



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -  
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard Lyon 1  
Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation  
Département Orthophonie

**N° de mémoire 1948**

---

Mémoire de Grade Master en Orthophonie

présenté pour l'obtention du

**Certificat de capacité d'orthophoniste**

Par

**BLANCHOZ Noémie**

**Influence de la motricité manuelle sur l'articulation et  
la motricité oro-faciale : perspectives développementale et clinique  
Les cas du développement typique et de la dyspraxie verbale**

Directrices de Mémoire

**CANAULT Mélanie**

**WITKO Agnès**

Date de soutenance

**6 juin 2019**

Membres du jury

**DECHAMBENOIT Agathe**

**DOHEN Marion**

**CANAULT Mélanie**

**WITKO Agnès**

## 1. UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1

Président  
**Pr. FLEURY Frédéric**

Vice-président CFVU  
**Pr. CHEVALIER Philippe**

Président du Conseil Académique  
**Pr. BEN HADID Hamda**

Vice-président CS  
**M. VALLEE Fabrice**

Vice-président CA  
**Pr. REVEL Didier**

Directeur Général des Services  
**M. VERHAEGHE Damien**

### 1.1 Secteur Santé :

U.F.R. de Médecine Lyon Est  
Doyen **Pr. RODE Gille**

U.F.R d'Odontologie  
Directrice **Pr. SEUX Dominique**

U.F.R de Médecine et de  
maïeutique - Lyon-Sud Charles  
Mérieux  
Doyenne **Pr. BURILLON Carole**

Institut des Sciences Pharmaceutiques  
et Biologiques  
Directrice **Pr. VINCIGUERRA Christine**

Comité de Coordination des  
Etudes Médicales (C.C.E.M.)  
Président **Pr. COCHAT Pierre**

Institut des Sciences et Techniques de  
la Réadaptation (I.S.T.R.)  
Directeur **Dr. PERROT Xavier**

Département de Formation et Centre  
de Recherche en Biologie Humaine  
Directrice **Pr. SCHOTT Anne-Marie**

### 1.2 Secteur Sciences et Technologies :

U.F.R. Faculté des Sciences et  
Technologies  
Directeur **M. DE MARCHI Fabien**

Institut des Sciences Financières et  
d'Assurance (I.S.F.A.)  
Directeur **M. LEBOISNE Nicolas**

U.F.R. Faculté des Sciences  
Administrateur provisoire  
**M. ANDRIOLETTI Bruno**

Observatoire Astronomique de Lyon  
Directeur **Mme DANIEL Isabelle**

U.F.R. Biosciences  
Administratrice provisoire  
**Mme GIESELER Kathrin**

Ecole Supérieure du Professorat et de  
l'Education (E.S.P.E.)  
Administrateur provisoire  
**M. Pierre CHAREYRON**

U.F.R. de Sciences et Techniques  
des Activités Physiques et Sportives  
(S.T.A.P.S.)  
Directeur **M. VANPOULLE Yannick**

POLYTECH LYON  
Directeur **M. PERRIN Emmanuel**

Institut Universitaire de Technologie de  
Lyon 1 (I.U.T. LYON 1)  
Directeur **M. VITON Christophe**

## **2. INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA RÉADAPTATION**

Directeur ISTR  
**Xavier PERROT**

### **Équipe de direction du département d'orthophonie :**

Directeur de la formation  
**Agnès BO**

Coordinateur de cycle 1  
**Claire GENTIL**

Coordinateur de cycle 2  
**Solveig CHAPUIS**

Responsables de l'enseignement clinique  
**Claire GENTIL**  
**Ségolène CHOPARD**  
**Johanne BOUQUAND**

Responsable des travaux de recherche  
**Nina KLEINSZ**

Chargées de l'évaluation des aptitudes aux études  
en vue du certificat de capacité en orthophonie  
**Céline GRENET**  
**Solveig CHAPUIS**

Responsable de la formation continue  
**Johanne BOUQUAND**

Secrétariat de direction et de scolarité  
**Olivier VERON**  
**Patrick JANISSET**

**Résumé :**

Les études actuelles établissent un lien à la fois anatomique et fonctionnel entre la motricité manuelle et la motricité oro-faciale. Ce lien est attesté non seulement d'un point de vue développemental mais également au niveau clinique notamment à cause de la coexistence de troubles moteurs et de parole au sein de différentes pathologies. L'objectif de ce travail est d'explorer l'influence d'un entraînement moteur manuel sur les capacités d'imitation de praxies bucco-linguo-faciales et les productions orales (diadococinésies, dénomination d'images, répétition de non-mots) de 20 enfants tout-venant d'âge préscolaire et de quatre enfants présentant une dyspraxie verbale (trouble moteur de la parole). Les résultats montrent un impact favorable de l'entraînement manuel sur le nombre de syllabes correctes par seconde, le pourcentage de mots/non-mots corrects, le pourcentage de consonnes correctes (PCC) ainsi que le score à l'épreuve de praxies chez les enfants tout-venant comme chez les enfants dyspraxiques verbaux. Plus précisément, le lien unissant l'activité de la main et celle de la bouche semble être plus marqué pour les tâches peu complexes à la fois d'un point de vue moteur et linguistique (diadococinésies, imitation de praxies). Nos résultats semblent donc confirmer le lien moteur unissant la main et la parole. Ce dernier pourrait être attribué à l'existence d'un mécanisme neuronal sous-jacent reliant la motricité manuelle et la motricité oro-faciale. D'un point de vue clinique, cette étude laisse entrevoir l'intérêt de stimuler la main pour améliorer les productions orales verbales et non verbales de patients présentant un trouble de production de la parole.

**Mots-clés :**

Motricité manuelle – praxies oro-faciales – articulation – enfants tout-venant – dyspraxie verbale

**Abstract :**

Current studies show an anatomical and functional link between manual motor skills and oro-facial motor skills. This link is attested not only from a developmental point of view but also at a clinical level, particularly because of the coexistence of motor and speech disorders in different pathologies. The goal of this study is to investigate the influence of manual motor activity on the imitation abilities of oro-facial praxis and oral productions (diadochokinesies, picture naming, nonword repetition) of 20 preschool typically developing children and four children with childhood apraxia of speech (motor speech disorder). The results show a positive impact of manual motor activity on the number of correct syllables per second, the percentage of correct words/nonwords, the percentage of correct consonants (PCC) and the praxis score in typically developing children as well as in children with childhood apraxia of speech. More specifically, the link between the movement of the hand and that of the mouth seems to be more pronounced for tasks that are not very complex both from a motor and linguistic point of view (diadochokinesies, praxis imitation). Thus, our results seem to confirm the motor link between hand and speech. The latter could be attributed to the existence of an underlying neuronal mechanism linking manual motor skills and oro-facial motor skills. From a clinical point of view, this study suggests the benefit of stimulating the hand to improve the oral production in patients with a speech production disorder.

**Key-words :**

Manual motor skills – oro-facial praxis – articulation – typically developing children – childhood apraxia of speech

## Remerciements :

Je remercie très sincèrement mes directrices de mémoire Mélanie Canault et Agnès Witko pour leur accompagnement tout au long de ces deux années. Leurs conseils avisés, leurs relectures attentives, leur disponibilité et leur bienveillance ont été d'un grand soutien pour la réalisation de ce travail.

Je remercie Antonin Fauret de la société Axolotech de m'avoir fait découvrir Totemigo et de m'avoir prêté le matériel nécessaire à la réalisation de l'expérimentation. Merci pour tous ces échanges intéressants.

Je remercie Estelle Rampon (*Estelle Rampon - illustration*) qui a mis ses talents d'illustratrice au service de ce mémoire. Merci aussi pour toutes ces années d'amitié.

Je remercie Sébastien Flavier pour son aide lors de l'analyse des données ainsi que Lucie Beauvais pour ses conseils lors du traitement statistique des résultats.

Je remercie tous les enfants ainsi que leurs parents, leurs orthophonistes et leurs enseignantes qui ont accepté de participer à cette étude et sans qui tout ce travail n'aurait pu se faire. Merci pour votre gentillesse, votre disponibilité et l'intérêt que vous avez porté à mon mémoire.

Je remercie mes proches (famille et amis) qui m'entourent au quotidien. Merci de m'avoir accompagnée, encouragée (et parfois supportée !) lors de ces cinq longues années de reconversion professionnelle.

Je remercie Nicolas et Léon pour leur présence réconfortante quotidienne. Vous m'avez donné l'énergie d'aller au bout de cette expérience.

Enfin, je remercie tout particulièrement le "gang" qui a partagé avec moi cette folle aventure qu'a été la reprise d'études. Merci pour tous ces bons moments et ceux à venir. Cela a été une vraie chance de vous rencontrer !

