomic status on children's performance. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(5), 1179-1189. DOI:10.1044/2016_JSLHR-L-15-0293
- Chomsky, N., et Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*.
- Claessen, M., Heath, S., Fletcher, J., Hogben, J., & Leitão, S. (2009). Quality of phonological representations: a window into the lexicon?. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 44(2), 121-144.
- Coady, J. A., & Evans, J. L. (2008). Uses and interpretations of non-word repetition tasks in children with and without specific language impairments (SLI). *International journal of language & communication disorders*, 43(1), 1-40.
- Constable, A., Stackhouse, J., Wells, B. (1997). Developmental word-finding difficulties and phonological processing: The case of the missing handcuffs, *Applied Psychology*, Vol. 18, pp. 507-536.
- Coquet, F., Roustit, J. et Ferrand, P. (2009). *EVALO 2-6 - l'ouvrage de référence*. OrthoEdition.
- Core, C. & Scarpelli, C. (2015). Phonological development in young bilinguals: Clinical implications. *Seminars in speech and language*, 36(02), 100-108. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1549105>
- Dekerle, M., Meunier, F., N'Guyen, M.-A., Gillet-Perret, E., Lassus-Sangosse, D., Donnadiou, S. (2013). Development of Central Auditory Processes and their links with language skills in typically developing children, *InterSpeech*, repéré à <http://lpnc.univ-grenoble-alpes.fr/Sophie-Donnadiou>
- Dehaene-Lambertz, G., et Baillet, S. (1998). A phonological representation in the infant brain. *NeuroReport*, 9(8), 1885-1888. doi: 10.1097/00001756-199806010-00040
- DePaolis, R. A., Vihman, M. M., & Keren-Portnoy, T. (2011). Do production patterns influence the processing of speech in prelinguistic infants?. *Infant Behavior and Development*, 34(4), 590-601.
- Dinnsen, D. (2011). On the unity of children's phonological error patterns: distinguishing symptoms from the problem, *Clinical Linguistics and Phonetics*, Vol. 25(0), pp. 968-974.
- Dinnsen, D., O'Connor, K. (2001). Implicationally related error pattern and the selection of treatment targets, *Clinical Forum, Language, Speech, and Hearing Services in School*, Vol. 32, pp. 257-270.

- Dodd, B. (2005) *Differential Diagnosis and Treatment of Children with Speech Disorder*, 2nd edn (London: Whurr).
- Dodd, B. (2011). Differentiating speech delay from disorder: Does it matter?. *Topics in Language Disorders*, 31(2), 96-111. doi: 10.1097/TLD.0b013e318217b66a
- Dodd, B. (2014). Differential diagnosis of pediatric speech sound disorder. *Current Developmental Disorders Reports*, 1(3), 189-196.
- Dodd, B., et Bradford, A. (2000). A comparison of three therapy methods for children with different types of developmental phonological disorder. *International journal of language & communication disorders*, 35(2), 189–209. <https://doi.org/10.1080/136828200247142>
- Dodd, B. et McCormack, P. (1995). A model of speech processing for differential diagnosis of phonological disorders. *Differential diagnosis and treatment of children with speech disorder*, 65-89.
- Dodd, B. et McIntosh, B. (2008). The input processing, cognitive linguistic and oro-motor skills of children with speech difficulty, *International Journal of Speech-Language Pathology*, 10(3), 169-178. <https://doi.org/10.1080/14417040701682076>
- Dodd, B., & McIntosh, B. (2010). Two-year-old phonology: Impact of input, motor and cognitive abilities on development. *Journal of child language*, 37(5), 1027-1046.
- Dodd, B., Reilly, S., Ttofari Eecen, K., et Morgan, A. T. (2018). Articulation or phonology? Evidence from longitudinal error data. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 32(11), 1027-1041. <https://doi.org/10.1080/02699206.2018.1488994>
- Dodd, B., Crosbie, S., McIntosh, B., Holm, A., Harvey, C., Liddy, M., Fontyne, K., Pinchin, B., et Rigby, H. (2008). The impact of selecting different contrasts in phonological therapy, *International Journal of Speech-Language Pathology*, 10(5), 334-345, DOI: [10.1080/14417040701732590](https://doi.org/10.1080/14417040701732590)
- Dodd, B., Ttofari-Eecen, K., Brommeyer, K., Ng, K., Reilly, S., et Morgan, A. (2018). Delayed and disordered development of articulation and phonology between four and seven years. *Child Language Teaching and Therapy*, 34(2), 87–99. <https://doi.org/10.1177/0265659017735958>
- Dollaghan, C. A. (2007). *The handbook for evidence-based practice in communication disorders*. Brookes Publishing.
- Donnadieu, S, Gillet, E. Lassus, D. & Morel, M.-A. (2014). Evaluations et implications des Troubles Auditifs Centraux (TAC) dans la dysphasie : Etude de cas. Repéré à <https://www.researchgate.net/publication/311715432> Evaluations et implications des Troubles Auditifs Centraux TAC dans la dysphasie Etude de cas
- Dos Santos, C. & Ferré, S. (2018). A nonword-repetition task to assess bilingual children's phonology. *Language Acquisition*, 25, 58– 71, <http://dx.doi.org/10.1080/10489223.2016.1243692>
- Dubrulle, C. (2018), *Évaluation des troubles du développement des sons de la parole : la tâche de jugement de lexicalité sur des enfants typiques de 4 à 6 ans*, Mémoire de Master Sciences du Langage, Université Grenoble Alpes, France.
- Dumay, N., Frauenfelder, U. H., & Content, A. (2002). The role of the syllable in lexical segmentation in French: Word-spotting data. *Brain and Language*, 81(1-3), 144-161. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2513>
- Durand, J., Lyche, C. (2001). Des règles aux contraintes en phonologie générative, *Revue québécoise de linguistique*, Vol. 30(1), pp. 91-154.
- Edwards, J., Fourakis, M., Beckman, M. E., & Fox, R. A. (1999). Characterizing knowledge deficits in phonological disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42(1), 169-186. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4201.169>

- Eimas, P., Siqueland, E., Jusczyk, P. et Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants, *Science, New Series*, Vol. 171(3968), 303-306. doi:10.1126/science.171.3968.303
- Eisenberg, S. L., & Hitchcock, E. R. (2010). Using standardized tests to inventory consonant and vowel production: A comparison of 11 tests of articulation and phonology. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 41(4), 488-503. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2009/08-0125\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2009/08-0125))
- Elbert, M., & Gierut, J. A. (1986). *Handbook of clinical phonology: Approaches to assessment and treatment*. Pro Ed.
- Ellis Weismer, S., Tomblin, J. B., Zhang, X., Buckwalter, P., Chynoweth, J. G. & Jones, M. (2000). Nonword repetition performance in school-age children with and without language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 43(4), 865-78. doi: 10.1044/jslhr.4304.865
- Engel de Abreu, P. (2011). Working memory in multilingual children: Is there a bilingual effect?, *Memory*, 19:5, 529-537, DOI: 10.1080/09658211.2011.590504
- Engel de Abreu, P., Cruz-Santos, A., Tourinho, C., Martin, R. & Bialystok, E. (2012). Bilingualism enriches the poor: Enhanced cognitive control in low-income minority children, *Psychological Science*, 23(11), 1364-1371. <https://doi.org/10.1177/0956797612443836>
- Estes, K. G., Evans, J. L. & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(1), 177-195. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/015\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/015))
- Fant, G. (1970). *Acoustic theory of speech production*. Walter de Gruyter.
- Felsenfeld, S., Broen, P. A. et McGue, M. (1994). A 28-year follow-up of adults with a history of moderate phonological disorder: Educational and occupational results. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(6), 1341-1353. <https://doi.org/10.1044/jshr.3706.1341>
- Findlay, K. et MacLeod, A. A. N. (2016). Characteristics of Childhood Apraxia of Speech in Francophones, The International Clinical Phonetics and Linguistics Association, juin 2016.
- Forrest, K. et MacLeod, A. A. N. (2016). Characteristics of Childhood Apraxia of Speech in Francophones, *ICPLA*, Halifax, juin 2016.
- Forrest, K. (2003). Diagnostic criteria of developmental apraxia of speech used by clinical speech-language pathologists. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 12(3), 376-380. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2003/083\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2003/083))
- Fort, M., Ayneto-Gimeno, A., Escrichs, A. et Sebastian-Galles, N. (2017). Impact of Bilingualism on Infants' Ability to Learn From Talking and Nontalking Faces, *Language Learning*, Vol. 68(5), 1-27. doi:10.1111/lang.12273
- Fort, M., Spinelli, E., Savariaux, C., & Kandel, S. (2012). Audiovisual vowel monitoring and the word superiority effect in children. *International Journal of Behavioral Development*, 36(6), 457– 467. doi:10.1177/0165025412447752
- Fox, A. V., Dodd, B., et Howard, D. (2002). Risk factors for speech disorders in children. *International journal of language & communication disorders*, 37(2), 117–131. <https://doi.org/10.1080/13682820110116776>
- Gadesmann, M., & Miller, N. (2008). Reliability of speech diado- chokinetic test measurement. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 43(1), 41–54. <https://doi.org/10.1080/13682820701234444>
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary in children: A longitudinal study, *Journal of Memory and Language*, 28(2), 200-213, [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(89\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0749-596X(89)90044-2).

- Gathercole, S.E. & Adams, A. (1994). Children's phonological working memory: Contributions of long-term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language*, 33, 672-688. <https://doi.org/10.1006/jmla.1994.1032>
- Gathercole, S., Willis, C., Baddeley, A. & Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition: A test of phonological working memory, *Memory*, 2:2, 103-127, DOI: 10.1080/09658219408258940
- Gathercole, S. E. (1995). Is nonword repetition a test of phonological memory or long-term knowledge? It all depends on the nonwords. *Memory & Cognition* 23, 83–94. <https://doi.org/10.3758/BF03210559>
- Gathercole, S. (2006). Nonword repetition and word learning: The nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics*, 27(4), 513-543. doi:10.1017/S0142716406060383
- Gaul Bouchard, M.-E., Fitzpatrick, E. M. et Olds, J. (2009). Analyse psychométrique d'outils d'évaluation utilisés auprès des enfants francophones. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, 33(3), 129–139. <https://www.cjslpa.ca/detail.php?ID=984&lang=fr>
- Grandchamp, R., Rapin, L., Perrone-Bertolotti, M., Pichat, C., Haldin, C., Cousin, E., ... & Lævenbruck, H. (2019). The ConDialInt model: Condensation, dialogality, and intentionality dimensions of inner speech within a hierarchical predictive control framework. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02019>
- Geronikou, E., & Rees, R. (2016). Psycholinguistic profiling reveals underlying impairments for Greek children with speech disorders. *Child Language Teaching and Therapy*, 32(1), 95-110.
- Gibson, T., Summers, C., Peña, E., Bedore, L., Gillam, R & Bohman, T. (2015). The role of phonological structure and experience in bilingual children's nonword repetition performance. *Bilingualism: Language and Cognition*, 18(3), 551-560. doi:10.1017/S1366728914000248
- Goldman, R., Woodcock, R. W., & Fristoe, M. (1970). *Goldman--Fristoe--Woodcock Test of Auditory Discrimination*. American Guidance Service.
- Grad Estes, K. G., Evans, J. L., & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(1), 177-195. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/015\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/015))
- Graf Estes, K., Evans, J. L. & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: a meta-analysis. *Journal of speech, language, and hearing research*, 50(1), 177–195. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/015\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/015))
- Grandchamp, R.; Rapin, L.; Perrone-Bertolotti, M.; Pichat, C.; Haldin, C.; Dohen, M.; Perrier, P. and Lachaux, J. P.; Garnier, M.; Baciu, M. & Lævenbruck, H. (2019), The ConDialint Model: A neurocognitive account of varieties of inner speech along condensation, dialogicality and intentionality dimensions., *Special Issue Frontiers in psychology, Cognitive Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02019>
- Gray, S. (2004). Word learning by preschoolers with specific language impairment: Predictors and poor learners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(5), 1117– 1132. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/083\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/083))
- Gray, S. (2006). Commentary on Keynote. *Applied Psycholinguistics*, 27(4), 562-564. doi:10.1017/S0142716406250392
- Granocchio, E., Gazzola, S., Scopelliti, M. R., Criscuoli, L., Airaghi, G., Sarti, D., & Magazù, S. (2021). Evaluation of oro-phonatory development and articulatory diadochokinesis in a sample of Italian children using the protocol of Robbins & Klee. *Journal of Communication Disorders*, 91, 106101. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2021.106101>