## Table des matières

<b>I Partie théorique</b>	<b>1</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2 Fondements neuro-anatomiques du lien-main bouche</b>	<b>2</b>
2.1. Origine du langage et neurones miroirs	2
2.2. Proximité corticale et mécanismes cérébraux sous-jacents	2
<b>3 Développement oro-moteur et lien main-bouche</b>	<b>3</b>
3.1. Développement oro-moteur de la parole	4
3.2. Influence du développement de la motricité manuelle sur le développement de la parole	5
<b>4 Perspectives cliniques du lien main-bouche</b>	<b>6</b>
4.1. Comorbidité des troubles moteurs et des troubles de la parole	6
4.1.1. Dans le cas de troubles développementaux.	6
4.1.2. Dans le cas de lésions cérébrales.	7
4.2. Le cas de la dyspraxie verbale	8
4.2.1. Définition.	8
4.2.2. Comorbidités.	8
4.3. L'utilisation de la main dans la rééducation de la parole	9
4.3.1. Le geste comme support de la parole.	9
4.3.2. L'utilisation d'indices tactiles.	9
<b>5 Problématique</b>	<b>10</b>
<b>6 Hypothèse théorique</b>	<b>10</b>
<b>II Méthode</b>	<b>11</b>
<b>1 Population</b>	<b>11</b>
<b>2 Matériel</b>	<b>11</b>
2.1. Productions orales	11
2.1.1. Diadococinésies.	12
2.1.2. Échantillon de 25 images.	12
2.1.3. Liste de non-mots.	12
2.2. MBLF 4-8	13

2.3. Entraînements	13
2.3.1. Totemigo.	13
2.3.2. Vidéo.	14
<b>3 Procédure</b>	<b>14</b>
3.1. Pré-test (T0)	14
3.1.1. Diadococinésies.	15
3.1.2. Dénomination d'images.	15
3.1.3. Répétition de non-mots.	15
3.1.4. Reproduction de praxies.	16
3.2. T1 et T2	16
3.2.1. Entraînement manuel.	16
3.2.2. Vidéo.	16
<b>4 Analyse et traitement des données</b>	<b>17</b>
<b>5 Hypothèses opérationnelles</b>	<b>17</b>
<b>III Résultats</b>	<b>18</b>
<b>1 Articulation</b>	<b>18</b>
1.1. Diadococinésies – HO1	18
1.1.1. Enfants TYP.	18
1.1.2. Enfants DV.	19
1.2. Dénomination d'images – HO2	19
1.2.1. Enfants TYP.	19
1.2.2. Enfants DV.	19
1.3. Répétition de non-mots	20
1.3.1. Pourcentage de non-mots corrects – HO3.	20
1.3.1.1. Enfants TYP.	20
1.3.1.2. Enfants DV.	21
1.3.2. Pourcentage de consonnes correctes (PCC) – HO4.	21
1.3.2.1. Enfants TYP.	21
1.3.2.2. Enfants DV.	22
<b>2 Praxies bucco-linguo-faciales – HO5</b>	<b>22</b>
2.1. Enfants TYP	22
2.2. Enfants DV	23

<b>3 Statistiques inter-sujets</b>	<b>23</b>
<b>IV Discussion et conclusion</b>	<b>25</b>
<b>1 Recontextualisation</b>	<b>25</b>
<b>2 Influence de l'entraînement manuel sur l'articulation et les praxies</b>	<b>25</b>
2.1. Impact sur les praxies orales	25
2.2. Des performances articulatoires améliorées	25
<b>3 Hypothèse d'un mécanisme neuronal sous-jacent</b>	<b>26</b>
<b>4 Des effets variables en fonction de la nature de la tâche</b>	<b>27</b>
<b>5 Intérêts pour la pratique clinique de l'orthophonie</b>	<b>28</b>
<b>6 Limites et perspectives de l'étude</b>	<b>29</b>
<b>7 Conclusion</b>	<b>30</b>
<b>V Références</b>	<b>31</b>
<b>VI Annexes</b>	

# I Partie théorique

## 1 Introduction

Chez le nouveau-né, une stimulation de la paume de la main entraîne une rotation de la tête du même côté ainsi qu'une ouverture de la bouche (Futagi et al., 2013). Il s'agit du réflexe de Babkin (ou réflexe palmo-mentonnier) qui est considéré comme le premier lien neurologique visible entre la main et la bouche.

Par la suite, au cours du développement du bébé, les coordinations motrices entre les actions orales et manuelles sont fréquentes et présentes dans un grand nombre de leurs mouvements spontanés (e.g. ils portent leurs mains vers leur visage, atteignent leur bouche et sucent leurs doigts) (Iverson & Thelen, 1999). Par exemple, une activité synchronisée entre ces deux sphères motrices apparaît au moment de l'émergence du babillage redupliqué. En effet, à ce stade, la production de syllabes répétées est très souvent accompagnée de mouvements rythmiques des bras. D'autre part, selon certains auteurs, l'apparition du babillage chez le bébé reposerait en partie sur la maturation de la sphère oro-motrice. En effet, les premiers mouvements mécaniques mandibulaires associés à la vocalisation permettent au bébé de produire ses premières syllabes (Davis & MacNeilage, 2004). Chez l'enfant plus âgé, une coordination entre la main et la parole se retrouve à travers les gestes de pointage qui accompagnent de manière systématique les premières dénominations et les premières combinaisons de mots (Bates & Dick, 2002). Ainsi, l'émergence du langage articulé semble particulièrement liée aux compétences motrices, à la fois orales et manuelles.

Par ailleurs, plusieurs auteurs mettent en avant un lien entre capacités articulatoires et compétences motrices chez des enfants d'âge préscolaire. En effet, les enfants ayant un trouble articulatoire sévère présentent davantage de difficultés motrices, notamment manuelles (attraper/lancer une balle, reproduire des gestes) que les enfants n'ayant pas de trouble (Cermak, Ward, & Ward, 1986; Jenkins & Lohr, 1964). Ainsi, ces différents postulats semblent pouvoir constituer un argument en faveur d'un lien spécifique unissant la motricité manuelle et la motricité oro-faciale.

À travers une littérature récente, nous allons étudier la relation qui unit la main et la bouche d'un point de vue anatomique, développemental et clinique. Nous exposerons ensuite le protocole expérimental ainsi que les résultats de l'étude. Enfin, nous discuterons les résultats afin d'évoquer les apports et les limites de cette étude ainsi que les perspectives pour l'exercice clinique de l'orthophonie.

## **2 Fondements neuro-anatomiques du lien-main bouche**

### **2.1. Origine du langage et neurones miroirs**

Les origines du langage ont largement été étudiées pour tenter de comprendre les différentes étapes de son apparition ainsi que l'implication des différentes zones cérébrales dans son évolution. La théorie gestuelle suggère que le langage a d'abord été une activité manuelle pour ensuite évoluer vers un langage oral articulé. Cette théorie est étayée par la découverte, dans le cerveau des grands singes, de neurones miroirs qui s'activent à la fois lors de la réalisation et de l'observation d'une action manuelle (Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996). Ainsi, les neurones miroirs fournissent un double codage (visuel et moteur) d'une même action et permettent à l'observateur de comprendre les actions d'autrui en utilisant sa propre expérience motrice. Des neurones miroirs ont été découverts dans le cortex prémoteur (zone F5) du cerveau des singes. Cette zone correspond à l'aire de Broca chez l'homme et est impliquée dans la production de la parole. Cette découverte a permis d'envisager l'origine motrice du langage en démontrant que l'aire de Broca a probablement été impliquée dans l'action manuelle avant même d'être impliquée dans la vocalisation (Bates & Dick, 2002; Bernardis, Bello, Pettenati, Stefanini, & Gentilucci, 2008). De ce fait, le langage oral dériverait d'un système plus ancien basé sur la reconnaissance et la réalisation de gestes manuels. Ce système supporterait l'existence d'un lien entre la production de gestes et la production de la parole.

### **2.2. Proximité corticale et mécanismes cérébraux sous-jacents**

Les recherches récentes sur l'organisation cérébrale mettent en évidence des chevauchements partiels entre les zones corticales dédiées à la motricité manuelle et celles dédiées à la motricité orale. En effet, les mains, les bras et l'appareil vocal sont représentés dans des sites voisins au niveau cortical (régions frontales et pariétales) ; ces zones forment un réseau et reçoivent des informations de zones sous-corticales. Ces connexions complexes entre les zones motrices manuelle et orale peuvent commencer à se former dès huit semaines de gestation (Gallagher, Butterworth, Lew, & Cole, 1998). La proximité corticale suggère que ces deux systèmes constituent en réalité un seul système gestuel intégré inné. En effet, lorsqu'une zone corticale est activée, l'activation peut se propager aux zones adjacentes permettant ainsi d'activer les deux systèmes simultanément (Bates & Dick, 2002; Corballis, 2003).

Chez les bébés, près d'un tiers des mouvements des bras atterrissant sur une partie du visage entrent en contact directement avec la bouche (Gallagher et al., 1998). Les chercheurs ont observé que la plupart de ces mouvements main-bouche sont concomitants à une posture ouverte de la bouche. Ce phénomène pourrait s'expliquer par l'existence d'un circuit neuronal (cortex préfrontal, frontal, moteur et structures sous-corticales) responsable du schéma moteur de la coordination main-bouche.

D'autre part, les recherches indiquent que l'activation cérébrale lors de la perception, de l'imitation et de la production spontanée de la parole s'étend à un large réseau neuronal également activé lors de la perception, de l'imitation et de la production spontanée de gestes (Bates & Dick, 2002). En effet, les zones généralement associées aux fonctions motrices (cortex moteur et prémoteur, cervelet) sont aussi activées lors de tâches langagières, notamment lors de tâches de dénomination ou de catégorisation (Iverson & Thelen, 1999). De plus, certaines zones linguistiques (aire de Broca) sont également activées lors d'activités motrices liées aux extrémités du corps et aux zones faciales. Erhard et al. (1996) ont mené une étude auprès d'adultes devant effectuer différentes tâches motrices impliquant la langue, les orteils, les doigts et les mains (tâche de tapping, reproduction de gestes manuels, mouvements de langue). Les auteurs ont observé des activations dans différentes parties de l'aire de Broca lors de la réalisation de chacune des tâches motrices et en particulier pour celles impliquant le mouvement des mains. De plus, une autre étude a proposé à des adultes de reproduire et/ou de planifier des mouvements digitaux. En fonction des groupes, les sujets visualisaient un mouvement et devaient ou non le reproduire. Les chercheurs ont pu mettre en évidence qu'une activation dans l'aire de Broca avait lieu dès lors que les patients visualisaient les mouvements, avant même l'exécution de ceux-ci (Krams, Rushworth, Deiber, Frackowiak, & Passingham, 1998).

Ainsi, ces différentes études étayent l'existence d'un substrat neuronal commun entre les zones cérébrales responsables de la motricité orale et manuelle.

### **3 Développement oro-moteur et lien main-bouche**

Si le lien moteur entre la main et la bouche semble établi au niveau cérébral, les chercheurs se sont également intéressés à la manière dont ce lien se manifeste au cours du développement du jeune enfant.

### 3.1. Développement oro-moteur de la parole

La production de la parole fait intervenir trois niveaux : le niveau respiratoire, le niveau phonatoire et le niveau articulatoire. Les niveaux respiratoire et phonatoire sont les premiers à être contrôlés par le bébé ; ils ont une activité proche de celle de l'adulte dès l'âge de 5 mois (Canault, 2015). Le contrôle articulatoire, quant à lui, s'amorce dès l'apparition des mouvements mandibulaires, mais reste limité jusqu'à l'âge de 12 mois. Les auteurs considèrent qu'à cet âge, les mouvements mandibulaires sont similaires à ceux de l'adulte (Green, Moore, & Reilly, 2002). À partir de ce moment, la langue, les lèvres et le voile du palais commencent à se dissocier de la mandibule afin de participer activement aux productions orales. L'implication de ces organes dans l'articulation et leur maîtrise sur le plan spatial et temporel seront progressives jusqu'à atteindre un niveau adulte autour de 11 ans (Canault, 2015). Même si des affinements peuvent subvenir jusque dans l'adolescence, le contrôle de l'ensemble des articulateurs serait acquis autour de 5 ans et, à cet âge, la parole des enfants serait intelligible à plus de 90% (MacLeod, Sutton, Sylvestre, Thordardottir, & Trudeau, 2014).

Ces recherches vont dans le sens de la théorie du Cadre et du Contenu (Davis & MacNeilage, 2004) qui suggère que l'apparition du babillage redupliqué reposerait en partie sur des contraintes bio-mécaniques universelles. Le Cadre syllabique, qui résulte de l'oscillation mandibulaire (mouvements successifs d'ouverture et de fermeture de la mâchoire), serait le premier à se mettre en place. Le Contenu émergerait par la suite grâce à une dissociation de la mandibule et des différents articulateurs (lèvres, langue, voile du palais) ainsi que par une maîtrise plus fine de ces mêmes organes. Selon cette théorie, le développement précoce de la parole est donc conditionné par la maturation physiologique et la maîtrise progressive des habiletés motrices fines de l'appareil bucco-phonatoire.

Si les compétences oro-motrices sont nécessaires au développement de la parole, elles ne sont cependant pas suffisantes. En effet, de nombreux facteurs sont impliqués dans la maîtrise de la parole ; la maturation du système moteur global, les habiletés de séquençage, les compétences de perception, les capacités cognitivo-linguistiques ainsi que les caractéristiques et les contraintes de la langue maternelle (Dodd & McIntosh, 2010; Gayraud et al., 2018; Kern, 2001; Smith & Zelaznik, 2004).

En français, le système articulatoire des enfants subit des changements importants avant l'âge de 36 mois. Puis la précision des cibles articulatoires augmente progressivement pour se stabiliser autour de 42 mois. À cet âge, les enfants sont

capables de produire la plupart des consonnes en position initiale, médiane et finale d'un mot. Quatre consonnes sont acquises plus tardivement (après 53 mois) : s, z, ʃ, ʒ. La maîtrise totale du système phonétique ne sera atteinte qu'entre 8 et 12 ans (MacLeod, Sutton, Trudeau, & Thordardottir, 2011).

### **3.2. Influence du développement de la motricité manuelle sur le développement de la parole**

Chez le bébé autour de 7 mois, l'apparition du babillage redoublé coïncide avec une augmentation de l'activité motrice rythmique des bras (Iverson, Hall, Nickel, & Wozniak, 2007). Cette simultanéité permet d'évoquer un lien entre ces deux actions motrices. En effet, lorsque le bébé est engagé dans une activité rythmique intense des bras, le niveau d'activation dans le système moteur manuel peut se propager au système moteur oral adjacent et ainsi entraîner la production d'une vocalisation de manière simultanée aux gestes. Selon ce point de vue, le babillage peut donc être considéré comme étant le produit de l'entraînement entre ces deux systèmes moteurs. De plus, lorsqu'il agite les bras, le bébé effectue des actions rythmiquement organisées et soigneusement programmées ; ces mêmes habiletés motrices sont également nécessaires lors de la production de syllabes répétées au moment du babillage redoublé (Iverson, 2010).

D'autre part, chez le petit enfant, la mise en bouche d'objet est un comportement exploratoire qui favorise les productions orales. Au cours du développement, un changement dans la production des consonnes est observé au moment où ce comportement atteint son point culminant (entre 6 et 9 mois). Les mises en bouche d'objets influencent les vocalisations des nourrissons en favorisant des modifications de la fermeture buccale et de la position des articulateurs. Elles participent ainsi au développement de la parole (Fagan & Iverson, 2007).

Il existe également un lien entre la manipulation d'objets et les vocalisations chez les enfants entre 11 et 13 mois. Les études montrent que la taille de l'objet manipulé est directement reliée à l'amplitude de l'ouverture buccale ; plus l'objet est grand, plus l'ouverture de la bouche est grande, donc plus le premier formant (F1) lors de la vocalisation est élevé (Bernardis et al., 2008). Cette étude met en avant un lien direct entre l'ouverture des doigts induite par la manipulation de grands objets et l'ouverture de la bouche. De la même manière, Harold et Barlow (2013) ont montré que la manipulation de grands jouets chez les bébés entraînait plus de vocalisations et de cycles de la mâchoire que la manipulation de jouets de petite taille ou que le jeu social avec un adulte.

Des effets similaires ont été retrouvés lorsque des enfants plus âgés (6 ans) et des adultes observent ou effectuent une action de mise en bouche d'un fruit avant d'émettre une syllabe simple (/ba/) (Gentilucci, Stefanini, Roy, & Santunione, 2004). En effet, des modifications dans la configuration de la cavité buccale (ouverture plus grande des lèvres) ainsi que dans la production de la syllabe (modification de la hauteur) se produisent lors de l'observation et/ou de l'exécution de l'action et ce d'autant plus que le fruit est gros (Gentilucci, Santunione, Roy, & Stefanini, 2004). Par ailleurs, selon une étude basée sur des questionnaires parentaux, les habiletés motrices à la fois manuelles et globales (e.g. lancer une balle, marche) à 1 an et demi seraient prédictives des capacités de communication des enfants à l'âge de 3 ans (e.g. faire des phrases de trois mots, dénomination d'actions) (Wang, Lekhal, Aarø, & Schjølberg, 2014). Ceci permet alors d'évoquer l'impact du développement des compétences motrices sur le développement de la communication et de la parole. Ces différentes recherches étayent l'existence d'une relation spécifique entre la main et la bouche et mettent en avant l'influence de l'activité de la main sur la parole dès la naissance et jusqu'à l'âge adulte.

#### **4 Perspectives cliniques du lien main-bouche**

##### **4.1. Comorbidité des troubles moteurs et des troubles de la parole**

Si le lien main-bouche a été démontré sur le plan développemental, les études mettent également en avant une cooccurrence des troubles moteurs et de parole au sein de différentes pathologies développementales ou acquises, chez l'enfant ou chez l'adulte.

##### ***4.1.1. Dans le cas de troubles développementaux.***

Une étude menée par Bishop (2002) avait pour objectif d'explorer les performances motrices d'enfants présentant des troubles du langage et de la parole. À travers une tâche de tapping et une tâche consistant à déplacer le plus rapidement possible des bâtonnets sur un plateau perforé, l'auteure a pu mettre en évidence la lenteur des enfants présentant un trouble de la parole lors de la réalisation de ces deux tâches. Elle a, ainsi, établi un lien entre de faibles habiletés motrices et un trouble de la parole et a conclu que l'incapacité des enfants présentant un trouble de la parole à produire avec précision des sons serait étroitement liée à une déficience motrice manuelle. D'autre part, les enfants ayant un trouble du développement des sons de la parole (TDSP) présentent également des difficultés lors de tâches nécessitant la motricité manuelle fine telles que la manipulation d'objets, les gestes de préhension, le laçage ou

l'écriture manuelle (Newmeyer et al., 2007; Tükel, Björeljus, Henningsson, McAllister, & Eliasson, 2015). Les auteurs émettent alors l'hypothèse d'une potentielle anomalie cérébrale sous-jacente responsable des difficultés de planification et de traitement des mouvements moteurs retentissant à la fois sur la parole et la motricité manuelle. De la même manière, Dewey (1993) en mettant en avant une cooccurrence de troubles praxiques manuels et oraux chez des enfants présentant des déficits moteurs développementaux évoque l'existence d'un mécanisme neuronal sous-jacent qui serait responsable des perturbations motrices à la fois manuelles et orales.

On observe également un lien entre les capacités motrices orale et manuelle chez les enfants autistes. En effet, les compétences dans ces deux domaines (e.g. empiler des cubes, gonfler les joues) sont, d'une part, plus faibles chez les enfants autistes que chez les enfants tout-venant et, d'autre part, permettent de différencier de manière prédictive les enfants autistes dont le discours oral sera fluent de ceux dont le discours sera non fluent (Gernsbacher, Sauer, Geye, Schweigert, & Hill Goldsmith, 2008).

#### ***4.1.2. Dans le cas de lésions cérébrales.***

Un couplage étroit entre les compétences motrices et de parole est retrouvé chez certaines personnes présentant des lésions cérébrales acquises.