- Grunwell, P. (1985). Developing phonological skills. *Child Language Teaching and Therapy*, 1(1), 65-72.
- Guenther, F. H. (2006). Cortical interactions underlying the production of speech sounds. *Journal of communication disorders*, 39(5), 350-365. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2006.06.013>
- Guenther, F. H.; Hampson, M. & Johnson, D. (1998), A theoretical investigation of reference frames for the planning of speech movements., *Psychological review* 105(4), 611. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.4.611-633>
- Hallé, P., & Cristia, A. (2012). Global and detailed speech representations in early language acquisition. In S. Fuchs, M. Weirich, D. Pape, & P. Perrier (Eds.), *Speech planning and dynamics* (pp. 11-38). Frankfurt am Main: Peter Lang. <http://hdl.handle.net/11858/00-001M-0000-000F-46FD-F>
- Haruno, M., Wolpert, D. M., & Kawato, M. (2003, October). Hierarchical MOSAIC for movement generation. In *International congress series* (1250) 575-590. Elsevier.
- Haute Autorité de Santé (2001). *L'orthophonie dans les troubles spécifiques du développement du langage oral chez l'enfant de 3 à 6 ans*, Service des recommandations et références professionnelles https://www.has-sante.fr/jcms/c_271995/fr/l-orthophonie-dans-les-troubles-specifiques-du-developpement-du-langage-oral-chez-l-enfant-de-3-a-6-
- Hayes, B. (2004). Phonological acquisition in Optimality Theory: the early stages. *Constraints in phonological acquisition*, Dans Kager, R., Pater, J., Zonneveld, W. (Dir, pp. 158-203). Constraints in Phonological Acquisition. Cambridge University Press.
- Hazan, V. & Barrett, S.L. (2000). The development of phonemic categorization in children aged 6-12. *Journal of Phonetics*, 28, 377-396, <https://doi.org/10.1006/jpho.2000.0121>.
- Hearnshaw, S., Baker, E., & Munro, N. (2019). Speech perception skills of children with speech sound disorders: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(10), 3771-3789. https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-18-0519
- Hearnshaw, S., Baker, E., & Munro, N. (2018). The speech perception skills of children with and without speech sound disorder. *Journal of Communication Disorders*, 71, 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2017.12.004>
- Hedlund, G. & Rose, Y. (2020). *Phon 3.1* [Computer Software]. Repéré à <https://phon.ca>.
- Heikkilä, J., Tiippana, K., Loberg, O., & Leppänen, P. H. T. (2018). Neural processing of congruent and incongruent audiovisual speech in school-age children and adults. *Language Learning*, 68, 58–79. doi:10.1111/lang. 12266
- Helloin, M.-C. et Thibault, M.-P. (2006). *EXALang 3-6. Batterie d'examen des fonctions langagières chez l'enfant de 3 à 6 ans*. Happyneuron.
- Hewlett, N. (1990). Processes of development and production. In P. Grunwell (Eds.), *Developmental speech disorders* (15–38). Edinburgh, U.K.: Churchill Livingstone.
- Hickok, G. (2012). Computational neuroanatomy of speech production. *Nature reviews neuroscience*, 13(2), 135-145.
- Hickok, G., Houde, J. et Rong, F. (2011). Sensorimotor integration in speech processing: Computational basis and neural organization. *Neuron Perspective*, 69(3), 407–422. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.01.019>
- Hirsh-Pasek, K., Adamson, L. B., Bakeman, R., Owen, M. T., Golinkoff, R. M., Pace, A., ... & Suma, K. (2015). The contribution of early communication quality to low-income children's language success. *Psychological science*, 26(7), 1071-1083.
- Hoff, E. (2006). How social contexts support and shape language development. *Developmental review*, 26(1), 55-88.

- Hoff, E., Core, C. & Bridges, K. (2008). Non-word repetition assesses phonological memory and is related to vocabulary development in 20- to 24-month-olds. *Journal of Child Language*, 35(4), 903-916. doi:10.1017/S0305000908008751
- Houde, J. F., & Jordan, M. I. (1998). Sensorimotor adaptation in speech production. *Science*, 279(5354), 1213-1216. DOI: 10.1126/science.279.5354.1213
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00082>
- Houde, J. F. & Nagarajan, S. S. (2011), Speech production as state feedback control, *Frontiers in Human Neuroscience* 5, 82. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00082>
- Houston, D. M. et Warner-Czyz, A. (2018). Speech perception and auditory development in infants with and without hearing loss. Dans Bar-On, A. et Ravid, D. (dir.), *Handbook of Communications Disorders: Theoretical, Empirical, and Applied Linguistic Perspectives* (43-62), Boston/Berlin: Walter de Gruyter Inc.
- International Expert Panel on Multilingual Children's Speech (2012). *Multilingual children with speech sound disorders: Position paper*. Bathurst, NSW, Australia: Research Institute for Professional Practice, Learning and Education (RIPPLE), Charles Sturt University. Repéré à <http://www.csu.edu.au/research/multilingual-speech/position-paper>
- Icht, M., & Ben-David, B. M. (2014). Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *Journal of Communication Disorders*, 48, 27-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.02.002>
- Icht, M., & Ben-David, B. M. (2021). Evaluating rate and accuracy of real word vs. non-word diadochokinetic productions from childhood to early adulthood in Hebrew speakers. *Journal of Communication Disorders*, 92, 106112. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2021.106112>
- Iuzzini-Seigel, J., Hogan, T. P., & Green, J. R. (2017). Speech inconsistency in children with childhood apraxia of speech, language impairment, and speech delay: Depends on the stimuli. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(5), 1194-1210. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-S-15-0184
- Jacquier-Roux, M., Valdois, S., Zorman, M., Lequette, C. & Pouget, G. (2005). *Odédys, outil de dépistage des dyslexies. Version 2*. Repéré à <http://www.grenoble.iufm.fr/recherch/cognisciences>
- James, D. G. H. (2006). Hippopotamus is so hard to say: Children's acquisition of polysyllabic words (Doctoral thesis, University of Sydney, Australia). Retrieved from <http://hdl.handle.net/2123/1638>
- James, D. G. H., van Doorn, J., & McLeod, S. (2008). The contribution of polysyllabic words in clinical decision making about children's speech. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 22(4-5), 345-353.
- Jamieson, D., G. et Rvachew, S. (1992). Remediating speech production errors with sound identification training. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 16(3), 201-210. https://www.cjslpa.ca/files/1992_JSLPA_Vol_16/No_03_177-250/Jamieson_Rvachew_JSLPA_1992.pdf
- Jeannerod, M. (2001), Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition, *Neuroimage* 14, S103-S109.
- Jerger, J., & Musiek, F. (2000). Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. *Journal of the American Academy of audiology*, 11(09), 467-474. DOI: 10.1055/s-0042-1748136
- Jerger, S., Damian, M. F., McAlpine, R. P., & Abdi, H. (2018). Visual speech fills in both discrimination and identification of non-intact auditory speech in children. *Journal of Child Language*, 45(2), 392-414. doi:10.1017/S0305000917000265

- Kager, R. (1999). *Optimality theory*, Cambridge, UK: University Press.
- Kent, R. D., Kim, Y., & Chen, L. M. (2022). Oral and Laryngeal Diadochokinesis Across the Life Span: A Scoping Review of Methods, Reference Data, and Clinical Applications. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 65(2), 574-623.
- Kent, R., Forner, L. (1980) Speech segment durations in sentence recitations by children and adults. *Journal of Phonetics*, Vol 8, pp. 157-168.
- Kent, R. D. (2004). *Models of speech motor control: implications from recent developments in neurophysiological and neurobehavioral science*. In Maassen, B., Kent, R., Peters, H., van Lieshout et Hulstijn, W. (Eds.). *Speech motor control: In normal and disordered speech*. Oxford University Press.
- Kern, S., Langue, J., Zesiger, P. E. & Bovet, F. (2010). Adaptations françaises des versions courtes des inventaires du développement communicatif de MacArthur-Bates. *ANAE*, 22(107-108), 217-28.
- Khomsî, A. (2001). *ELO: évaluation du langage oral (ELO: Assessment of spoken language)*. ECPA, Les Éditions du Centre de psychologie appliquée.
- Kirk, C., & Vigeland, L. (2015). Content coverage of single-word tests used to assess common phonological error patterns. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 46(1), 14-29.
- Kohnert, K. (2010). Bilingual children with primary language impairment: Issues, evidence and implications for clinical actions. *Journal of communication disorders*, 43(6), 456-473.
- Kohnert, K., Windsor, J. & Yim, S. (2006). Do Language-Based Processing Tasks Separate Children with Language Impairment from Typical Bilinguals?. *Learning Disabilities Research & Practice*, 21, 19 - 29. 10.1111/j.1540-5826.2006.00204.x.
- Krishnan, S., Alcock, K.J., Carey, D., Bergström, L., Karmiloff-Smith, A. & Dick, F. (2017). Fractionating nonword repetition: The contributions of short-term memory and oromotor praxis are different. *PLoS ONE* 12(7), e0178356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178356>
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code, *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 5, 831-843. doi:10.1038/nrn1533
- Kuhl, P. K., Ramírez, R. R., Bosseler, A., Lotus Lin, J.-F. et Imada, T. (2014). Infants' brain responses to speech suggest Analysis by Synthesis, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 111(31), 11238-11245. doi:www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1410963111
- Kuhl, P. K. et Rivera-Gaxiola, M. (2008). Neural Substrates of Language Acquisition, *Annual Review of Neuroscience*, Vol. 31, 511-534. doi:10.1146/annurev.neuro.30.051606.094321
- Lafay, A. et Cattini, J. (2018). Analyse psychométrique des outils d'évaluation mathématique utilisés auprès des enfants francophones, *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 42(2), 127-144. <https://www.cjslpa.ca/detail.php?lang=fr&ID=1232>
- Laganaro, M., Fougeron, C., Pernon, M., Levêque, N., Borel, S., Fournet, M., Chiuvé, S. C., Lopez, U., Trouville, R., Ménard, L., Burkhard, P. R., Assal, F., & Delvaux, V. (2021). Sensitivity and specificity of an acoustic-and perceptual-based tool for assessing motor speech disorders in French: The MonPaGe- screening protocol. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/02699206.2020.1865460>
- Lancaster, H. S., & Camarata, S. (2019). Reconceptualizing developmental language disorder as a spectrum disorder: Issues and evidence. *International journal of language & communication disorders*, 54(1), 79-94. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12433>
- Lapko, L. L., & Bankson, N. W. (1975). Relationship between auditory discrimination, articulation stimulability, and consistency of misarticulation. *Perceptual and Motor Skills*, 40(1), 171-177.

- Launay, L., Maeder, C., Roustit, J. et Touzin, M. (2018). *Évaluation du langage écrit et du langage oral de 6 à 15 ans (EVALéo 6-15)*. OrthoEdition.
- Law, J., Boyle, J., Harris, F., Harkness, A., Nye, C. (2000). Prevalence and natural history of primary speech and language delay: findings from a systematic review of the literature, *International Journal of Language Communication Disorders*, Vol. 35(2), pp. 165-188.
- Leclercq, A.-L., Maillart, C. & Majerus, S. (2013). Nonword repetition problems in children with Specific Language Impairment, *Topics in Language Disorders*, 33(3), 238-254. doi: 10.1097/TLD.0b013e31829dd8c9
- Leclercq, A.-L. et Veys, E. (2014). Réflexions sur le choix des tests standardisés lors du diagnostic de dysphasie, *A.N.A.E.*, 131, 374-382.
- 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.
- Levelt, W. J. (1992). Accessing words in speech production: Stages, processes and representations. *Cognition*, 42(1-3), 1-22. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90038-J](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90038-J)
- Levelt, W. J. (1994). The skill of speaking. *International perspectives on psychological science*, 1, 89-103.
- Levelt, W. J. (1995). The ability to speak: From intentions to spoken words. *European Review*, 3(1), 13-23.
- Lewkowicz, D. J., & Hansen-Tift, A. M. (2012). Infants deploy selective attention to the mouth of a talking face when learning speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(5), 1431-1436.
- Leybaert, J., Macchi, L., Huyse, A., Champoux, F., Bayard, C., Colin, C. et Berthommier, F. (2014). Atypical audio-visual speech perception and McGurk effects in children with specific language impairment. *Frontiers in Psychology*, 5, 422. doi:10.3389/fpsyg.2014.00422
- Liberman, A. M., & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21(1), 1-36. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90021-6](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90021-6)
- Locke, J. (1980a). The inference of speech perception in the phonologically disordered child. Part I: A rationale, some criteria, the conventional tests, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45(4), 431-444. <https://doi.org/10.1044/jshd.4504.431>
- Locke, J. (1980b). The inference of speech perception in the phonologically disordered child. Part II: Some clinically novel procedures, their use, some findings. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45(4), 445-468. <https://doi.org/10.1044/jshd.4504.445>
- Loevenbruck, H. (2019). *Loquor, ergo communico-cogito-sum* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).
- Lof, G. L. (2002). Two Comments on This Assessment Series. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 11(3). 255–256. DOI : 1058-0360/02/1103-0255
- Maas, E., Robin, D. A., Hula, S. N. A., Freedman, S. E., Wulf, G., Ballard, K. J., & Schmidt, R. A. (2008). Principles of motor learning in treatment of motor speech disorders. *American Journal of Speech-Language*, 17(3), 277-298. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2008/025\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2008/025))
- Maassen, B. A. (2015). Developmental models of childhood apraxia of speech. In *Routledge handbook of communication disorders* (148-157). Routledge.
- Maassen B, Terband H. Processoriented diagnosis of Childhood and adult Apraxia of Speech (CAS & AOS). In: Redford MA, editor. Handbook of Speech Production. Malden (MA): Wiley-Blackwell; 2015.