Kimura et Archibald (1974) ont montré que des patients aphasiques ayant une lésion hémisphérique gauche avaient des performances plus faibles dans des tâches nécessitant l'imitation de mouvements de la main que les patients ayant une lésion hémisphérique droite. De la même manière, les patients avec une lésion gauche sont plus en difficulté que ceux ayant une lésion droite pour la production de gestes familiers ainsi que pour les tâches nécessitant l'utilisation d'objets quotidiens. Les auteurs font alors l'hypothèse d'une atteinte plus générale au niveau du séquençage moteur ayant une répercussion sur la production de gestes et la production de parole. D'autre part, une étude a montré que la production de gestes peut améliorer la communication orale de certains patients aphasiques ayant une lésion hémisphérique gauche. En effet, dans une tâche de dénomination, le fait de pointer une image de la main droite (activation fonctionnelle du bras droit) semble améliorer considérablement les performances des sujets comparativement à un pointage de la main gauche et au fait de serrer le poing (Hanlon, Brown, & Gerstman, 1990). Ainsi, le mouvement du bras droit semble pouvoir faciliter l'activation dans le cerveau des zones de l'hémisphère gauche impliquées dans les tâches de dénomination.

Ainsi, les liens existants entre les gestes et la parole au sein de différentes pathologies interrogent la possibilité de stimuler la main pour agir sur la production de la parole.

## **4.2. Le cas de la dyspraxie verbale**

En étant fréquemment associée à des troubles de la motricité manuelle, la dyspraxie verbale est une pathologie motrice de la parole qui permet, une nouvelle fois, de faire le lien entre motricité manuelle et motricité orale.

### **4.2.1. Définition.**

Selon une classification récente, la dyspraxie verbale (*childhood apraxia of speech*) fait partie des troubles du développement des sons de la parole (TDSP) (Bishop et al., 2017). Il s'agit d'un trouble neurologique sensori-moteur qui affecte la planification et la programmation des mouvements mis en jeu dans la production des sons de la parole. Le déficit principal dans la dyspraxie verbale est la mauvaise transposition des représentations linguistiques en mouvements articulatoires. Ce déficit de transcodage se traduit par une altération de la précision des mouvements articulatoires (Charron & MacLeod, 2010; Quémart, MacLeod, & Maillart, 2015; Shriberg, Lohmeier, Strand, & Jakielski, 2012). La dyspraxie verbale s'exprime chez l'enfant par une grande inintelligibilité, des erreurs importantes dans les productions des sons et des syllabes ainsi que par des difficultés prosodiques (ASHA, 2007; Charron, 2015a, 2015b).

### **4.2.2. Comorbidités.**

La dyspraxie verbale est fréquemment associée à d'autres atteintes qu'elles soient langagières ou motrices. Par exemple, des troubles du langage sont retrouvés chez plus de 80% des enfants dyspraxiques verbaux (Iuzzini-Seigel & Murray, 2017).

Au niveau de la motricité fine, les enfants dyspraxiques verbaux présentent de plus faibles résultats que des enfants ayant un trouble de la parole et du langage dans des tâches nécessitant une bonne dextérité manuelle (assemblage de cubes). Ils présentent également des faiblesses dans des tâches nécessitant des capacités de planification motrice (pliage de papier ou arrangement de blocs). Ces résultats suggèrent une dyspraxie motrice plus générale chez ces enfants (Lewis, Freebairn, Hansen, Iyengar, & Taylor, 2004; Parisse & Maillart, 2010).

Des difficultés sont également observées au niveau des praxies bucco-linguo-faciales, notamment au niveau de la mastication ou de la réalisation, sur commande, de mouvements oro-faciaux. La dyspraxie verbale peut ainsi être accompagnée d'une dyspraxie bucco-faciale (Love, 2000 cité par Charron & MacLeod, 2010).

Les enfants dyspraxiques verbaux présentent donc des difficultés au niveau de la motricité orale, mais également au niveau des capacités motrices plus globales, notamment manuelles. Ainsi, la description de la dyspraxie verbale et de ses comorbidités étaye l'existence d'un lien unissant les compétences motrices orales et manuelles.

### **4.3. L'utilisation de la main dans la rééducation de la parole**

En s'appuyant sur ces différents postulats, certaines méthodes de rééducation de la parole suggèrent l'utilisation de la main et/ou des gestes manuels dans leur protocole.

#### **4.3.1. Le geste comme support de la parole.**

La Dynamique Naturelle de la Parole (DNP) est une approche pluri-sensorielle de rééducation de la parole qui met en jeu les mouvements manuels, mais également le corps dans sa globalité. Cette méthode propose l'agrandissement et la transposition au corps entier des micro-mouvements réalisés par le système articulaire. Ainsi, les mouvements réalisés par le corps et par les mains prennent en compte l'ouverture ou la fermeture de la bouche, la tension ou le relâchement (opposition sourde/sonore), la brièveté ou la longueur des sons. Ces mouvements corporels, en plus d'aider à la perception des sons, d'entraîner l'émission de sons de la parole et de favoriser la mémorisation, permettent de faciliter le placement et le mouvement des articulateurs. (Coquet & Ferrand, 2004; Ferté, 2007; Fumex & Ferté, 2011).

De la même manière, la méthode phonétique et gestuelle élaborée par Suzanne Borel-Maisonny suggère l'utilisation de gestes manuels pour appuyer la parole et étayer l'articulation. À chaque phonème correspond un geste qui fournit des indices visuels et kinesthésiques sur la production articulaire du son correspondant. Cette méthode, utilisée aussi bien par les orthophonistes que les enseignants, aide au séquençage de la parole, permet aux enfants de percevoir les différences entre certains sons et de préciser leur articulation (Silvestre de Sacy, 2016).

En mettant l'accent sur certaines caractéristiques articulatoires des sons, les gestes fournissent un triple codage de l'information (auditif, visuel et moteur). Ce codage multimodal permet un renforcement de la perception et de la mémorisation des sons de la parole (Tellier, 2010). Ainsi, le corps et plus particulièrement les mains semblent pouvoir être des atouts intéressants pour penser la rééducation des troubles de la parole.

#### **4.3.2. L'utilisation d'indices tactiles.**

Des méthodes se sont intéressées à la mise en place d'indices tactiles pour faciliter la production orale des patients présentant un trouble des sons de la parole.

C'est le cas de la méthode PROMPT (*Restructuring Oral Muscular Phonetic Targets*) qui est une approche proposant l'utilisation d'indices tactiles-kinesthésiques-proprioceptifs (TKP). Fournis par le thérapeute, ces indices permettent de guider physiquement l'enfant et de l'aider à positionner son corps et sa musculature oro-faciale pour une production correcte des sons de la parole (Hayden, 2006).

La méthode Tadoma, initialement conçue pour les patients atteints de surdi-cécité, utilise également la main afin d'avoir une perception tactile et proprioceptive de la parole dans le but d'en faciliter sa production. En plaçant ses mains sur le visage du thérapeute, le patient récupère les informations motrices nécessaires à la production de la parole (position des lèvres, souffle, mouvements de la mandibule, pression intra-orale) dans le but de les transférer ensuite à son propre visage. (Reed et al., 1985; Troille & Cathiard, 2014).

Les indices multimodaux (auditifs, gestuels, visuels, tactiles) permettent aux patients d'organiser leur parole au niveau moteur, d'améliorer leur articulation et de gagner en intelligibilité. Actuellement, l'utilisation de ces indices est préconisée pour la rééducation des troubles moteurs de la parole notamment pour la dyspraxie verbale (ASHA, 2007; Dale & Hayden, 2013; McCabe, Murray, & Thomas, 2018).

## **5 Problématique**

Si la littérature présente de nombreux arguments en faveur d'un lien anatomique et fonctionnel entre la main et la bouche, la mise en œuvre de ce lien dans la rééducation des troubles oro-moteurs est encore peu fréquente et les études à ce sujet sont peu nombreuses. De plus, peu d'informations sont disponibles concernant les enfants d'âge préscolaire et la manière dont la motricité manuelle peut impacter leur articulation. Ainsi, la problématique de ce mémoire est d'étudier le lien entre la motricité manuelle et la motricité oro-faciale chez les enfants. Plus précisément, il s'agit de mesurer l'influence qu'aurait une activité motrice manuelle sur les capacités articulatoires d'enfants tout-venant d'âge préscolaire et d'enfants présentant une dyspraxie verbale.

## **6 Hypothèse théorique**

En nous appuyant sur une littérature récente, nous émettons l'hypothèse théorique suivante : les productions orales à la fois verbales et non verbales des enfants tout-venant et dyspraxiques verbaux devraient être améliorées lorsque la tâche de production est précédée par une activité mettant en jeu la motricité manuelle.

## II Méthode

### 1 Population

Cette étude est construite autour de deux échantillons : un échantillon d'enfants tout-venant (TYP) et un échantillon d'enfants suivis en orthophonie et ayant reçu un diagnostic de dyspraxie verbale (DV). Les critères d'inclusion pour le recrutement des enfants TYP étaient : une absence de suivi orthophonique actuel ou antérieur, une naissance en 2013, une latéralité à droite, une absence de difficultés motrices connues. Les critères d'inclusion pour le recrutement des enfants DV étaient : un diagnostic de dyspraxie verbale, un âge minimal de 5 ans, une absence de difficultés motrices connues, une absence de trouble neurologique, une latéralité à droite.

Vingt enfants TYP ont été recrutés au sein d'une école privée de la région lyonnaise. Quatre enfants DV ont été recrutés chez différentes orthophonistes de la région lyonnaise via une annonce diffusée dans les réseaux professionnels (cf. Annexe A).

Les enfants TYP étaient scolarisés en classe de grande section de maternelle (GSM) et étaient âgés de 5 ans à 5 ans 10 mois au moment de l'étude. Deux groupes de 10 enfants appariés en âge et sexe ont été constitués, les caractéristiques de ces groupes sont rappelées dans le Tableau 1. Les enfants DV étaient âgés de 6 ans 6 mois à 8 ans 3 mois au moment de l'étude (Tableau 2).

**Tableau 1 : Récapitulatif de la cohorte d'enfants tout-venant**

	Nombre filles	Nombre garçons	Âge minimum	Âge maximum	Âge moyen	Écart-type
Groupe 1	6	4	5 ans (60 mois)	5 ans 10 m (70 mois)	5 ans 5 m (65 mois)	3,44 mois
Groupe 2	6	4	5 ans (60 mois)	5 ans 10 m (70 mois)	5 ans 5 m (65 mois)	3,67 mois

**Tableau 2 : Récapitulatif de la cohorte d'enfants dyspraxiques verbaux**

	Sexe	Âge		Sexe	Âge
<b>DV1</b>	M	8 ans 5 mois	<b>DV3</b>	M	7 ans 3 mois
<b>DV2</b>	F	6 ans 11 mois	<b>DV4</b>	M	6 ans 8 mois

### 2 Matériel

#### 2.1. Productions orales

Plusieurs supports ont été utilisés afin de recueillir les productions orales des enfants. Leurs productions ont été enregistrées à l'aide d'un enregistreur numérique avec un microphone intégré (Zoom H1).

### **2.1.1. Diadococinésies.**

Les diadococinésies consistent à produire un maximum de fois la séquence /pataka/ pendant une durée de 10 secondes. Cette épreuve permet de tester la planification motrice des enfants ainsi que leur capacité à enchaîner rapidement des syllabes ayant des lieux articulatoires différents (Icht & Ben-David, 2014).

### **2.1.2. Échantillon de 25 images.**

Un échantillon de 25 images dessinées par une illustratrice (afin d'avoir une unité graphique) a été créé (cf. Annexe B). Chaque image devait représenter un élément dénommable par un enfant de 5 ans. Nous avons sélectionné les items à partir de la liste de mots établie pour l'ESPP (Évaluation sommaire de la phonologie chez les enfants d'âge préscolaire, MacLeod et al., 2014). À l'aide de la base de données Lexique (New, Pallier, Ferrand, & Matos, 2001), nous avons conservé les items les plus fréquents et nous avons ajouté des items plus longs (3, 4 et 5 syllabes). Les items contiennent toutes les consonnes du français et, si possible, dans différentes positions au sein du mot (initiale, médiane, finale). Les mots à dénommer comprenaient entre 1 et 5 syllabes ayant des structures simple (CV) ou complexe (CVC, CCV). Les items de la liste avaient un indice de complexité phonétique (IPC) allant de 1 à 16. L'IPC du mot est directement relié à la planification motrice de sa production orale (Jakielski, 2000). Plus l'IPC est élevé, plus il faut fournir un effort articulatoire important pour produire le mot (Lee, Gambette, & Barkat-Defradas, 2014). L'IPC est ainsi calculé à partir de différents paramètres : (a) le lieu d'articulation de la consonne (un point pour chaque consonne dorsale), (b) le mode d'articulation de la consonne (un point pour chaque consonne fricative ou liquide), (c) la classe de la voyelle (critère non pertinent en français), (d) la fin du mot (un point si présence d'une consonne en fin de mot), (e) la longueur du mot (un point si le mot comporte trois syllabes ou plus), (f) la variation du lieu d'articulation des consonnes isolées (un point si les consonnes isolées ont des lieux d'articulation différents), (g) la présence de groupes consonantiques (un point pour chaque groupe consonantique), (h) la présence de groupes consonantiques hétéro-organiques (i.e. lorsque les consonnes ont des lieux d'articulation éloignés, e.g. /truc/) (un point pour chaque groupe consonantique hétéro-organique).

### **2.1.3. Liste de non-mots.**

Une liste de 60 non-mots a été adaptée du test LITMUS (*Language Impairment Testing in Multilingual Settings*) (dos Santos & Ferré, 2018). Les items de la liste LITMUS

comportent un nombre fermé de sons : [i], [a] et [u] pour les voyelles, [p], [k], [f], [s], et [l] pour les consonnes et comprennent entre 1 et 3 syllabes afin de limiter l'influence de la mémoire de travail sur la réalisation de la tâche. Il s'agit d'une liste de non-mots de complexité variable. Afin que cette épreuve ne soit pas plafonnée chez les enfants tout-venant, nous avons sélectionné les items de moyenne et haute complexité auxquels nous avons ajouté une quinzaine d'items. Pour générer les items supplémentaires, nous avons alors ajouté au panel des consonnes, les sons [t] et [ʃ] afin de pouvoir créer des groupes consonantiques différents. Afin d'induire des mouvements articulatoires rapides dans les productions orales, nous avons veillé à inclure des groupes consonantiques hétéro-organiques. Nous avons également ajouté des clusters de trois consonnes ([kʃt]) en position initiale ([kslʃlʌp]) et médiane ([sʃpli]). Les non-mots avaient un IPC allant de 4 à 14. La liste est disponible en Annexe C. Les non-mots avaient été enregistrés en chambre anéchoïque par l'examinatrice.

## **2.2. MBLF 4-8**

La batterie informatisée MBLF 4-8 (Gatignol, Robert-Jahier, & Martel, 2013) permet l'évaluation de la motricité bucco-linguo-faciale. Elle est constituée de 36 mouvements (cf. Annexe D) évaluant la motricité des lèvres, des joues, de la mandibule, de la langue et du voile du palais. Ces mouvements sont présentés via des photographies ou des courtes séquences vidéo (e.g. passer l'air d'une joue à l'autre).

## **2.3. Entraînements**

### **2.3.1. Totemigo.**

Totemigo est un outil évolutif créé par la société Axolotech destiné à accompagner les enfants dans diverses tâches d'apprentissage. C'est un objet ludique composé de modules hexagonaux articulés (blocs) sur lesquels des vignettes peuvent être insérées (images, lettres, chiffres, symboles...) afin de travailler différentes notions (cf. Annexe E). Les blocs sont ensuite assemblés et manipulés par les enfants via des mouvements de rotation afin de faire correspondre les différentes faces.

Nous avons utilisé cet outil dans le cadre d'une activité manuelle proposée aux enfants. Nous avons ainsi élaboré cinq scénarios différents nécessitant l'utilisation de deux, trois ou quatre blocs Totemigo. Nous nous sommes attachées à proposer des scénarios ludiques favorisant la manipulation (mouvement d'emboîtement et de rotation des blocs) et sans coût cognitif important. Successivement, les enfants étaient amenés à : (a) emboîter des blocs de même couleur ; (b) faire correspondre des

formes sur un critère commun ; (c) aligner des images identiques ; (d) reconstituer des animaux dont le corps et la tête étaient séparés et (e) faire pivoter les blocs un nombre précis de fois afin de dénommer l'image qui se trouvait face à un repère. Les cinq exercices étaient systématiquement proposés dans cet ordre et leur réalisation durait une dizaine de minutes. Les scénarios sont présentés et détaillés en Annexe F.

### **2.3.2. Vidéo.**

Une courte vidéo (3 minutes) mettant en scène un petit garçon, nommé Caillou, apprenant à nager a été diffusée aux participants. Cette vidéo est disponible sur une plateforme internet d'hébergement de vidéos ([www.youtube.com/watch?v=aKnDUDBSKNG](http://www.youtube.com/watch?v=aKnDUDBSKNG)).

## **3 Procédure**

Avant de commencer le protocole, nous avons proposé à tous les enfants le test phonétique de la batterie Evalo 2-6 (Coquet & Roustit, 2009) afin de nous assurer qu'ils ne présentaient pas de trouble articulatoire (déformations phonétiques constantes de certains phonèmes, Quémart et al., 2015). Chez un petit nombre d'enfants, nous avons pu observer quelques distorsions sur les phonèmes /s/, /ʃ/ et /ʒ/ (sigmatismes) révélant une articulation encore un peu immature, mais sans que cela ne puisse être considéré comme un trouble articulatoire (Rondal, 1979). Chez les enfants présentant une dyspraxie verbale les groupes consonantiques pouvaient être altérés, ce qui est à mettre directement en relation avec leur pathologie.

La passation du protocole s'est déroulée en trois temps (T0, T1, T2) ; chaque enfant a donc été vu trois fois avec un minimum de 15 jours entre chacune des séances. Pour les enfants tout-venant, les séances se sont déroulées au sein de leur école dans une pièce calme et isolée de la classe. Pour les enfants dyspraxiques verbaux, les séances ont eu lieu à leur domicile ou au cabinet de l'orthophoniste qui les suivait. Dans tous les cas, l'enfant était en situation d'interaction avec l'examinatrice.

Afin de mesurer l'impact de la motricité manuelle sur l'articulation et la motricité bucco-linguo-faciale de l'enfant, chaque participant a été soumis à deux types d'activités à T1 et à T2 : un entraînement manuel (Totemigo) et un visionnage de vidéo au cours duquel l'enfant ne manipulait aucun objet. Ce plan expérimental croisé permet de comparer l'enfant à lui-même et de contrôler l'effet d'apprentissage sur la progression des enfants.

### **3.1. Pré-test (T0)**

La première séance (T0) était identique pour tous les enfants. Elle était consacrée au pré-test (pas d'entraînement), les épreuves du protocole ont été proposées aux

enfants dans l'ordre suivant : diadococinésies, dénomination d'images, répétition de non-mots, reproduction de praxies.

### **3.1.1. Diadococinésies.**

La consigne était la suivante : « L'exercice, c'est de dire /pataka/ le plus vite possible et le mieux possible, plusieurs fois pendant 10 secondes. Tu commences quand je te dis "partez" et tu répètes /pataka/ jusqu'à ce que je te dise "stop" ». Nous nous étions assurées à l'avance que l'enfant était capable de produire de manière isolée les trois syllabes. L'enfant bénéficiait d'un court entraînement.