- MacAllister Byun, T. et Tiede, M. (2017). Perception-production relations in later development of American English rhotics, *PLoS ONE*, 12(2), e0172022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172022> accès libre
- Macchi, L., Descours, C., Girard, E., Guitton, E., Morel, C., Timmermans, N. et Boidein, F. (2012). *ELDP. Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique destinée aux enfants de 5 ans à 11;6 ans.* <https://medecine.univ-lille.fr/orthophonie/reseau-professionnel>
- Macchi, L., Vansteene, C., Timmermans, N. et Boidein, F. (2013). Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique (ELDP) : Présentation et illustration par deux études de cas clinique, *Les cahiers de l'ASELF*, 10(3), 3-20.
- Machart, L., Vilain, A., Lœvenbruck, H., Meloni, G., Puissant, C. (2020). Production de parole chez l'enfant porteur d'implant cochléaire : apport de la Langue française Parlée Complétée. *JEP-TALN-RECITAL 2020, Nan*
- Macleod, A. (2014). L'ESPP, Évaluation sommaire de la phonologie chez les enfants d'âge préscolaire, récupéré à : www.eoa.umontreal.ca/agma_etudiants/ressources/ESPP.html.
- MacLeod, A.A.N. (2016). Phonetic and phonological perspectives on the acquisition of voice onset time by French-speaking children. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30(8), 584-598. DOI:10.3109/02699206.2016.1152509
- MacLeod, A. A., Sutton, A., Trudeau, N., & Thordardottir, E. (2011). The acquisition of consonants in Québécois French: A cross-sectional study of pre-school aged children. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 13(2), 93-109. <https://doi.org/10.3109/17549507.2011.487543>
- MacLeod, A.A.N., Trudeau, N., Lefebvre, P., Beauchamp, M.L.H., Schneider, P., Sutton, A. & Bérubé, D. (2022). How community and family support bilingual language development: insights from bilingual Canadian families, *International Journal of Multilingualism*, DOI: [10.1080/14790718.2022.2034830](https://doi.org/10.1080/14790718.2022.2034830)
- Macrae, T. (2017). Stimulus characteristics of single-word tests of children's speech sound production. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 48(4), 219-233.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of sounds*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Malmenholt, A., Lohmander, A., & McAllister, A. (2017). Childhood apraxia of speech: A survey of praxis and typical speech characteristics. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 42(2), 84-92.
- Maillart, C. (2006). Le bilan articulatoire et phonologique. Dans Pierart, B. et Estienne, F. (dir.), *L'évaluation du langage et de la voix* (26-51). Paris : Masson.
- Maillart, C., Schelstraete, M.-A., Hupet, M. (2004b). Les représentations phonologiques chez les enfants dysphasiques, *Enfance*, Vol. 56, pp. 46-62.
- Maillart, C., Schelstraete, M.-A. et Hupet, M. (2004). Phonological representations in children with SLI: A study of French. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 47(1), 187-198. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/016\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/016))
- Masso, S., McLeod, S., Baker, E., McCormack, J. (2016). Polysyllable productions in preschool children with speech sound disorders: Error categories and the Framework of Polysyllable Maturity, *International Journal of Speech-Language Pathology*, Vol. 18, pp 272 – 287.
- Masso, S., Baker, E., McLeod, S., Wang, C. (2017). Polysyllable speech accuracy and predictors of later literacy development in preschool children with speech sound disorders, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Vol. 60, pp. 1877 – 1890.
- Masson, P. (2017). *Étude de la spécificité d'épreuves langagières chez des enfants présentant une dyspraxie verbale versus un trouble phonologique (Study of Specificity of Language Tests in Children with Childhood Apraxia*

- of *Speech versus Phonological Disorder*) [Master thesis, Université de Liège]. MatheO. <http://hdl.handle.net/2268.2/2321>
- Maturo, S., Hill, C., Bunting, G., Ballif, C., Maurer, R., & Hartnick, C. (2012). Pediatric laryngeal diadochokinetic rates: Establishing a normative database. *Otolaryngology— Head & Neck Surgery*, 146(2), 302–306. <https://doi.org/10.1177/0194599811426259>
- McCauley, R. J. et Swisher, S. (1984). Psychometric review of language and articulation tests for preschool children. *Journal of Speech and Hearing Disorder*, 49(1), 34-42. <https://doi.org/10.1044/jshd.4901.34>
- McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264(5588), 746-748.
- McLeod, S. (2009). *Speech sound acquisition*. In J. Bernthal, N. Bankson, & P. Flipsen (Eds.), *Articulation and phonological disorders: speech sound disorders in children*, 6th ed. (pp. 63–120). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- McLeod, S., & Baker, E. (2014). Speech-language pathologists' practices regarding assessment, analysis, target selection, intervention, and service delivery for children with speech sound disorders. *Clinical linguistics & phonetics*, 28(7-8), 508-531. <https://doi.org/10.3109/02699206.2014.926994>
- McLeod, S. et Baker, E. (2017). *Children's Speech: An Evidence-Based Approach to Assessment and Intervention*. Pearson.
- McLeod, S., & Crowe, K. (2018). Children's consonant acquisition in 27 languages: A cross-linguistic review. *American journal of speech-language pathology*, 27(4), 1546-1571.
- McLeod, S. et Harrison, L. J. (2009). Epidemiology of speech and language impairment in a nationally representative sample of 4- to 5-year-old children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(5), 1213 – 1229. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0085\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0085))
- McLeod, S., Verdon, S. (2014). A Review of 30 Speech Assessments in 19 Languages Other Than English, *American Journal of Speech-Language Pathology*, Vol. 23, pp. 708-723.
- McReynolds, L. V., & Elbert, M. (1981). Criteria for phonological process analysis. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46(2), 197-204.
- Mehler, J., Dommergues, J. Y., Frauenfelder, U., & Segui, J. (1981). The syllable's role in speech segmentation. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 20(3), 298-305. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(81\)90450-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(81)90450-3)
- Meloni, G. (2015). *Évaluation des troubles du développement des sons de la parole : Élaboration de quatre épreuves à destination des enfants de 6 à 11 ans* [Mémoire de master 2]. Université Stendhal-Grenoble 3.
- Meronen, A., Tiippana, K., Westerholm, J., & Ahonen, T. (2013). Audiovisual speech perception in children with developmental language disorder in degraded listening conditions. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/11-0270\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/11-0270))
- Messer, M. H., Leseman, P. P., Boom, J. & Mayo, A. Y. (2010). Phonotactic probability effect in nonword recall and its relationship with vocabulary in monolingual and bilingual preschoolers. *Journal of experimental child psychology*, 105(4), 306–323. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.12.006>
- Métral, L. (2021), *Caractérisation acoustique de la rhotique uvulaire chez les enfants francophones typiques*, Mémoire de Master Sciences du Langage, Université Grenoble Alpes, France.
- Meunier, C. (2001). Le traitement de la variabilité dans la parole. Aspects théoriques et méthodologiques. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, Laboratoire Parole et Langage, 2001, 20, 69-90.

- Meunier, C. (2005). Invariants et Variabilité en Phonétique. Nguyen, Noël. *Phonologie et phonétique: Forme et substance*, Hermès, 349-374, Cognition et Traitement de l'Information.
- Meunier, C. et Bigi, B. (2021). Variations temporelles des phonèmes en parole conversationnelle : propriétés phonétiques et facteurs lexicaux. *Studii de lingvistică, Editura Universității din Oradea, Oradea, România, Phonetic variation in continuous speech*, 11, 11-38.
- Miall, R. C., Weir, D. J., Wolpert, D. M., & Stein, J. F. (1993). Is the cerebellum a Smith Predictor? *Journal of Motor Behaviour*, 25, 203-216.
- Miall, R., & Wolpert, D. (1996). Forward models for physiological motor control. *Neural networks*, 9(8), 1265- 1279.
- Monetta, L., Desmarais, C., MacLeod, A.A.N., St-Pierre, M. C., Bourgeois-Marcotte, J., & Perron, M. (2016). Recension des outils franco-qubécois pour l'évaluation des troubles du langage et de la parole (Inventory of Quebec French Tools for Assessing Speech and Language Disorders). *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 40(2), 165-175.
- Monnin, J. (2010b). *Influence de la langue ambiante sur l'acquisition phonologique : une comparaison du français et du drebu* (Thèse de Doctorat, Université de Grenoble; Université de Nouvelle Calédonie).
- Morgan-Barry, R. (1988). The auditory discrimination and attention test. *Berkshire: NFER–Nelson*.
- Munson, B., Edwards, J. et Beckman, M. E. (2005). Phonological knowledge in typical and atypical speech–sound development. *Topics in language disorders*, 25(3), 190-206.
- Munson, B., Kurtz, B., & Windsor, J. (2005). The influence of vocabulary size, phonotactic probability, and wordlikeness on nonword repetitions of children with and without specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(5), 1033–1047.
- Murray, E., Iuzzini-Seigel, J., Maas, E., Terband, H., & Ballard, K. J. (2021). Differential diagnosis of childhood apraxia of speech compared to other speech sound disorders: A systematic review. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(1), 279-300.
- Murray, E., McCabe, P., Heard, R., & Ballard, K. J. (2015). Differential diagnosis of children with suspected childhood apraxia of speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(1), 43-60. https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-S-12-0358
- Nathan, E. (2001). *The development of speech processing skills in children with and without speech difficulties*. Thèse de doctorat “Philosophy in Human Communication Science”. University College London. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1349803/1/366979.pdf>
- Nathan, E., Stackhouse, J., Goulandris, N., Snowling, M. (2004). The development of early literacy skills among children with speech difficulties: a test of the “critical age hypothesis”, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Vol. 47, pp. 377-391.
- Nation, K., Snowling, M. J., & Clarke, P. (2007). Dissecting the relationship between language skills and learning to read: Semantic and phonological contributions to new vocabulary learning in children with poor reading comprehension. *Advances in Speech Language Pathology*, 9(2), 131-139. <https://doi.org/10.1080/14417040601145166>
- Nazzi, T. (2006). Spécificité phonétique: de la perception précoce à l'acquisition des premiers mots. *Recherches linguistiques de Vincennes*, (35), 31-52.
- New B., Pallier C., Ferrand L., Matos R. (2001) Une base de données lexicales du français contemporain sur internet: LEXIQUE, *L'Année Psychologique*, 101, 447-462. doi.org/10.3758/s13428-020-01396-2
- Nguyen, N. (2005). La perception de la parole. Dans Nguyen, N.; Wauquier, S.; Durand, J. (Dir). *Phonologie et phonétique*, Hermès, pp.425-447, 2005, Cognition et traitement de l'information. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00142953/document>

- Nijland, L., Maassen, B., & Van der Meulen, S. (2003). Evidence of motor programming deficits in children diagnosed with DAS. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 437–450. DOI: [10.1044/1092-4388\(2003/036\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2003/036))
- Norrix, L. W., Plante, E., Vance, R., & Boliek, C. A. (2007). Auditory-visual integration for speech by children with and without specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(6), 1639–1651. doi:10.1044/1092-4388(2007/111)
- Ortiz, J. A. (2021). Using Nonword Repetition to Identify Language Impairment in Bilingual Children: A Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(5), 2275–2295. https://doi.org/10.1044/2021_AJSLP-20-00237
- Ozanne, A. (2005). Childhood apraxia of speech. In B. Dodd (Ed.), *Differential diagnosis and treatment of children with speech disorders* (2nd ed., pp. 71–82). London: Whurr
- Paradis, J., Emmerzael, K. & Duncan, T. S. (2010). Assessment of English language learners: using parent report on first language development. *Journal of communication disorders*, 43(6), 474–497. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2010.01.002>
- Parisse, C. et Soubeyrand, E. (2002). Un test informatisé pour la perception du langage oral : TIPL0. *Glossa*, 79, 6-21. Test téléchargeable sur <https://www.ortolang.fr/market/tools/tiplo>
- Paul, M. et Rvachew, S. (2008). *Test francophone de phonologie (French Phonology Assessment)*. http://www.medicine.mcgill.ca/srvachew/clinical_software_tools_files/TFP_for_website.pdf
- Parra, M., Hoff, E. & Core, C. (2011). Relations among language exposure, phonological memory, and language development in Spanish–English bilingually developing 2-year-olds. *Journal of experimental child psychology*, 108(1), 113-125. doi:10.1016/j.jecp.2010.07.011
- Pascoe, M., Stackhouse, J., & Wells, B. (2005). Phonological therapy within a psycholinguistic framework: Promoting change in a child with persisting speech difficulties. *International journal of language & communication disorders*, 40(2), 189-220.
- Pasquet, F., Parbeau-Guéno, A. et Bourg, E. (2014). *CLéA. Communiquer, Lire et Écrire pour Apprendre*. ECPA.
- Pennington, B. et Bishop, D. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual Review of Psychology*, 60, 283-306. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163548>
- Pickering, M. J., & Garrod, S. (2013). An integrated theory of language production and comprehension. *Behavioral and brain sciences*, 36(4), 329-347.
- Piérart, B., Comblain, A., Grégoire, J. et Mousty, P. (2010). *Batterie ISADYLE*. De Boeck Solal.
- Pierrehumbert, J. B. (2003). Phonetic diversity, statistical learning, and acquisition of phonology. *Language and speech*, 46(2-3), 115-154. <https://doi.org/10.1177/00238309030460020501>
- Pierrehumbert, J. B. (2016). Phonological representation: Beyond abstract versus episodic. *Annual Review of Linguistics*, 2, 33-52. <https://doi.org/10.1146/annurev-linguistics-030514-125050>
- Pigdon, L., Willmott, C., Reilly, S., Conti-Ramsden, G. & Morgan, A. T. (2020). What predicts nonword repetition performance?. *Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, 26(4), 518–533. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1674799>
- Port, R. F. (2010). Rich memory and distributed phonology. *Language Sciences*, 32(1), 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.langsci.2009.06.001>
- Postma, A. (2000). Detection of errors during speech production: A review of speech monitoring models. *Cognition*, 77, 97-132. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00090-1](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00090-1)