### **3.1.2. Dénomination d'images.**

L'échantillon de 25 images a été utilisé dans cette tâche de dénomination. À partir de ces images, trois listes aléatoires ont été générées (pour chacun des trois temps du protocole) afin que les productions des enfants ne soient pas influencées par la place du mot dans la liste. Les images, imprimées sur des cartes de format A6 (105x148 mm), étaient présentées aux enfants l'une après l'autre. La consigne était la suivante : « Je vais te montrer des images une à une et je vais te demander de dire le nom des choses que tu vois ». Afin de pouvoir évaluer la production articulatoire des enfants et non leur connaissance ou reconnaissance de l'image, l'ensemble des 25 images avait été présenté et dénommé une première fois et les mots non connus de l'enfant lui avaient été proposés. De cette manière, lors de la passation de l'épreuve, les enfants étaient en mesure de dénommer la totalité des mots. Malgré tout, si le mot n'était pas retrouvé par l'enfant, nous lui proposons une définition, puis une ébauche phonémique. Si le mot n'était pas retrouvé à l'issue de ces indices, nous disions le mot à l'enfant qui le produisait alors en répétition.

### **3.1.3. Répétition de non-mots.**

À partir de la liste de non-mots créée, cette épreuve consistait en la répétition de séquences d'une ou plusieurs syllabes sans signification. La répétition de non-mots nous renseigne sur le contrôle moteur de la parole et permet d'évaluer, entre autres, la programmation motrice de l'enfant. En effet, la production d'un mot nouveau nécessite l'assemblage de gestes oraux dans une configuration jamais rencontrée auparavant ainsi que la coordination des différents articulateurs. (Kent, 2000; Krishnan et al., 2013). L'enfant écoutait les non-mots qui lui étaient proposés via un casque audio (Beats Solo), il n'était pas face à l'écran de l'ordinateur. La consigne était la suivante : « L'ordinateur va te dire de drôles de mots qui n'existent pas, tu les écoutes bien et tu

les répètes comme tu les entends ». Les non-mots étaient présentés une fois chacun et l'enfant disposait d'un seul essai pour la répétition. Trois listes aléatoires ont été créées afin que les productions des enfants ne soient pas influencées par la place du non-mot dans la liste.

### **3.1.4. Reproduction de praxies.**

L'enfant était placé face à l'écran d'ordinateur où étaient présentés les mouvements. L'examinatrice donnait les consignes à l'oral et l'enfant reproduisait le mouvement demandé. Il ne disposait que d'un essai.

### **3.2. T1 et T2**

À T1, le groupe 1 + DV2 et DV4 commençaient par le visionnage de la vidéo et le groupe 2 + DV1 et DV3 commençaient par l'entraînement manuel (Totemigo). Les activités étaient inversées à T2 (Tableau 3). Les épreuves du protocole étaient ensuite proposées dans le même ordre que lors du pré-test (T0).

Afin de faciliter la lecture de la suite de ce travail, le groupe 1 sera désormais nommé groupe Vito (vidéo à T1 puis Totemigo à T2) et le groupe 2 sera désormais nommé groupe Tovi (Totemigo à T1 puis vidéo à T2).

**Tableau 3 : Organisation des séances en fonction des groupes**

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Groupe Vito DV2 + DV4</b>	Pré-test	Vidéo + test	Entraînement manuel + test
<b>Groupe Tovi DV1 + DV3</b>	Pré-test	Entraînement manuel + test	Vidéo + test

#### **3.2.1. Entraînement manuel.**

Lors de l'entraînement manuel, les blocs correspondant à l'exercice étaient disposés devant l'enfant, puis la consigne était donnée à l'oral. Les vignettes (images, formes, couleurs) étaient dénommées préalablement afin que l'enfant et l'examinatrice se mettent d'accord sur les termes employés. Avant chaque exercice, deux exemples étaient prévus afin de s'assurer de la bonne compréhension de la consigne. Il était précisé aux enfants que l'objectif n'était pas d'aller vite mais de bien respecter la consigne. Le détail des consignes est disponible en Annexe F.

#### **3.2.2. Vidéo.**

Avant le visionnage de la vidéo, l'examinatrice présentait le personnage et le sujet de l'histoire. À l'issue du visionnage, elle demandait à l'enfant si la vidéo lui avait plu.

#### 4 Analyse et traitement des données

Pour l'épreuve de diadococinésies, la cotation a consisté à accorder un point à chaque fois que la série complète /pataka/ était produite dans les 10 secondes. Cette mesure nous a permis de calculer un nombre de syllabes correctes par seconde.

Pour les épreuves de dénomination et de répétition de non-mots, les items correctement produits ont d'abord été recensés afin d'obtenir un pourcentage de mots/non-mots corrects. À partir des productions et grâce à un tableur Excel, un pourcentage de consonne correctes (PCC) a été calculé. Le PCC est une mesure de précision de la production des consonnes, elle permet de mesurer l'intelligibilité de l'enfant (Maillart, 2012; Shriberg & Kwiatkowski, 1982). La mesure utilisée dans le cadre de ce mémoire est la suivante : nombre de consonnes correctement produites par l'enfant / nombre de consonnes produites par l'enfant (y compris les erreurs) + nombre de consonnes omises x 100 (e.g. [klusp] produit [klup] =  $3/(3+1) \times 100$  ; PCC = 75%).

Pour l'épreuve de praxies, la cotation a été effectuée via le logiciel ; 2 points étaient attribués si le mouvement était parfaitement réalisé, 1 point était attribué si le mouvement était ébauché et 0 point était attribué si le mouvement était échoué. Les enfants pouvaient obtenir un maximum de 72 points. Grâce à une collègue de promotion, une double cotation a pu être réalisée lors de cinq passations afin de s'assurer de la justesse de notre notation. Les deux cotations étaient identiques à plus de 97%.

#### 5 Hypothèses opérationnelles

**Tableau 4 : Hypothèses opérationnelles selon les épreuves**

<b>Hypothèse opérationnelle pour l'épreuve de diadococinésies</b>	
HO1	Les enfants TYP et DV produiront un plus grand nombre de syllabes par seconde après l'entraînement manuel (Totemigo) plutôt qu'après le visionnage de la vidéo.
<b>Hypothèse opérationnelle pour l'épreuve de dénomination d'images</b>	
HO2	Les enfants TYP et DV produiront un plus grand nombre de mots corrects après l'entraînement manuel (Totemigo) plutôt qu'après le visionnage de la vidéo.
<b>Hypothèses opérationnelles pour l'épreuve de répétition de non-mots</b>	
HO3	Les enfants TYP et DV produiront un plus grand nombre de non-mots corrects après l'entraînement manuel (Totemigo) plutôt qu'après le visionnage de la vidéo.
HO4	Le PCC des enfants TYP et DV sera plus important après l'entraînement manuel (Totemigo) plutôt qu'après le visionnage de la vidéo.
<b>Hypothèse opérationnelle pour l'épreuve de reproduction de praxies</b>	
HO5	Les enfants TYP et DV auront un score plus élevé à l'épreuve de praxies après l'entraînement manuel (Totemigo) plutôt qu'après le visionnage de la vidéo.

### III Résultats

Les résultats sont présentés selon les deux grands domaines évalués : l'articulation et la motricité bucco-linguo-faciale. À l'intérieur de ces domaines, les résultats de chaque épreuve sont présentés successivement en reprenant d'abord les résultats des enfants TYP, puis ceux des enfants DV. Pour comparer les résultats des enfants TYP à chaque temps de l'étude, des tests statistiques de Wilcoxon ont été appliqués à chaque variable dépendante (VD) (intra-sujets). Le faible nombre de sujets et l'hétérogénéité des profils des enfants DV ne nous permettent pas d'appliquer des tests statistiques aux résultats obtenus ; nous avons donc procédé à des statistiques descriptives. Enfin, pour comparer le groupe Vito au groupe Tovi lors de T0, T1 et T2, nous avons appliqué un test de Mann-Whitney à chaque VD (inter-sujets). Les résultats significatifs seront signalés par un astérisque sur les courbes des graphiques et ceux proches du seuil de significativité seront signalés par (\*).

Pour rappel, le groupe Vito a visionné la vidéo à T1, puis a réalisé l'entraînement manuel (Totemigo) à T2 et le groupe Tovi a réalisé l'entraînement manuel (Totemigo) à T1 et visionné la vidéo à T2.

#### 1 Articulation

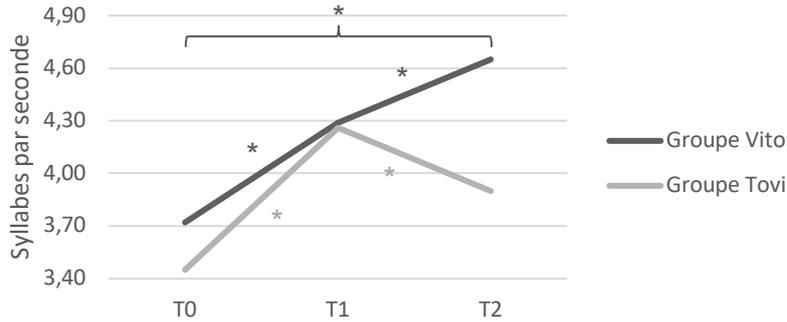
##### 1.1. Diadococinésies – HO1

###### 1.1.1. Enfants TYP.

Les enfants du groupe Vito produisent plus de syllabes par seconde à T2 (Totemigo) (M=4,65, ET=0,38) qu'à T1 (vidéo) (M=4,29, ET=0,45) et qu'à T0 (M=3,72, ET=0,21). Les analyses statistiques mettent en évidence une augmentation significative du nombre de syllabes par seconde entre T1 et T2 (U=45, p=0.004) ainsi qu'entre T0 et T2 (U=55, p=0.003). Cependant, une augmentation significative du nombre de syllabes par seconde a également lieu entre T0 et T1 (vidéo) (U=28, p=0.022).