- Prathanee, B., Thanaviratananich, S., & Pongjanyakul, A. (2003). Oral diadochokinetic rates for normal Thai children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 38(4), 417-428.
- Preston, J. L., Felsenfeld, S., Frost, S. J., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Grigorenko, E. L., Landi, N., Seki, A. et Pugh, K. R. (2012). Functional brain activation differences in school-age children with speech sound errors: Speech and print processing. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 55(4), 1068–1082. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/11-0056\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/11-0056))
- Preston, J., Irwin, J., Turcios, J. (2015). Perception of speech sounds in school-age children with speech sound disorders, *Seminars in Speech and Language*, Vol. 36(4), pp. 224-233
- Preston, J. L., Molfese, P. J., Mencl, W. E., Frost, S. J., Hoeft, F., Fulbright, R. K., Landi, N., Grigorenko, E. L., Seki, A., Felsenfeld, S. et Pugh, K. R.. (2014). Structural brain differences in school-age children with residual speech sound errors. *Brain and Language*, 128(1), 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.11.001>
- Puissant, C. (2020), *Développement phonologique typique français d'enfants multilingues de CP*, Mémoire de Master Sciences du Langage, Université Grenoble Alpes, France.
- Purcell, D. W., & Munhall, K. G. (2007). Psychophysical detection threshold of formant manipulations during speech production. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(5), 3068-3069. <https://doi.org/10.1121/1.2942954>
- Pyo, H. Y. (2014). The difference in alternating motion rate tests between the same speaker's normal and whispered speech. *Communication Sciences & Disorders*, 19(4), 558–563. <https://doi.org/10.12963/csd.14204>
- Reuterskiöld, C., & Grigos, M. I. (2015). Nonword repetition and speech motor control in children. *BioMed Research International*, <https://doi.org/10.1155/2015/683279>
- Richard, G. (2011). The role of the speech-language pathologist in identifying and treating children with auditory processing disorder, *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, Vol. 42, pp. 297-302.
- Rispens, J., Baker, A., & Duinmeijer, I. (2015). Word recognition and nonword repetition in children with language disorders: The effects of neighborhood density, lexical frequency, and phonotactic probability. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(1), 78-92.
- Robbins, J., & Klee, T. (1987). Clinical assessment of oropharyngeal motor development in young children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52(3), 271–277. <https://doi.org/10.1044/jshd.5203.271>
- Roberts, J., Hunter, L., Gravel, J., Rosenfeld, R., Berman, S., Haggard, M., Hall, J., Lannon, C., Moore, D., Vernon-Feagans, L., et Wallace, I. (2004). Otitis media, hearing loss, and language learning: controversies and current research. *Journal of developmental and behavioral pediatrics: JDBP*, 25(2), 110–122. <https://doi.org/10.1097/00004703-200404000-00007>
- Robert-Ribes, J. (1995). *Modèles d'intégration audiovisuelle de signaux linguistiques: de la perception humaine à la reconnaissance automatique des voyelles* (Doctoral dissertation, Grenoble INPG).
- Rochet-Capellan, A. & Schwartz, J.-L. (2007). An articulatory basis for the labial-to-coronal effect: /pata/ seems a more stable articulatory pattern than /tapa/, *The Journal of the Acoustical Society of America*, *Acoustical Society of America*, 121, 3740-3754. DOI: 10.1121/1.2734497
- Rondal, J.-A. (1985). *Langage et communication chez les handicapés mentaux*, Bruxelles : Pierre Mardaga éditeur.
- Rose, Y. & Wauquier-Gravelines, S. (2007). French speech acquisition. In S. McLeod (Ed.), *The international guide to speech acquisition* (364-384). Thomson Delmar Learning.
- Roy, P. & Chiat, S. (2004). A prosodically controlled word and nonword repetition task for 2-to 4-year-olds. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(1), 223-234. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/019\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/019))

- Rvachew, S. (2015) Perceptually based interventions. Dans C. Bowen (dir), *Children's speech sound disorders* (2e ed., p. 188-191). Wiley Blackwell.
- Rvachew, S. (2014). Speech Assessment and Interactive Learning System, manuel d'utilisation, repéré à: <http://mcgill.flintbox.com/public/project/6237/>
- Rvachew, S., & Brosseau-Lapré, F. (2012). An input-focused intervention for children with developmental phonological disorders. *Perspectives on Language Learning and Education*, 19(1), 31-35. <https://doi.org/10.1044/lle19.1.31>
- Rvachew, S. & Brosseau-Lapré, F. (2015). A randomized trial of 12-week interventions for the treatment of developmental phonological disorder in Francophone children. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 24(4), 637-658. https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-14-0056
- Rvachew, S., & Brosseau-Lapré, F. (2018). *Developmental phonological disorders: Foundations of clinical practice*. Plural Publishing (second edition).
- Rvachew, S., Marquis, A., Brosseau-Lapré, F., Paul, M., Royle, P. & Gonnerman, L. (2013). Speech articulation performance of francophone children in the early school years: Norming of the Test de dépistage francophone de phonologie. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 27, 950-968. DOI:10.3109/02699206.2013.830149
- Rvachew, S., Nowak, M. et Cloutier, G. (2004) Effect of phonemic perception training on the speech production and phonological awareness skills of children with expressive phonological delay. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 13(3), 250-263. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2004/026\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2004/026))
- Safwat, R. F., & Sheikhany, A. R. (2014). Effect of parent interaction on language development in children. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 30(3), 255-263.
- Salinas-Marchant, C., & MacLeod, A. A. (2021). Audiovisual speech perception in children: a scoping review. *Speech, Language and Hearing*, 1-17.
- Salvia, J., Ysseldeyke, J. et Bolt, S. (2010). *Assessment in special and inclusive education* (11e ed.). Wadsworth.
- Sato M. et Shiller D. M. (2018) Auditory prediction during speaking and listening. *Brain and Language*, 187:92-103.
- Savinainen-Makkonen, T. (2000). Word-initial consonant omissions-a developmental process in children learning Finnish. *First Language*, 20(59), 161-185. <https://doi.org/10.1177/014272370002005903>
- Schelstraete, M.-A. (2011). *Traitement du langage oral : interventions et indications cliniques*, Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Schelstraete, M.-A., Maillart, C., Jamart, A.-C. (2004). Les troubles phonologiques : cadre théorique, diagnostic et traitement. In Schelstraete M.-A., Noel, M.-P. (Eds), *Les troubles du langage et du calcul chez l'enfant* (81-112). Editions EME, Intercommunication.
- Schissel, R. J. (1980). The Role of Selected Auditory Skills in the Misarticulation of /s/, /r/ and /l/ by Third Grade Children. *British Journal of Disorders of Communication*, 15(2), 129-139.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260. <https://doi.org/10.1037/h0076770>
- Schwartz, J. L. (2010). A reanalysis of McGurk data suggests that audiovisual fusion in speech perception is subject-dependent. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3), 1584-1594. <https://doi.org/10.1121/1.3293001>
- Schwartz, J. L., Basirat, A., Ménard, L., & Sato, M. (2012). The Perception-for-Action-Control Theory (PACT): A perceptuo-motor theory of speech perception. *Journal of Neurolinguistics*, 25(5), 336-354. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2009.12.004>

- Schwob, S., Eddé, L., Jacquin, L., Leboulanger, M., Picard, M., Oliveira, P. R., & Skoruppa, K. (2021). Using Nonword Repetition to Identify Developmental Language Disorder in Monolingual and Bilingual Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(9), 3578–3593. https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-20-00552
- Shiller, D. M., & Rochon, M. L. (2014). Auditory-perceptual learning improves speech motor adaptation in children. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(4), 1308. <https://doi.org/10.1037/a0036660>
- Shiller, D.M. & Rochon, M-L. (2014). Auditory-Perceptual Learning Improves Speech Motor Adaptation in Children. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*. 40, 1308-15.
- Shriberg, L. D. (2010a, November). Diagnostic marker research in childhood apraxia of speech. Paper presented at the Academy of Neurologic Communication Disorders and Sciences Scientific Meeting, Philadelphia, PA.
- Shriberg LD, Austin D, Lewis BA, McSweeney JL, Wilson DL. The Percentage of Consonants Correct (PCC) metric: extensions and reliability data. *J Speech Lang Hear Res*. 1997;40(4):708-22. PMID:9263938. <http://dx.doi.org/10.1044/jslhr.4004.708>.
- Shriberg, L. D., Austin, D., Lewis, B. A., McSweeney, J. L., et Wilson, D. L. (1997). The speech disorders classification system (SDCS): Extensions and lifespan reference data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(4), 723-740. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4004.723>
- Shriberg, L. D., Fourakis, M., Hall, S. D., Karlsson, H. B., Lohmeier, H. L., McSweeney, J. L., ... Wilson, D. L. (2010a). Extensions to the speech disorders classification system (SDCS). *Clinical Linguistics and Phonetics*, 24(10), 795-824. doi: [10.3109/02699206.2010.503006](https://doi.org/10.3109/02699206.2010.503006)
- Shriberg, L. D., Fourakis, M., Hall, S. D., Karlsson, H. B., Lohmeier, H. L., McSweeney, J. L., Potter, N. L., Scheer-Cohen, A. R., Strand, E. A., Tilkens, C. M., et Wilson, D. L. (2010b). Perceptual and acoustic reliability estimates for the Speech Disorders Classification System (SDCS). *Clinical linguistics & phonetics*, 24(10), 825–846. <https://doi.org/10.3109/02699206.2010.503007>
- Shriberg, L. D., & Lohmeier, H. L. (2008). The syllable repetition task (SRT). *Phonology Project, Waisman Center, University of Wisconsin-Madison, WI, USA*.
- Shriberg, L., Lohmeier, H., Campbell, T., Dollaghan, C., Green, J., Moore, C. (2009). A nonword repetition task for speaker with misarticulations: the syllable repetition task (SRT), *Journal of Speech, Language, and Hearing Researches*, Vol. 52(5), pp. 1189-1212.
- Shriberg, L. D., Lohmeier, H. L., Strand, E. A., et Jakielski, K. J. (2012). Encoding, memory, and transcoding deficits in Childhood Apraxia of Speech. *Clinical linguistics & phonetics*, 26(5), 445–482. <https://doi.org/10.3109/02699206.2012.655841>
- Shriberg, L. D., Strand, E. A., Fourakis, M., Jakielski, K. J., Hall, S. D., Karlsson, H. B., ... & Wilson, D. L. (2017). A diagnostic marker to discriminate childhood apraxia of speech from speech delay: I. Development and description of the pause marker. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(4), S1096-S1117. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-S-15-0296
- Skahan, S. M., Watson, M., & Lof, G. L. (2007). Speech-language pathologists' assessment practices for children with suspected speech sound disorders: Results of a national survey. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 16(3), 246-259. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2007/029\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2007/029))
- Skeide, M. A., & Friederici, A. D. (2016). The ontogeny of the cortical language network. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(5), 323-332.

- Skipper, J. I.; Devlin, J. T. & Lametti, D. R. (2017), The hearing ear is always found close to the speaking tongue: Review of the role of the motor system in speech perception, *Brain and Language* 164, 77 - 105.
- Smith, A. (2010). Development of Neural Control of Orofacial Movements for Speech, in: W.J. Hardcastle, J. Laver & F.E. Gibbon, *The Handbook of Phonetic Sciences, Second Edition*, Blackwell Publishing Ltd, <https://doi.org/10.1002/9781444317251.ch7>
- Snowling, M. J. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological Research*, 43(2), 219-234. DOI: 10.1007/bf00309831. Sumbly, W. H., & Pollack, I. (1954). Visual contribution to speech intelligibility in noise. *The journal of the acoustical society of america*, 26(2), 212-215. <https://doi.org/10.1121/1.1907309>
- Snowling, M. J. (2006). Nonword repetition and language learning disorders: A developmental contingency framework. *Applied Psycholinguistics*, 27, 588 - 591.
- Snowling, M., & Stackhouse, J. (1983). Spelling performance of children with developmental verbal dyspraxia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 25(4), 430-437.
- Sorenson Duncan, T. S. & Paradis, J. (2016). English Language Learners' Nonword Repetition Performance: The Influence of Age, L2 Vocabulary Size, Length of L2 Exposure, and L1 Phonology. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(1), 39–48. https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-L-14-0020
- Stackhouse, J., Vance, M., Pascoe, M. et Wells, B. (2007). *Compendium of Auditory and Speech Tasks, Children's Speech and Literacy Difficulties, Book 4*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Stackhouse, J., & Wells, B. (1993). Psycholinguistic assessment of developmental speech disorders. *European Journal of Disorders of Communication*, 28(4), 331-348.
- Stackhouse, J., et Wells, B. (1997). *Children's Speech and Literacy Difficulties, Book 1: A Psycholinguistic Framework* (Vol. 9). John Wiley & Sons.
- Stager, C. L., & Werker, J. F. (1997). Infants listen for more phonetic detail in speech perception than in word-learning tasks. *Nature*, 388(6640), 381-382.
- Stampe, D. (1973). *A dissertation on Natural Phonology* (Doctoral dissertation, The University of Chicago).
- Stark, R. E., & Heinz, J. M. (1996). Vowel perception in children with and without language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(4), 860-869.
- Sreelakshmi, R., & Murali, R. (2016). Comparison of speech measures between Tamil and Malayalam. *Language in India*, 16(8), 173-179.
- Stevens, K. N., & Blumstein, S. E. (1978). Invariant cues for place of articulation in stop consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64(5), 1358-1368. <https://doi.org/10.1121/1.382102>
- Sussman, J.E. (1993). Perception of formant transition cues to place of articulation in children with language impairments, *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 36(6), pp. 1286-1299.
- Szewczyk, J. M., Marecka, M., Chiat, S. & Wodniecka, Z. (2018). Nonword repetition depends on the frequency of sublexical representations at different grain sizes: Evidence from a multi-factorial analysis. *Cognition*, 179, 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.002>
- Tafiadis, D., Zarokanelou, V., Voniati, L., Prentza, A., Drosos, K., Papadopoulos, A., & Ziavra, N. (2021). Evaluation of diadochokinesis in Greek preschoolers with speech sound disorders using a diadochokinetic rates protocol. *Communication Disorders Quarterly*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/15257401211017065>
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children, *Brain and Language*, Vol. 9, pp. 182-198.

- Terband, H., & Maassen, B. (2010). Speech motor development in childhood apraxia of speech: generating testable hypotheses by neurocomputational modeling. *Folia phoniatrica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (LALP)*, 62(3), 134–142. <https://doi.org/10.1159/000287212>
- Terband, H., Maassen, B., & Maas, E. (2019). A psycholinguistic framework for diagnosis and treatment planning of developmental speech disorders. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 71(5-6), 216-227. <https://doi.org/10.1159/000499426>
- Thibault, M.-P., Helloin, M.-C. et Croteau, B. (2010). *EXALang 5-8. Batterie d'examen des fonctions langagières chez l'enfant de 5 à 8 ans*. Happyneuron.
- Thordardottir, Elin. T. & Juliusdottir, A. G. (2013). Icelandic as a second language: A longitudinal study of language knowledge and processing by school-age children. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 16(4), 411-435. <https://doi.org/10.1080/13670050.2012.693062>
- Thordardottir, E., Kehayia, E., Mazer, B., Lessard, N., Majnemer, A., Sutton, A., ... & Chilingaryan, G. (2011). Sensitivity and specificity of French language and processing measures for the identification of primary language impairment at age 5. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(2), 580-597. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0196\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0196))
- Tomasello, M. (2003). *Constructing a language: A usage-based theory of language acquisition*. Harvard University Press.
- Tourville, J. A., & Guenther, F. H. (2011). The DIVA model: A neural theory of speech acquisition and production. *Language and cognitive processes*, 26(7), 952-981. <https://doi.org/10.1080/01690960903498424>
- Van Bogaert, L., Machart, L., Vilain, A., Loevenbruck, H. & Consortium EULALIES (2022), Perception de parole chez l'enfant porteur d'implant(s) cochléaire(s) : Étude sur l'Auditory Verbal Therapy et la Langue française Parlée Complétée, *Journées d'Etudes sur la Parole*, Noirmoutier, France.
- Vance, M. (1995). Investigating speech processing skills in young children, *International Journal of language and communication disorders*, Vol. 30(1), pp. 287-293
- Vance, M., Rosen, S., Coleman, M. (2009). Assessing speech perception in young children and relationships with language skills, *International Journal of Audiology*, Vol. 48, pp. 708-717.
- Vance, M., Martingale, N. (2012). Assessing speech perception in children with language difficulties: Effects of background noise and phonetic contrast, *International Journal of Speech-Language Pathology*, Vol. 14(1), pp. 48-58.
- Van der Merwe A. (2009). A theoretical framework for the characterization of pathological speech sensorimotor control. In: McNeil MR (Ed). *Clinical Management of Sensorimotor Speech Disorders*. 2nd ed. New York: Thieme Medical Publishers Inc.
- Van Der Merwe, A. (2021). New perspectives on speech motor planning and programming in the context of the four-level model and its implications for understanding the pathophysiology underlying apraxia of speech and other motor speech disorders. *Aphasiology*, 35(4), 397-423. <https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1765306>
- Vicente, A. & Martínez-Manrique, F. (2016), 'The nature of unsymbolized thinking', *Philosophical Explorations* 19(2), 173-187. <https://doi.org/10.1080/13869795.2016.1176234>
- Vihman, M. (1996). *Phonological Development: The origins of Language in the Child*, Oxford: Blackwell.
- Vihman, M. M. (2017). Learning words and learning sounds: Advances in language development. *British Journal of Psychology*, 108(1), 1-27. <https://doi.org/10.1111/bjop.12207>

- Vilain, A., Dole, M., Loevenbruck, P., Pascalis, O., Schwartz, J.-L. (2019), The role of production abilities in the perception of consonant category in infants, *Developmental Science*, DOI: [10.1111/desc.12830](https://doi.org/10.1111/desc.12830)
- Vinter, S. (2001). Les habiletés phonologiques chez l'enfant de deux ans (Phonological Skills in Two-Year-Old Children). *Glossa*, 77, 4-19.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., Rashotte, C. A., & Pearson, N. A. (1999). *Comprehensive test of phonological processing: CTOPP*. Austin, TX: Pro-ed.
- Wauquier-Gravelines, S. (2005). Statut des représentations phonologiques en acquisition, traitement de la parole continue et dysphasie développementale . Dossier d'Habilitation à Diriger des Recherches (vol. 1). Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- Wauquier-Gravelines, S., & Braud, V. (2005). Proto-déterminant et acquisition de la liaison obligatoire en français. *Langages*, (2), 53-65.
- Waring, R., Eadie, P., Rickard Liow, S., & Dodd, B. (2018). The phonological memory profile of preschool children who make atypical speech sound errors. *Clinical linguistics & phonetics*, 32(1), 28-45.
- Waring, R. et Knight, R. (2013). How should children with speech sound disorders be classified? A review and critical evaluation of current classification systems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(1), 25-40. <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2012.00195.x>
- Werker, J. (2018). Perceptual beginnings to language acquisition, *Applied Psycholinguistics*, Vol. 39, 703-728. doi:10.1017/S0142716418000152
- Werker, J. et Tees, R. C. (2002). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life, *Infant Behavior & Development*, Vol. 25, 121-133 (Travaux originaux publiés *Infant Behavior & Development*, Vol. 7, 49-63, 1984).
- Williams, P., & Stackhouse, J. (1998). Diadochokinetic skills: Normal and atypical performance in children aged 3-5 years. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 33(S1), 481-486.
- Williams, A. L., McLeod, S., & McCauley, R. J. (2010). *Interventions for Speech Sound Disorders in Children*. Brookes Publishing Company. PO Box 10624, Baltimore, MD 21285.
- Wepman, M., Reynolds, J et William, M. (1987). *Wepman Auditory Discrimination Test*. Western Psychological Services (Firm)
- Wolfe, V., Presley, C., Mesari, J. (2003). The importance of sound identification training in phonological intervention, *American Journal of Speech-Language Pathology*, Vol. 12, pp. 282-288
- Wolpert, D. M. & Kawato, M. (1998), Multiple paired forward and inverse models for motor control, *Neural Networks* 11(7-8), 1317-1329.
- Wong, A. W., Allegro, J., Tirado, Y., Chadha, N., & Campisi, P. (2011). Objective measurement of motor speech characteristics in the healthy pediatric population. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75(12), 1604-1611. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2011.09.023>
- Wong, E. C., Lee, K. Y., & Tong, M. C. (2020). The Applicability of the Clinical Features of English Childhood Apraxia of Speech to Cantonese: A Modified Delphi Survey. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 29(2), 652-663. https://doi.org/10.1044/2019_AJSLP-19-00118
- Wren, Y., Harding, S., Goldbart, J., & Roulstone, S. (2018). A systematic review and classification of interventions for speech-sound disorder in preschool children. *International journal of language & communication disorders*, 53(3), 446-467. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12371>

Yaruss, J. S., & Logan, K. J. (2002). Evaluating rate, accuracy, and fluency of young children's diadochokinetic productions: a preliminary investigation. *Journal of Fluency Disorders*, 27(1), 65-86.

PARTICIPATION AU PROJET EULALIES

Grenoble, le 1^{er} octobre 2019

Chers parents, bonjour !

Nous sommes une équipe de chercheuses, qui travaillons sur le langage des enfants scolarisés dans les écoles maternelles et élémentaires de France. Dans ce but, nous souhaiterions faire passer un ensemble de tests sur la parole et le langage aux élèves de l'école de votre enfant.

Dans le document ci-joint, nous vous présentons le projet, et nous sollicitons votre autorisation pour réaliser cette activité avec votre enfant. Si vous êtes d'accord pour que votre enfant participe à notre projet de recherche, nous vous demandons de lire ces documents, puis de les remplir et de les signer avant de nous les retourner à l'école par l'intermédiaire de votre enfant. Nous lui en remettrons une copie lors de son passage.

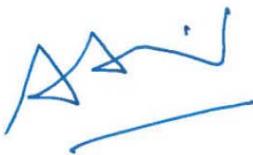
Si vous avez des questions, n'hésitez pas à nous contacter. Nous vous répondrons avec plaisir.

Nous vous remercions par avance.

Pour l'équipe du projet EULALIES

Anne Vilain

Anne.Vilain@univ-grenoble-alpes.fr



Hélène Lœvenbruck

Helene.Loevenbruck@univ-grenoble-alpes.fr



Questionnaire sur le langage au verso



QUESTIONNAIRE SUR LE LANGAGE DE VOTRE ENFANT

Date :

Nom de l'enfant : Prénom de l'enfant :

Date de naissance:

Classe :

Ecole :

Profession du parent ou du/de la représentant·e légal·e :

Votre enfant est-il suivi en **orthophonie** (difficultés langagières) ?

Oui (actuellement ou par le passé) Non

Si oui, précisez quel type de prise en charge :

Votre enfant est-il suivi en **audiologie** (difficultés auditives)?

Oui (actuellement ou par le passé) Non

Si oui, précisez quel type de prise en charge :

Votre enfant est-il suivi en **ophtalmologie** (difficultés visuelles) ?

Oui (actuellement ou par le passé) Non

Si oui, précisez quel type de prise en charge :

Depuis quand votre enfant est-il/elle en contact avec le français ?

Depuis sa naissance

Depuis l'entrée à la garderie (ou crèche ou chez assistante maternelle)

Depuis l'entrée à l'école maternelle (ses 3 ans)

Depuis l'entrée à l'école primaire (ses 6 ans)

Autre :

D'autres langues sont-elles utilisées à la maison ? Si oui, lesquelles ? qui les utilise, et dans quelles situations ?

Votre enfant parle-t-il/elle ou comprend-il/elle d'autres langues ?

Si votre enfant utilise plus d'une langue, où est-ce qu'il/elle utilise ces langues ? Combien de fois par jour (ou par semaine) ?

Avez-vous des informations ou remarques concernant le langage de votre enfant ?

NOTICE d'INFORMATION ET Formulaire de consentement éclairé

Titre du projet : Production et perception de la parole chez les enfants âgés de 3 à 11 ans

Chercheuses titulaires responsables scientifiques du projet :

Mme Vilain Anne, Université Grenoble Alpes, GIPSA-lab, UMR CNRS 5216

Mme Løevenbruck Hélène, Université Grenoble Alpes, CNRS, LPNC, UMR CNRS 5105

But du projet de recherche :

Cette étude a pour objectif de proposer une description détaillée de la production et de la perception de la parole des enfants francophones âgés de 3 à 11 ans. Il s'agit d'enregistrer votre enfant en situation de répétition/production/perception de mots et de sons du langage. L'objectif n'est pas d'évaluer le niveau de langage de votre enfant mais de collecter des données sur les étapes de l'acquisition du langage par les enfants francophones.

Ce que l'on attend de votre enfant (méthodologie)

Tout d'abord, si votre enfant n'a pas passé récemment de test auditif prescrit par un professionnel de santé, un court test d'acuité auditive lui sera proposé : on lui fera écouter des sons calibrés avec un casque audio et il·elle devra nous dire lorsqu'il·elle entend les sons (en levant la main par exemple). Ce test durera environ 5 minutes.

Votre enfant passera également deux courts tests de langage : pour le premier, on lui demandera de montrer les images correspondant aux mots prononcés par l'expérimentatrice ; pour le second, il·elle devra produire des phrases décrivant les images présentées. Ce test de langage durera environ 5 minutes. Ensuite, différentes tâches d'écoute de mots et de sons du langage, de répétition et de production de mots ou de sons du langage vont être proposées à votre enfant. Ces tâches ont pour objectif de décrire la façon dont les enfants articulent et perçoivent les mots et les sons du français. Dans un premier temps, des images d'objets de la vie quotidienne seront présentées à votre enfant sur un écran d'ordinateur ou sur une tablette et celui-ci devra dire ce qu'il·elle voit. Par exemple, si l'image représente un chat, l'enfant doit dire le mot « chat ». Puis, des séquences seront proposées en répétition. Votre enfant devra répéter des syllabes simples de type « pa », « ta » et des mots qui n'existent pas comme « minpa » ou « joté ». Il sera également proposé à votre enfant de répéter le plus vite possible des séquences de sons. Enfin, l'enfant portera un casque audio dont le volume sonore sera réglé à un niveau confortable (inférieur à 80 dB, seuil de confort homologué) pour écouter des mots et juger si les mots sont dits correctement ou non (par exemple « pankalon). Votre enfant sera assis·e sur une chaise, devant une table sur laquelle seront posés un ordinateur (ou une tablette) et un microphone. Sa voix sera enregistrée (uniquement sa voix, pas d'images).

Les enregistrements durent entre 45 mn et 1h et peuvent se faire en 2 séances d'environ 30 mn ou en une seule séance.

Vos droits à la confidentialité

Toutes les informations recueillies à partir de l'étude resteront confidentielles. Les enregistrements audio et les résultats des mesures peuvent être publiés à des fins scientifiques, mais l'identité des participants ne sera pas révélée, elle sera masquée par un identifiant anonyme et aucun autre renseignement ne sera dévoilé qui puisse révéler l'identité du participant. Les enregistrements audio et les résultats de la tâche d'écoute ne contiendront pas le nom du participant ni d'autres informations personnelles. La correspondance entre l'identité du participant et cet identifiant sera gardée dans un endroit sécurisé et seules les responsables scientifiques de l'étude (Anne Vilain et Hélène Løevenbruck) y auront accès.

Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps

La participation à cette étude est entièrement volontaire. Si vous décidez de ne pas laisser votre enfant y participer, il n'y aura pas de conséquences négatives. Sachez que même si vous décidez dans un premier temps de laisser votre enfant participer à l'étude, vous pouvez retirer votre consentement et cesser la participation de votre enfant à tout moment. Par ailleurs votre enfant pourra à tout moment demander à cesser sa participation. Vous pourrez aussi demander à supprimer toutes les données déjà enregistrées.