Les enfants du groupe Tovi produisent plus de syllabes par seconde à T1 (Totemigo) (M=4,26, ET=0,44), qu'à T0 (M=3,45, ET=0,57) et qu'à T2 (vidéo) (M=3,90, ET=0,51). Les analyses statistiques indiquent une augmentation significative du nombre de syllabes par seconde entre T0 et T1 (U=55, p=0.003) ainsi qu'une diminution significative du nombre de syllabes par seconde entre T1 et T2 (U=37.50, p=0.041). L'augmentation entre T0 et T2 n'est pas significative (U=5, p=0.078).

Ces résultats sont illustrés par la Figure 1 et le détail des scores des enfants est disponible en Annexe G (Tableau 5).

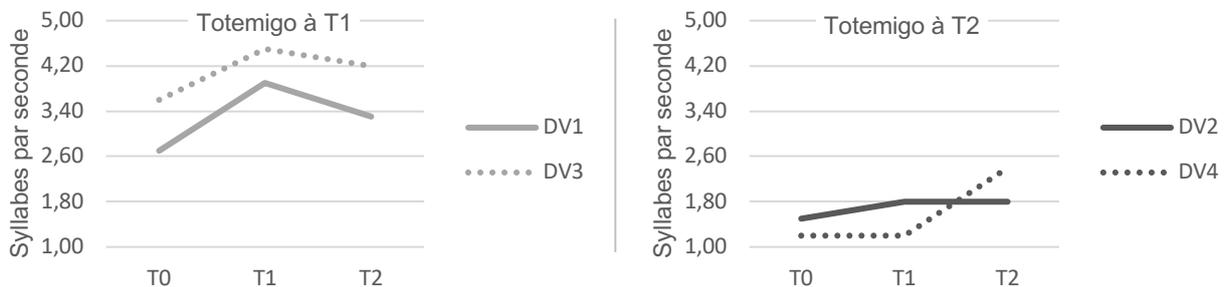


**Figure 1 : Nombre de syllabes par seconde – Enfants TYP**

**1.1.2. Enfants DV.**

Bien que très disparates, les résultats des enfants DV (Figure 2) suivent la progression des enfant TYP. DV1 et DV3 produisent un nombre plus important de syllabes par seconde à T1 (Totemigo) (DV1=3,9, DV3=4,5) qu'à T2 (Vidéo) (DV1=3,3, DV3=4,2) et qu'à T0 (DV1=2,7, DV3=3,6). DV4 produit le même nombre de syllabes à T0 et à T1 (vidéo) (score=1,2) et double son score à T2 (Totemigo) (score=2,4). Les scores de DV2 varient peu ; l'entraînement manuel ne lui permet pas de produire plus de syllabes par seconde que le visionnage de la vidéo (score=1,8).

Les résultats sont repris en Annexe G (Tableau 6).



**Figure 2 : Nombre de syllabes par seconde – Enfants DV**

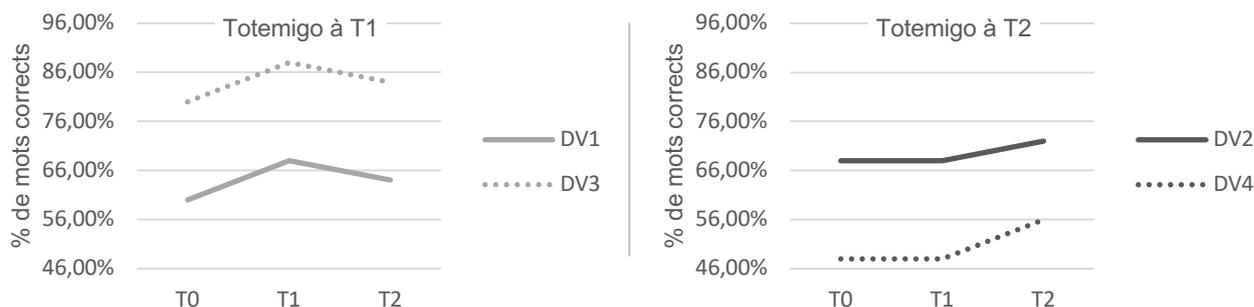
**1.2. Dénomination d'images – HO2**

**1.2.1. Enfants TYP.**

Cette épreuve a été plafonnée par les enfants TYP qui l'ont tous très bien réussie lors des trois temps du protocole. Les résultats ne sont donc pas interprétables.

**1.2.2. Enfants DV.**

Les scores de DV1 et DV3 augmentent entre T0 (DV1=60%, DV3=80%) et T1 (Totemigo) (DV1=68%, DV3=88%) et diminuent entre T1 et T2 (vidéo) (DV1=64%, DV3=84%). Les enfants DV2 et DV4 produisent le même nombre de mots corrects à T0 et à T1 (vidéo) (DV2=68%, DV4=48%) et augmentent leur score entre T1 et T2 (Totemigo) (DV2=72%, DV4=56%) (Figure 3).



**Figure 3 : Pourcentage de mots corrects – Enfants DV**

### 1.3. Répétition de non-mots

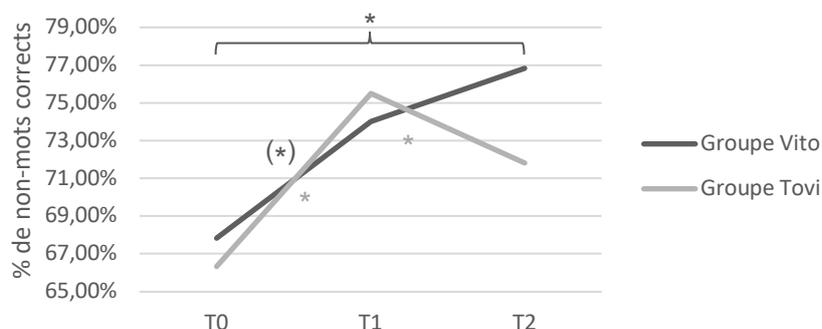
#### 1.3.1. Pourcentage de non-mots corrects – HO3.

##### 1.3.1.1. Enfants TYP.

Les enfants du groupe Vito produisent en moyenne 67,83% (M=39,7, ET=6,90) de non-mots corrects à T0, 74,00% (M=44,4, ET=7,86) à T1 (vidéo) et 76,83% (M=46,1, ET=6,10) à T2 (Totemigo) (Figure 4). Les tests statistiques indiquent que l'augmentation du nombre de non-mots corrects entre T0 et T1 est proche de la significativité (U=47, p=0.052) et que l'augmentation entre T1 (vidéo) et T2 (Totemigo) est non significative (U=34.5, p=0.084). Cependant l'augmentation du nombre de non-mots corrects est significative entre T0 et T2 (Totemigo) (U=45, p=0.004).

Les enfants du groupe Tovi produisent en moyenne 66,33% (M=40,7, ET=5,18) de non-mots corrects à T0, 75,50% (M=45,3, ET=3,23) à T1 (Totemigo) et 71,83% (M=43,1, ET=3,81) à T2 (vidéo). Les tests statistiques mettent en évidence une augmentation significative entre T0 et T1 (Totemigo) (U=52, p=0.007) ainsi qu'une diminution significative entre T1 (Totemigo) et T2 (Vidéo) (U=40, p=0.022). En revanche, la différence observée entre T0 et T2 (Totemigo) n'est pas significative (U=10, p=0.155).

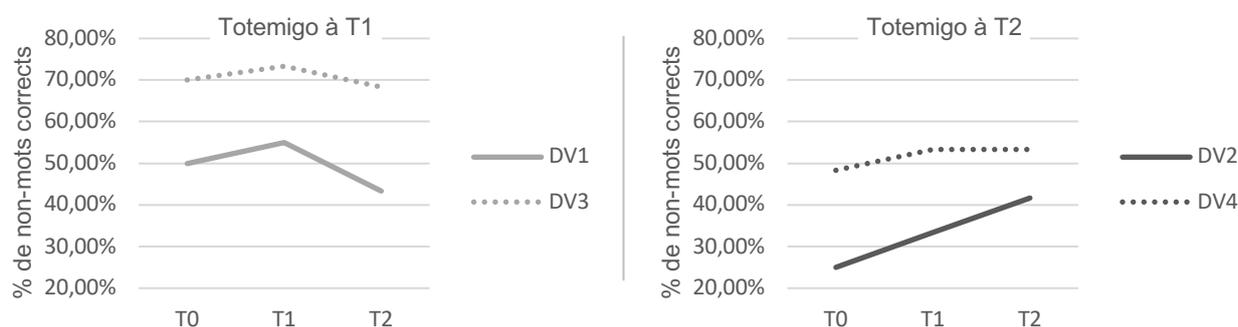
Les scores détaillés des enfants sont disponibles en Annexe H (Tableau 7).



**Figure 4 : Pourcentage de non-mots corrects – Enfants TYP**

### 1.3.1.2. Enfants DV.

La progression des enfants DV suit celle des enfants TYP (Figure 5). DV1 et DV3 obtiennent un pourcentage de non-mots corrects plus important après l'entraînement manuel (T1) (DV1=55%, DV3=73,33%) par rapport au visionnage de la vidéo (T2) (DV1=43,33%, DV3=68,33%) et au pré-test (T0) (DV1=50%, DV3=70%). DV2 augmente régulièrement son score entre le pré-test (T0=25%), le visionnage de la vidéo (T1=33,33%) et l'activité manuelle (T2=41,67%). DV4 progresse entre T0 (48,33%) et T1 (vidéo=53,33%), mais l'entraînement manuel ne lui permet pas d'augmenter son score (T2=53,33%). Les scores sont rappelés en Annexe H (Tableau 8).