Bénéfices

L'expérience ne présente pas pour vous/votre enfant de bénéfice personnel. Cette étude permettra d'améliorer notre compréhension de la production et de la perception de la parole chez les enfants présentant ou non des troubles du développement des sons de parole. Bien que l'objectif immédiat soit théorique, l'objectif à plus long terme est d'obtenir des résultats permettant de mieux comprendre les mécanismes de production de la parole et ainsi d'améliorer les méthodes de remédiation déjà existantes chez les enfants présentant des troubles du langage oral.

Risques possibles

Ces expériences ne présentent aucun risque ou danger connu. Néanmoins, si votre enfant manifeste un inconfort ou s'il ne souhaite pas continuer l'expérimentation, il pourra s'arrêter à tout moment.

Diffusion

Les données recueillies pourront, à des fins scientifiques, être partagées avec d'autres chercheurs, sur des serveurs sécurisés et les résultats de cette recherche pourront être publiés dans des revues scientifiques ou lors de congrès scientifiques.

Vos droits de poser des questions en tout temps

Vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche à tout moment en communiquant avec les responsables du projet par courrier électronique à : Anne.Vilain@univ-grenoble-alpes.fr ou à : Helene.Loevenbruck@univ-grenoble-alpes.fr

Consentement à la participation

En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-dessus, qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'on vous a avisé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche en tout temps, sans préjudice.

D'autre part, avant l'enregistrement, des explications seront fournies à votre enfant et son consentement oral lui sera demandé. Il ou elle pourra arrêter les exercices à tout moment s'il ou elle n'a plus envie de participer.

Nom, Prénom de l'enfant : _____

Nom, Prénom du parent : _____

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte que mon enfant participe à cette recherche :

OUI

NON

Date :

Signature :

DROIT A LA DIFFUSION D'ENREGISTREMENTS AUDIO

Je donne mon autorisation pour le partage des enregistrements audio de mon enfant sur des serveurs sécurisés, à des fins de recherche académique, ainsi que pour la diffusion de courts extraits sonores de mon enfant lors de communications scientifiques et universitaires (conférences, séminaires, ...), à condition que les dispositions suivantes d'anonymisation soient prises :

- utilisation de pseudonymes pour les participants
- masquage sonore des informations qui pourraient conduire à l'identification des participants, celle de leurs proches ou d'autres personnes (utilisation du prénom de l'enfant par exemple).

NB : Le projet portant sur la production de parole, ses auteurs ne peuvent pas s'engager à rendre anonymes par brouillage de la voix les enregistrements audio, mais s'engagent à ne pas diffuser d'extraits compromettant des personnes enregistrées.

OUI

NON

Date :

Signature :

Exemplaire à retourner *aux chercheuses*

Annexe 2 : Notice d'information, formulaire de consentement et questionnaire parental –
Version québécoise

Formulaire d'information et de consentement

Projet EULALIES

Évaluation des troubles du développement des sons de parole

Étudiante-Chercheuse	Geneviève Meloni Étudiante-Chercheuse Faculté de médecine – Ecole d'orthophonie et d'audiologie, Université de Montréal Téléphone : (514) 791-7549 Courriel : genevieve.meloni@umontreal.ca
Chercheuse	Andrea MacLeod Directrice de recherche Faculté de médecine – Ecole d'orthophonie et d'audiologie, Université de Montréal Téléphone : (514) 343-6111, poste 7559 Courriel : andrea.macleod@umontreal.ca

Ce projet n'est pas financé.

Aucun conflit d'intérêt n'est à déclarer dans le cadre de ce projet.

Nous vous invitons, vous et votre enfant, à participer à un projet de recherche sur le développement de la parole. Avant d'accepter d'y participer, veuillez prendre le temps de lire ce document présentant les conditions de participation au projet. N'hésitez pas à poser toutes les questions que vous jugerez utiles à l'étudiante-chercheuse ou à la chercheuse.

A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

Objectif de l'étude

Le but de cette recherche est de comprendre comment les enfants développent leur parole. Nous voulons aussi créer un outil pour les orthophonistes pour savoir quels enfants ont un trouble de parole. Pour répondre à ces questions, nous allons enregistrer 150 enfants de 3 à 8 ans pour savoir comment ils ou elles produisent et perçoivent des mots

Déroulement de l'étude

Si vous et votre enfant participez à cette étude, votre enfant aura à compléter 7 tâches. L'ensemble de votre participation dure 1 heure maximum. Vous ou votre enfant pouvez prendre une ou des pauses durant chaque activité ou entre chaque activité.

1. **Le questionnaire** (5 minutes): Nous allons vous poser des questions sur la ou les langues parlées dans votre foyer.
2. **Test de vocabulaire** (5 minutes): Nous allons demander à votre enfant de désigner parmi quatre dessins celui qui lui est demandé. Parce que tous les enfants développent le langage différemment et ont des expériences différentes, il peut y avoir des dessins que votre enfant ne connaît pas. Cela est normal.
3. **Test de mémoire** (5 minutes): il sera demandé à votre enfant de répéter des séquences de chiffres.
4. **Dénomination d'images** (10 minutes) : Votre enfant aura à produire des mots en regardant des images présentées sur un ordinateur.
5. **Tâche de répétition de non-mots** (5 minutes): Nous allons encourager votre enfant à répéter des « mots » produits par un ordinateur.

6. **Tâche de répétition de syllabes** (5 minutes) : Votre enfant devra répéter des « syllabes » produits par l'étudiante-chercheuse.
7. **Tâche de jugement de lexicalité** (10 minutes): Nous allons demander à votre enfant de dire si la personne qu'il voit sur l'ordinateur dit bien ou mal les mots.

Cette passation peut avoir lieu dans un espace tranquille, en fonction de votre préférence (par exemple le CPE, l'école, la clinique orthophonique, l'EOA ou votre domicile).

Avantages et bénéfices

Bien qu'il n'y ait pas de bénéfices directement liés à votre participation, les résultats de notre recherche aideront les parents, les enseignants et les orthophonistes à mieux comprendre le développement de la parole.

Risques potentiels

Le projet comporte peu de risque pour vous et votre enfant. Tous les enregistrements qui seront présentés à votre enfant, seront d'une intensité sécuritaire et confortable. A la fin des exercices, présentés sous forme de jeu, votre enfant pourra éventuellement ressentir une fatigue. L'enfant pourra bénéficier d'un temps de repos selon son besoin. Le temps dédié à la participation et éventuellement les déplacements au sein de l'école d'orthophonie et d'audiologie sont les principaux inconvénients de cette étude.

Confidentialité

Les renseignements personnels que vous nous donnerez demeureront confidentiels. Aucune information permettant de vous identifier d'une façon ou d'une autre ne sera publiée. De plus, chaque participant à la recherche se verra attribuer un code et seuls la chercheuse et l'étudiante-chercheuse pourront connaître les identités en lien avec les codes. Les données seront conservées dans un lieu fermé à clé. Les enregistrements et les transcriptions seront détruits, ainsi que toute information personnelle, 7 ans après la fin du projet. Seules les données ne permettant pas de vous identifier seront conservées après cette période.

Participation volontaire et droit de retrait

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à ce projet de recherche. Vous pouvez vous retirer de cette étude à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raison. Vous avez simplement à aviser la personne ressource de l'équipe de recherche et ce, par simple avis verbal. Le retrait est sans conséquence d'aucune sorte pour vous ou pour votre enfant.

En cas de retrait, vous pouvez demander la destruction des données ou du matériel vous concernant et concernant votre enfant. Cependant, il sera impossible de retirer vos données ou votre matériel ou celui de votre enfant des analyses menées une fois ces dernières publiées ou diffusées.

Responsabilité de l'équipe de recherche

En acceptant de participer à cette étude, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs ou l'établissement de leurs responsabilités civiles et professionnelles.

Diffusion des résultats

C'est avec plaisir que nous transmettrons les résultats généraux de l'étude par le biais d'une infolettre que nous vous enverrons au printemps 2020 si vous indiquez votre adresse courriel ou postale dans l'espace suivant :

Adresse préférée (courriel ou postale) : _____

Les résultats anonymisés et généraux seront publiés dans des revues scientifiques spécialisées et des conférences.

Compensation

Votre enfant recevra une petite récompense pour sa participation : un diplôme de participation et un petit jouet de type autocollant ou pâte à modeler.

B) CONSENTEMENT

Déclaration du participant

- Je comprends que je peux prendre mon temps pour réfléchir avant de donner mon accord ou non à participer à la recherche.
- Je peux poser des questions à l'équipe de recherche et exiger des réponses satisfaisantes.
- Je comprends qu'en participant à ce projet de recherche, je ne renonce à aucun de mes droits ni ne dégage les chercheurs de leurs responsabilités.
- J'ai pris connaissance du présent formulaire d'information et de consentement et j'accepte de participer au projet de recherche.

J'accepte de répondre au questionnaire : Oui Non

Prénom et nom du parent
(caractères d'imprimerie)

Signature du/de la participant.e

Date : _____

J'accepte que mon enfant participe à ce projet de recherche : Oui Non

Prénom et nom du parent
(caractères d'imprimerie)

Signature du/de la participant.e

Date : _____

Accord de l'enfant pour participer à l'étude
Pour l'enfant : écrire son nom ou faire un petit dessin

Engagement du chercheur

J'ai expliqué aux parents et à l'enfant les conditions de participation au projet de recherche. J'ai répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées et je me suis assurée de la compréhension du/de la participant·e et du parent. Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au présent formulaire d'information et de consentement.

Signature de la chercheuse (ou de son/sa représentante) : _____

Date : _____

Nom : _____ Prénom

: _____

Pour toute question relative à l'étude, ou pour vous retirer de la recherche, veuillez communiquer avec :

- **Geneviève Meloni**, étudiante-chercheuse, Faculté de médecine, École d'Orthophonie et d'Audiologie, Université de Montréal, **514 791-7549**, courriel : **genevieve.meloni@umontreal.ca**
- **MacLeod Andrea**, Professeure agrégée, Faculté de médecine, École d'Orthophonie et d'Audiologie, Université de Montréal, **514 343-6111**, **poste 7559**, Courriel : **andrea.macleod@umontreal.ca**

Pour toute préoccupation sur vos droits ou sur les responsabilités des chercheurs concernant votre participation à ce projet, vous pouvez contacter le *Comité d'éthique de la recherche en éducation et en psychologie* par courriel à l'adresse cerrep@umontreal.ca ou par téléphone au 514 343-6111 poste 1896 ou encore consulter le site Web <http://recherche.umontreal.ca/participants>.

Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal en appelant au numéro de téléphone 514 343-2100 ou en communiquant par courriel à l'adresse ombudsman@umontreal.ca (**l'ombudsman accepte les appels à frais virés**).

Questionnaire du développement de l'enfant

Date:

Code du participant:

Votre enfant a-t-il présentement ou a-t-il eu des problèmes d'audition ?

Votre enfant a-t-il été diagnostiqué avec un syndrome génétique (de type syndrome de Down, syndrome de Turner et syndrome de Klinefelter, microdélétion 22q11, syndrome CHARGE ou syndrome d'alcoolisation fœtale) ?

Votre enfant a-t-il une anomalie anatomique du visage, du nez ou de la gorge ?

Votre enfant a-t-il un trouble du spectre autistique ?

Votre enfant est-il ou a-t-il été suivi en orthophonie ?

Quelle(s) langue(s) est(sont) parlé(es) à la maison et par qui ?

Depuis quand votre enfant est-il en contact avec le français ?

- Depuis sa naissance
- Depuis l'entrée à la garderie (garderie familiale ou CPE)
- Depuis l'entrée à l'école maternelle (ses 5 ans)
- Depuis l'entrée à l'école primaire (ses 6 ans)
- Autre : _____

Quelles langues votre enfant apprend-il/elle en dehors de la maison ?

Si votre enfant apprend une autre langue que le français,
Où est-ce qu'il/elle utilise cette/ces langue(s) ?

combien de fois par jour (ou par semaine) utilise-t-il/elle cette/ces langues ?

Avez-vous des informations ou des remarques concernant le langage de votre enfant ?

Annexe 3 : Consignes de passation, EULALIES-France

Projet EULALIES - France

Consignes de passation – 23 juillet 2019

Il y a 5 épreuves à faire passer et 3 tests d'inclusion. L'ordre des tâches est le suivant :

- Test d'inclusion 1 : **Empan** de chiffres
- Epreuve EULALIE 1 : **Dénomination** (production)
- Epreuve EULALIE 2 : **Diadococinésies** (production)
- Epreuve EULALIE 3 : **Répétition de syllabes** (perception - production)
- Epreuve EULALIE 4 : **Répétition de pseudomots** (perception - production)
- Epreuve EULALIE 5 : **Jugement de lexicalité** (perception)

Puis on fait passer les 2 autres tests d'inclusion (pour les enfants typiques ou pour les enfants dont on n'a pas d'éléments du bilan orthophonique) et on vérifie le questionnaire de langage :

- Test d'inclusion 2 : **ELO** (si on ne dispose pas de scores à des tests de langage)
- Test d'inclusion 3 : **Audiomètre** (si on ne dispose pas d'audiogramme récent de l'enfant)
- **Questionnaire** de langage repris avec l'enfant

L'ensemble dure environ 45 min.

Pour rendre les tâches plus ludiques : possibilité de prendre un jeu comme le tonneau de pirate, Dr Maboule ou le jeu avec l'âne à charger et laisser l'enfant charger l'âne ou sortir une pièce du Dr Maboule, etc... à chaque 10 items produits/perçus.

Il n'y a aucune obligation de finir les épreuves, si c'est trop compliqué pour l'enfant, on arrête. Si les séances sont courtes, ou si l'enfant fatigue, il est préférable de faire passer une ou plusieurs épreuves en entier (ou le plus loin possible) et de prévoir de faire les autres épreuves lors d'une autre séance, plutôt que d'essayer de faire une petite partie de chaque épreuve dès la première séance.

On enregistre toute la séance avec l'enregistreur et le micro tête. Commencer chaque enregistrement en précisant :

- la date, l'heure
- le prénom de la personne qui fait passer le test
- le prénom de l'enfant

Puis s'assurer qu'on a bien le consentement oral de l'enfant avant de poursuivre.

Faire un essai pour vérifier le niveau sonore (en branchant le casque sur la sortie *line out* de l'enregistreur) : demander à l'enfant de dire son nom, sa classe. Bien faire attention à ce qu'il n'y ait pas de bruit pendant que l'enfant parle et notamment que l'enfant ne touche pas l'enregistreur et/ou le micro ou bien ne cogne pas la table sur laquelle est posée l'enregistreur. Il est possible de garder le casque tout au long de l'enregistrement pour s'assurer qu'il n'y a pas de problème pendant l'enregistrement

Au moindre doute sur la qualité de l'enregistrement, on demande à l'enfant de répéter.

On fait attention de garder l'attention de l'enfant mais on ne stimule pas le discours spontané de l'enfant trop longtemps car cela fatigue possiblement l'enfant.

Si on est à l'école ou à la garderie, on vérifie le questionnaire de langage avec l'enfant pour éventuellement récupérer les informations manquantes (selon ses connaissances à lui).

DENOMINATION

- **Matériel** : fiche de passation + powerpoint + une petite affichette avec les déterminants LE, LA, L' (ou LE, LA, L', LES) placés devant l'écran en cas d'omission ou de mauvais déterminant.

NB : Il est important que l'enfant dénomme avec le déterminant LE, LA ou LES (ou éventuellement DES). On veut éviter la nasalisation lié au un/une. On accepte si l'enfant produit le mot sans déterminant. Pour les items commençant par une voyelle, on accepte l'élision (par exemple : l'éléphant) ou la liaison (par exemple : les éléphants). Si l'enfant produit spontanément un mot commençant par une voyelle sans élision ou sans liaison, on conserve sa production (par exemple : le licoptère pour l'hélicoptère).

- **Description de la tâche** : l'enfant doit dénommer les mots qu'il voit sur l'image. Si l'enfant ne dit pas spontanément le mot, on lui propose un pointage (« *Regarde, ça, comment ça s'appelle ça, c'est le...* ») PUIS un amorçage sémantique selon la fiche de passation, et si cela ne suffit, un amorçage phonologique (selon la fiche de passation), ENFIN, en répétition. Pour cela, suivre les instructions de la fiche de passation pour chaque mot.
- **Consigne pour l'enfant** :

« *Regarde bien l'image et dis-moi le nom de ce que tu vois. Il faut que tu me dises le nom avec le mot le, la ou les devant. Par exemple, là, c'est ... " le chien " »* Il est possible de stimuler l'utilisation du déterminant défini, en disant « *c'est le... " chien " »* puis « *c'est... " le piano " »*.

DIADOCOCINESIES

- **Matériel** : chronomètre
- **Description de la tâche** : faire répéter le plus vite possible pendant 10 secondes
 - Papapapapapa
 - Pa ta pa ta pa ta
 - Pa ta ka pa ta ka
 - Pa ba pa ba pa ba
- **Consigne pour l'enfant** :

« Répète après moi la séquence /pa-pa-pa/. Voilà, très bien. Maintenant, je voudrais que tu répètes la séquence le plus vite possible sans t'arrêter, mais en essayant de bien prononcer. Tu commences quand je dis « partez ! » et tu continues jusqu'à ce que je dise « stop ! ». A vos marques, prêt, partez ! [10 sec] Stop ! ».

« Répète après moi la séquence /pa-ta-ka-pa-ta-ka /. Voilà, très bien. Maintenant, je voudrais que tu répètes la séquence le plus vite possible sans t'arrêter, mais en essayant de bien prononcer. Tu commences quand je dis « partez ! » et tu continues jusqu'à ce que je dise « stop ! ». A vos marques, prêt, partez ! [10 sec] Stop ! ».

« Répète après moi la séquence /pa-ba-pa-ba/. Voilà, très bien. Maintenant, je voudrais que tu répètes la séquence le plus vite possible sans t'arrêter, mais en essayant de bien prononcer. Tu commences quand je dis « partez ! » et tu continues jusqu'à ce que je dise « stop ! ». A vos marques, prêt, partez ! [10 sec] Stop ! ».

REPETITION DE SYLLABES

- **Matériel** : la liste de syllabes
- **Description de la tâche** : l'enfant répète les syllabes après la personne qui fait passer le test (en *live*). Si l'enfant se trompe, on ne le fait pas répéter sinon il comprend rapidement que dès qu'il se trompe on le reprend, et donc cela peut faire varier sa production dans le sens attendu par l'expérimentatrice. On conserve la première réponse de l'enfant. Si l'enfant était visiblement inattentif lors de la prononciation par l'expérimentatrice ou s'il y a eu un bruit extérieur qui gênait l'écoute, alors on peut répéter la syllabe proposée mais uniquement dans ces cas là. Ne pas cacher ses lèvres.
- **Consigne pour l'enfant** : « *Je voudrais que tu répètes après moi les petites syllabes.* »

REPETITION DE PSEUDOMOTS

- **Matériel** : casque audio + powerpoint + fiche de passation
- **Description de la tâche** : l'enfant répète les pseudomots après l'enregistrement dans le powerpoint. Les enregistrements se lancent automatiquement quand on change de diapo. L'enfant a droit à 2 écoutes : si besoin, cliquer à nouveau sur le haut-parleur pour entendre le son une deuxième fois.
- **Consigne pour l'enfant** : « *Regarde sur l'écran, il y a des monstres qui ont des noms bizarres. Tu vas entendre quelqu'un qui dit leurs noms et toi tu dois le répéter le mieux possible.* »

Tu vas mettre un casque sur tes oreilles, comme un pilote d'avion.

On va commencer par régler le volume du son dans le casque ; tu vas me dire si tu entends bien le son et si c'est trop fort ou pas assez fort, tu me dis. »

JUGEMENT DE LEXICALITE

- **Matériel** : casque audio + powerpoint + fiche de passation
- **Description de la tâche** : l'enfant doit dire si les deux personnes qu'il entend dans le casque produisent bien ou pas les mots. Les sons se lancent une fois automatiquement quand on change de diapo. S'il y a eu un bruit gênant l'écoute, on peut cliquer à nouveau sur le haut-parleur pour entendre le son une deuxième fois. Dans les autres cas, ne pas faire ré-écouter, la tâche doit se faire sur la première écoute. Certains enfants ont tendance à répéter le mot entendu, il faut faire en sorte de l'en empêcher pour ne pas fausser l'analyse.
- **Consigne pour l'enfant** : « *Tu vas entendre une femme et un homme qui disent le nom des choses qu'on voit sur l'image. Parfois, ils disent les noms correctement et parfois ils se trompent. Je voudrais que tu dises s'ils prononcent les mots correctement ou non.*

Tu vas mettre un casque sur tes oreilles, comme un pilote d'avion.

On va commencer par régler le volume du son dans le casque ; tu vas me dire si tu entends bien le son et si c'est trop fort ou pas assez fort, tu me dis. »

CHECK-LIST EULALIES
Version 25 Octobre 2019

Numéro du participant :

Age :

Classe :

Sexe :

Date de passation :

Heure :

Ordre Jugement Lexicalité : 1 2 3 4 5

Placement de l'expérimentateur : à droite de l'enfant à gauche de l'enfant

Placement de l'enregistreur Zoom : écran face à l'expérimentateur

- Formulaire Consentement : 2 exemplaires (un pour parent, un pour EULALIES)
- Droit à l'image : 2 exemplaires (un pour parent, un pour EULALIES)
- Questionnaire parental
- Recueil du consentement oral de l'enfant

Numéroter les tâches dans l'ordre dans lequel elles ont été effectivement passées.

Si une tâche est faite en 2 fois, noter 2 numéros

- Numéro _____ : Tâche de dénomination (production) : placer l'affichette « Le la »
- Numéro _____ : Tâche de diadococinésie (production)
 - Papapapapapa
 - Pa ta ka pa ta ka
 - Pa – ba – pa – ba – pa – ba
- Numéro _____ : Tâche de répétition de syllabes (perception - production)
- Numéro _____ : Tâche de répétition de pseudomots (perception - production)
- Numéro _____ : Tâche de jugement de lexicalité (perception)

- Numéro _____ : Empan de chiffres
- Numéro _____ : Audiogramme
- Numéro _____ : ELO production d'énoncés

- Remerciement et cadeau pour l'enfant

Annexe 5 : Consignes de passation, EULALIES-Québec

Projet EULALIES

Consignes de passation – 25 septembre 2019

Il y a 5 épreuves à faire passer et 1 test d'inclusion.

- Test d'inclusion : **répétition de phrases** du CELF pour les enfants de 4 à 8 ans
- Epreuve EULALIE 1 : **Dénomination** (production)
- Epreuve EULALIE 2 : **Diadococinésie** (production)
- Epreuve EULALIE 4 : **Répétition de pseudomots** (perception - production)
- Epreuve EULALIE 3 : **Répétition de syllabes** (perception - production)
- Epreuve EULALIE 5 : **Jugement de lexicalité** (perception)

Il n'y a pas d'ordre de passation des tâches spécifiques. Trois choses sont cependant à prendre en compte :

- Il faut faire passer la tâche de jugement de lexicalité après la tâche de dénomination
- Il faut obligatoirement faire passer la tâche de répétition de phrases : il est possible si l'enfant est fatigué de ne pas faire toutes les tâches mais sans la tâche de répétition de phrase, il n'est pas possible d'inclure l'enfant dans l'étude.
- La tâche de dénomination est facile et permet de mettre les enfants à l'aise.

Ordre conseillé : (1) tâche de dénomination, (2) tâche de répétition de phrase, (3) première partie de la tâche de répétition de syllabes, (4) tâche de diadococinésies, (5) deuxième partie de la tâche de répétition de syllabes, (6) répétition de pseudomots, (7) tâche de jugement de lexicalité

L'ensemble dure environ 30 à 45 min (maximum).

Il n'y a aucune obligation de finir les épreuves, si c'est trop compliqué pour l'enfant, on arrête.

La seule obligation est de faire la tâche d'inclusion : la tâche de répétition de phrases. Il est préférable de faire passer une ou plusieurs épreuves en entières et de prévoir de faire les autres épreuves à un autre moment. Dans l'école, il est tout à fait possible de voir les enfants plusieurs fois (2 fois 20 min par exemple).

On enregistre toute la séance avec l'enregistreur et le micro tête (ne pas mettre sur pause l'enregistrement). Commencer chaque enregistrement en précisant :

- la date
- le prénom de la personne qui fait passer le test
- le prénom de l'enfant
- l'âge de l'enfant
- le groupe de l'enfant

Attention : l'enregistreur clignote lorsqu'on appuie une seule fois dessus mais n'enregistre pas et il enregistre lorsqu'on appuie deux fois et reste rouge.

Toujours conserver l'oreillette des écouteurs branchés sur la sortie *line out* de l'enregistreur. Cela permet de s'assurer de la qualité de l'enregistrement et de se rendre compte s'il y a un problème au cours de l'enregistrement (problème de type : niveau de bruit ambiant trop important, carte sd remplie, manque de pile dans l'enregistreur).

Bien faire attention à ce qu'il n'y ait pas de bruit pendant que l'enfant parle et notamment que l'enfant ne touche pas l'enregistreur et/ou le micro ou bien ne cogne pas la table sur laquelle est posée l'enregistreur. Faire aussi attention aux fils qui peuvent faire des grésillements. (il est possible de faire prendre conscience à l'enfant le bruit que ça fait en lui faisant écouter la sortie *line out* de l'enregistreur dans les écouteurs).

Attention à ne pas parler en même temps que l'enfant, notamment aux encouragements qui peuvent arriver avant que l'enfant ait fini de parler.

Au moindre doute sur la qualité de l'enregistrement, on demande à l'enfant de répéter.

REPETITION DE PHRASES DU CELF

- **Matériel** : fiche de passation avec les phrases
- **Description de la tâche** : faire répéter les phrases jusqu'à ce que l'enfant ne soit plus capable de répéter.
- **Consigne pour l'enfant** :

« *Ecoute attentivement la phrase que je vais te dire puis lorsque j'aurai fini, répète exactement ce que je t'ai dit. Essayons. [Pause] "La fille va à l'école."* » Si le participant répète la phrase MOT à MOT, passez à l'essai 2. Si le participant ne répète pas correctement la première fois, s'il ne répond pas à l'intérieur d'un délai de 10 secondes, ou s'il demande une répétition, dites : « **Essayons à nouveau. Ecoute attentivement puis répète exactement après moi. "La fille va à l'école."** » Si le participant ne répond toujours pas correctement, dites : « **Tu dois dire "La fille va à l'école."** » Passez à l'essai 2.

Présentez l'essai 2 en disant : « **Ecoute cette nouvelle phrase, puis répète-la exactement. [Pause] Dites : « Où est le lapin ?** » Si le participant répète la phrase MOT à MOT, passez aux items de test. Si le participant répond comme s'il répondait à une question, expliquez-lui qu'il doit répéter la phrase, non pas répondre à la question, puis répétez-lui l'item. Si le participant ne répète pas l'item correctement, s'il ne répond pas à l'intérieur de 10 secondes, ou s'il demande une répétition, dites : « **Essayons à nouveau. Ecoute attentivement puis répète exactement après moi. "Où est le lapin ?"** Si le participant ne répond toujours pas correctement, dites : « **Tu dois dire "Où est le lapin ?"** » Passez aux items du test.

Présentez les items du test en disant : « **Maintenant, nous allons en faire d'autres. Ecoute cette phrase attentivement, puis répète-la exactement.** » Lisez les items de test à un rythme naturel de conversation.

- **Cotation** :
 - **Aucune erreur** : La phrase est répétée mot à mot → 3 points
 - **Erreur sur 1 mot** : 1 mot a été échangé, substitué, inséré ou omis → 2 points
 - **Erreur sur 2 ou 3 mots** : Toute réponse ayant 2 ou 3 mots substitués, insérés ou omis → 1 point
 - **Erreur sur 4+ mots** : Toute réponse ayant +4 mots substitués, insérés ou omis → 0 point
- **Critère d'arrêt** : Si 5 fois 0 points consécutifs
- **Répétition** : 0 répétition possible

DENOMINATION

- **Matériel** : fiche de passation avec les indices, powerpoint, une petite affichette avec les déterminants LE, LA, L' (ou LE, LA, L', LES) placés devant l'écran en cas d'omission ou de mauvais déterminant.
- **Description de la tâche** : l'enfant doit dénommer les mots qu'il voit sur l'image. Si l'enfant ne dit pas spontanément le mot, on peut lui proposer l'amorçage sémantique, et si cela ne suffit pas faire un amorçage phonologique. Pour cela, suivre les instructions de la fiche de passation pour chaque mot. Si l'enfant ne connaît pas le mot ou ne dit pas le bon mot, on lui propose alors en répétition. Il est important que l'enfant n'utilise pas les déterminant UN, UNE (problème de nasalisation). On essaye le plus possible d'utiliser LE, LA. Ce n'est pas un problème que ça soit au singulier ou au pluriel. Pour les mots commençant par une voyelle, ce n'est pas un problème si l'enfant dénomme avec ou sans la liaison (l'ongle ou des ongles).
- **Consigne pour l'enfant** :
« Regarde bien l'image et dis-moi le nom de ce que tu vois. Il faut que tu me dises le nom avec le mot le, la ou les devant. Par exemple, là, tu vois le... " chien " »
- **Critère d'arrêt** : Si la tâche dure au-delà de 20 min.

DIADOCOCINESIES

- **Matériel** : chronomètre + powerpoint (rectangle bleu qui se remplit en 10 sec)
- **Description de la tâche** : faire répéter le plus vite possible pendant 10 secondes
 - Papapapapapa
 - Pa ta pa ta
 - Pa ta ka pa ta ka
 - Pa ba pa ba pa ba
- **Consigne pour l'enfant** :

« Répète après moi /pa-pa-pa-pa-pa-pa-pa/ (entraîner un peu l'enfant à la production et s'assurer qu'il/elle a bien compris la séquence). Voilà, très bien. Maintenant, je voudrais que tu répètes la séquence le plus vite possible sans t'arrêter, mais en essayant de bien prononcer. Tu commences quand je dis « un, deux, trois, TOP ! » et tu continues jusqu'à ce que je dise « stop ! ». On y va : un, deux, trois, TOP ! [10 sec] Stop ! ».

« Répète après moi /pa ta pa ta / (entraîner un peu l'enfant à la production et s'assurer qu'il/elle a bien compris la séquence). Voilà, très bien. Maintenant, je voudrais que tu répètes la séquence le plus vite possible sans t'arrêter, mais en essayant de bien prononcer. Tu commences quand je dis « un, deux, trois, TOP ! » et tu continues jusqu'à ce que je dise « stop ! ». On y va : un, deux, trois, TOP ! [10 sec] Stop ! ».

« Répète après moi /pa-ta-ka-pa-ta-ka / (entraîner un peu l'enfant à la production et s'assurer qu'il/elle a bien compris la séquence). Voilà, très bien. Maintenant, je voudrais que tu répètes la séquence le plus vite possible sans t'arrêter, mais en essayant de bien prononcer. Tu commences quand je dis « un, deux, trois, TOP ! » et tu continues jusqu'à ce que je dise « stop ! ». On y va : un, deux, trois, TOP ! [10 sec] Stop ! ».

« Répète après moi /pa-ba-pa-ba/ (entraîner un peu l'enfant à la production et s'assurer qu'il/elle a bien compris la séquence). Voilà, très bien. Maintenant, je voudrais que tu répètes la séquence le plus vite possible sans t'arrêter, mais en essayant de bien prononcer. Tu commences quand je dis « un, deux, trois, TOP ! » et tu continues jusqu'à ce que je dise « stop ! ». On y va : un, deux, trois, TOP ! [10 sec] Stop ! ».

NB : Si l'enfant ne parvient pas à produire une séquence correcte à 2 essais, on arrête la séquence et on essaye la suivante.

REPETITION DE PSEUDOMOTS

- **Matériel** : casque audio + powerpoint + fiche de passation
- **Description de la tâche** : l'enfant répète les pseudomots après l'enregistrement dans le powerpoint. Les enregistrements se lancent automatiquement quand on change de diapo. **L'enfant a droit à 2 écoutes s'il n'a visiblement pas bien entendu, s'il demande, ou s'il y a eu un gros bruit dans la salle** : cliquez à nouveau sur le haut-parleur pour entendre le son une deuxième fois. Si l'enfant ne demande pas ou pour les autres raisons mentionnées, on ne fait pas réécouter et on conserve sa première production.
- **Consigne pour l'enfant** : *« Regarde sur l'écran, il y a des bonhommes qui ont des noms bizarres. Tu vas entendre quelqu'un qui dit leurs noms et toi tu dois le répéter le mieux possible.*

Tu vas mettre un casque sur tes oreilles, comme un pilote d'avion.

On va commencer par régler le volume du son dans le casque ; tu vas me dire si tu entends bien le son et si c'est trop fort ou pas assez fort, tu me dis. »

REPETITION DE SYLLABES

- **Matériel** : la liste de syllabes
- **Description de la tâche** : l'enfant répète les syllabes après la personne qui fait passer le test (en *live*). Si l'enfant se trompe, on ne le fait pas répéter sinon il comprend rapidement que dès qu'il se trompe on le reprend, et donc cela peut faire varier sa production dans le sens attendu par l'expérimentatrice. On conserve la première réponse de l'enfant. Si l'enfant était visiblement inattentif lors de la prononciation par l'expérimentatrice ou s'il y a eu un bruit extérieur qui gênait l'écoute, alors on peut répéter la syllabe proposée mais uniquement dans ces cas là.
- **Consigne pour l'enfant** : « *Je voudrais que tu répètes après moi les petites syllabes.* »

JUGEMENT DE LEXICALITE

- **Matériel** : casque audio + powerpoint + fiche de passation
- **Description de la tâche** : l'enfant doit dire si ce qu'il entend dans le casque sont des mots justes ou non. Les sons se lancent automatiquement quand on change de diapo. S'il y a eu un bruit gênant l'écoute, on peut cliquer à nouveau sur le haut-parleur pour entendre le son une deuxième fois. Dans les autres cas, ne pas faire ré-écouter, la tâche doit se faire sur la première écoute. Certains enfants ont tendance à répéter le mot entendu, il faut faire en sorte de l'en empêcher pour ne pas fausser l'analyse. Si l'enfant ne sait pas, lui demander de dire ce qu'il pense, d'essayer quand même.
- **Consigne pour l'enfant** : *« Tu vas entendre une femme et un homme qui disent le nom des choses qu'on voit sur l'image. Parfois, ils disent les noms correctement et parfois ils se trompent. Je voudrais que tu dises s'ils prononcent les mots correctement ou non. Tu dis juste si le mot est dit correctement. Tu dis faux si le mot n'est pas dit correctement. Tu vas mettre un casque sur tes oreilles, comme un pilote d'avion. On va commencer par régler le volume du son dans le casque ; tu vas me dire si tu entends bien le son et si c'est trop fort ou pas assez fort, tu me dis. »*

Annexe 6 : Fiche de contrôle, EULALIES-Québec

**CHECK-LIST EULALIES
Version 24 septembre 2019**

- Formulaire Consentement et questionnaire
- Recueil du consentement oral de l'enfant avant de s'éloigner de la classe
- Mise en place du micro sur l'enfant
- Mise en route de l'enregistreur

- Introduction : Nom du·de la participant·e, groupe, âge, date de passation
- Tâche de répétition de phrases
- Tâche de dénomination (production)
- Tâche de diadococinésie (production)
 - Papapapapapa
 - Pa ta pa ta
 - Pa ta ka pa ta ka
 - Pa – ba – pa – ba – pa – ba
- Tâche de répétition de pseudomots (production)
- Tâche de répétition de syllabes (production)
- Tâche de jugement de lexicalité (perception)

- Remerciement et cadeau pour l'enfant

Phonèmes utilisés

Occlusive glottal : marque la position d'un phonème qui n'est pas produit (coup de glotte)	ʔ (sourde)	[dɔʔtœʃ] [daʔtist]	LM_020_Item7_docteur_OcclusiveGlottalSourde LM_020_Item47_dentiste_OcclusiveGlottalSourde
Vibrante uvulaire : /R/ de Edith Piaf	ʀ (voisée)	[piʒiʁɔʀ]	GM_002_Item49_R
Fricatives interdentales : 'th' anglais (three, this,...)	θ (sourde) ð (voisée)	[maθinalave] [piðama]	LM_019_Item9_machinealaver_FricativeInterdentaleSourde LM_019_Item11_pyjama_FricativeInterdentaleSonore
Fricatives latérales : schlintement (bruit d'air qui passe sur les côtés de la langue)	ɬ (sourde) ɮ (voisée)	[aɬ] [kiɮeɮemã]	LM_019_Item25_as_FricativeLateraleSourde LM_003_Item16_déguisement_FricativeLateraleVoisee
Fricatives palatales : 'ich' allemand	ç (sourde) j (voisée)	[kapyç] [jãb]	LM_002_Item26_capuche_FricativePalataleSourde LM_017_Item6_jambe_FricativePalataleVoisee
Fricative vélaire sourde : 'jamon' espagnol 'ach' allemand	x (sourde) ɣ (voisée)	[xβikβð] [doxtœx] [kɣoɣodil]	LM_020_Item23_citron_FricativeVelaireSourde LM_045_Item7_docteur_FricativeVelaireSourde GM_005_Item54_crocodile_FricativeVelaireVoisee
Fricative uvulaire	χ (sourde)	[dɔχtœχ]	GM_011_Item7_docteur_FricativeUvulaireSourde
Fricative glottale : marque la position d'un phonème non produit (aspiration) 'hot' anglais	h (sourde)	[ẽhtitytœɸ]	LM_014_Item46_instituteur_FricativeGlottale
Fricative alveolo- palatale	ɛ (sourde)	[aɛ]	GM_002_Item26_as_alveolo-palatale

Autres règles

1. On transcrit (*depuis avril 2020*) :

- L'allongement vocalique à l'aide du diacritique :
Ex. 1 :
Ex. 2 :
- Les pauses : si l'enfant fait une pause dans sa production, celle-ci sera symbolisée un .
Ex. 1 : target « machine à laver », production [ʃi.awaj̥ʒe] avec pause entre la première syllabe et la suite de la production : GM_002_Item9_machinealaver_Pause
Ex. 2 : target « biberon », production [pi.mu] avec pause entre la première et la deuxième syllabe : GM_002_Item31_biberon_Pause
-

2. On utilise, si besoin :

- Les affriquées : pour n'avoir qu'un seul phonème de comptabilisé dans l'alignement syllabique
- Le dévoisement du [ɣ] (sensation de [ʁ] « rapeux ») lorsque la cible est [ʁ] (et non le son [χ])
Ex. 1 : [aʁaɣjɔm] GM_011_Item38_aquarium_VoyelleDevoisee
Ex. 2 : [dɔχtœɣ] GM_011_Item7_docteur_Rdevoise
- Le son [χ] lorsque la cible n'est pas un [ʁ] : GM_011_Item7_docteur_FricativeUvulaireSourde
- Le dévoisement de la voyelle
Ex. 1 : [ɛskegɔ] GM_011_Item21_escargot_VoyelleDevoisee
Ex. 2 : [aʁaɣjɔm] GM_011_Item38_aquarium_VoyelleDevoisee

3. Production inaudible/Chevauchement des voix :

- On met une étoile pour chaque phonème produit
[jauɾt] = ***** : LM_049_Item36_yaourt_Inaudible
[œf] = ** : LM_029_Item14_oeuf_Inaudible

4. Utilisation du schwa :

- En fin de mot, si on transcrit le /ə/ final dans l'*IPA Actual*, on l'ajoute également à la *IPA Target* pour conserver le même nombre de phonèmes
- A l'intérieur d'une syllabe, si on transcrit le /ə/ dans la *IPA Actual* et qu'on considère que cette production est « admise », on le transcrit également dans la *IPA Target* pour conserver le même nombre de phonèmes

5. Absence de production :

- Si l'enfant ne produit pas l'item demandé, on ne note rien dans la partie *IPA Actual*
Ex1 : target « locomotive », l'enfant dit « train » : on ne note rien dans l'*IPA Actual*
Ex2 : target « main », l'enfant ne produit rien : on ne note rien dans l'*IPA Actual*

6. Bénéfice du doute :

- Si on hésite entre deux phonèmes dont un correspondant à la cible, on utilisera ce dernier
Ex. : target « indien », hésitation entre [ɛ̃dja] et [ɛ̃djɛ̃] > on conservera [ɛ̃djɛ̃]

7. Astuce quand on a des difficultés à déterminer le phonème utilisé

- On peut utiliser le site <https://www.seeingspeech.ac.uk/ipa-charts/?chart=1> pour s'aider lorsqu'on a un doute sur le phonème produit

A noter :

- Pour la tâche de répétition de syllabes, on transcrit aussi les voyelles lorsqu'elles ne sont pas produites /a/ (*depuis avril 2020*)