**Figure 5 : Pourcentage de non-mots corrects – Enfants DV**

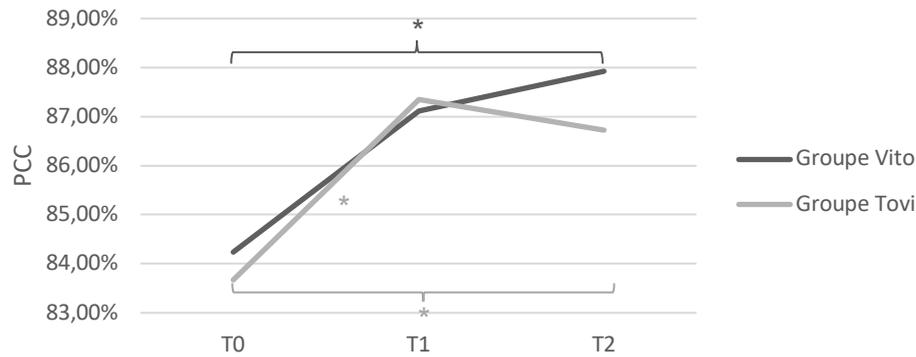
### 1.3.2. Pourcentage de consonnes correctes (PCC) – HO4.

#### 1.3.2.1. Enfants TYP.

Les enfants du groupe Vito obtiennent un PCC de 84,24% à T0, 87,12% à T1 (vidéo) et 87,93% à T2 (Totemigo) (Figure 6). Les analyses statistiques mettent en avant une augmentation significative du PCC entre T0 et T2 (Totemigo) ( $U=40.5$ ,  $p=0.019$ ) et une augmentation non significative entre T1 (vidéo) et T2 (Totemigo) ( $U=22$ ,  $p=0.312$ ) ainsi qu'entre T0 et T1 ( $U=36$ ,  $p=0.123$ ).

Le PCC des enfants du groupe Tovi augmente significativement entre T0 (83,67%) et T1 (Totemigo=87,35%) ( $U=51$ ,  $p=0.009$ ) ainsi qu'entre T0 et T2 (vidéo=86,73%) ( $U=41$ ,  $p=0.032$ ). En revanche, le PCC de ces enfants ne diminue pas de manière significative entre T1 et T2 ( $U=20$ ,  $p=0.416$ ).

Les résultats détaillés des enfants sont disponibles en Annexe I (Tableau 9).

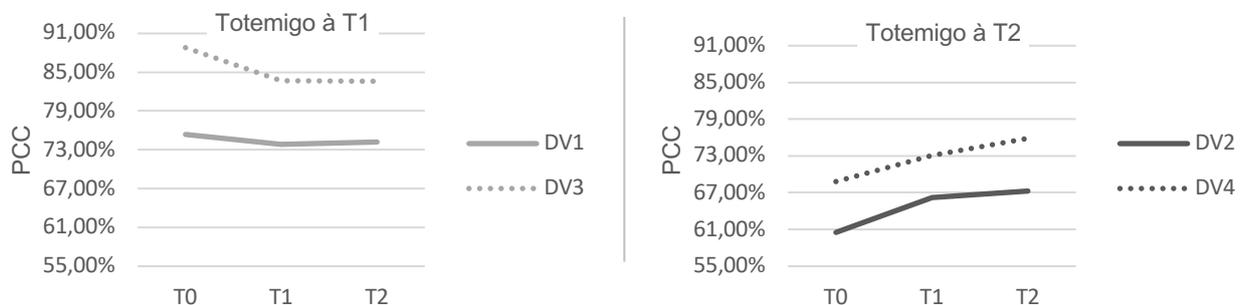


**Figure 6 : Pourcentage de consonnes correctes (PCC) – Enfants TYP**

### 1.3.2.2. Enfants DV.

La Figure 7 indique que DV1 et DV3 obtiennent un PCC plus important à T0 (DV1=75,38%, DV3=88,80%) qu'à T1 (vidéo) (DV1=73,85%, DV3=83,73%). À T2 (Totemigo), le PCC de DV1 augmente légèrement (74,22%) sans pour autant atteindre le niveau de T0 et le PCC de DV3 diminue légèrement (83,60%).

Le PCC de DV2 progresse entre T0 (60,52%) et T1 (vidéo) (66,17%) et également entre T1 et T2 (Totemigo) (67,27%) mais de manière moins importante. Le PCC de DV4 progresse entre les trois temps du protocole. Il obtient 68,82% à T0, 73,05% à T1 (vidéo) et 75,88% à T2 (Totemigo). Les résultats sont repris en Annexe I (Tableau 10).



**Figure 7 : Pourcentage de consonnes correctes (PCC) – Enfants DV**

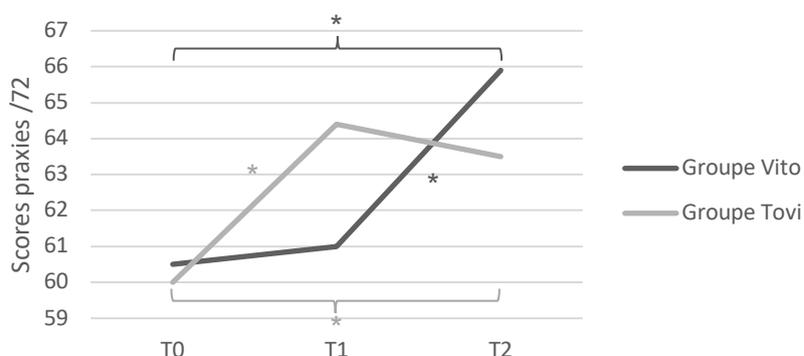
## 2 Praxies bucco-linguo-faciales – HO5

### 2.1. Enfants TYP

Les enfants du groupe Vito obtiennent une moyenne de 60,5 points (ET=3,95) à T0, 61 points (ET=4,42) à T1 (vidéo) et 65,9 points (ET=3,00) à T2 (Totemigo). Les analyses statistiques mettent en avant une augmentation significative du score entre T1 (vidéo) et T2 (Totemigo) (U=55, p=0.003), ainsi qu'entre T0 et T2 (U=55, p=0.003) mais ne révèlent pas d'augmentation significative entre T0 et T1 (U=14, p=0.520) (Figure 8).

Le score des enfants du groupe Tovi augmente significativement entre T0 (M=60, ET=5,23) et T1 (Totemigo : M=64,4, ET=4,50) (U=45, p=0.004) ainsi qu'entre T0 et T2

(vidéo : M=63,5, ET=4,35) (U=52.50, p=0.012). Cependant, on ne retrouve pas de diminution significative du score entre T1 (Totemigo) et T2 (vidéo) (U=33.50, p=0.105). Les résultats détaillés sont présentés dans le Tableau 11 (Annexe J).



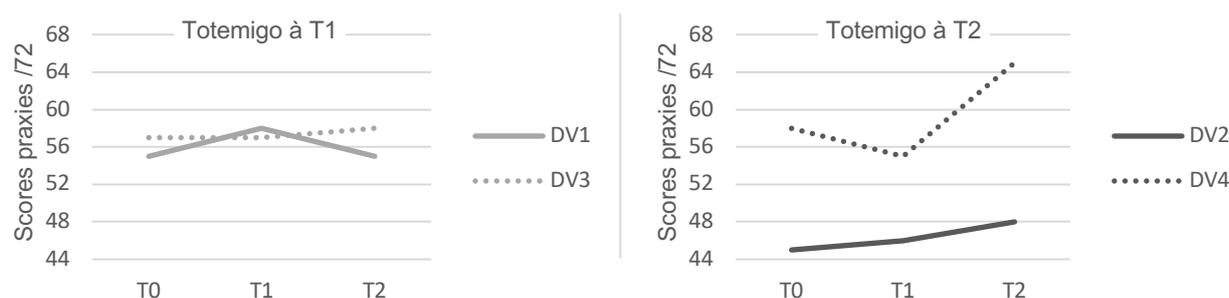
**Figure 8 : Scores à l'épreuve de praxies – Enfants TYP**

### 2.2. Enfants DV

Les résultats des enfants DV à l'épreuve de praxies sont très disparates (Figure 9). DV1 obtient le même score à T0 et à T2 (vidéo) (55 points) et un score légèrement supérieur à T1 (Totemigo) (58 points). DV3 ne progresse pas entre T0 et T1 (Totemigo) (57 points) et gagne un point entre T1 et T2 (vidéo) (58 points).

DV2 a une progression constante sur cette épreuve. Elle obtient un score de 45 points à T0, 46 points à T1 (vidéo) et 48 points à T2 (Totemigo). DV4 obtient un score de 58 points à T0, 55 points à T1 (vidéo) et 65 points à T2 (Totemigo).

Les résultats sont rappelés dans le Tableau 12 (Annexe J).



**Figure 9 : Scores à l'épreuve de praxies – Enfants DV**

### 3 Statistiques inter-sujets

Pour aller plus loin et pour préciser nos résultats, nous avons comparé les deux groupes d'enfants TYP à T0, T1 et T2.

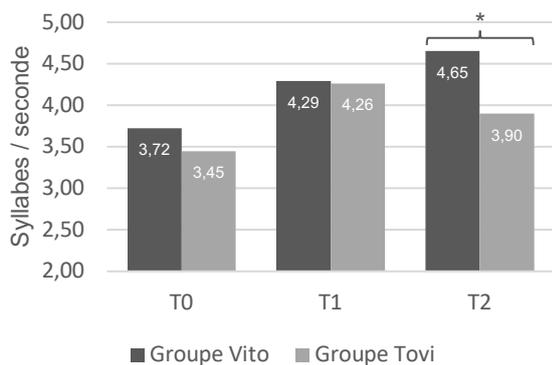
En considérant chacune des VD du protocole, les tests statistiques indiquent que les deux groupes TYP obtiennent des résultats qui ne sont pas différents à T0 sur les différentes tâches : nombre de syllabes correctes par seconde (U=61.50, p=0.383),

pourcentage de non-mots corrects (U=53.50, p=0.820), PCC (U=54.50, p=0.761), praxies (U=50.50, p=1).

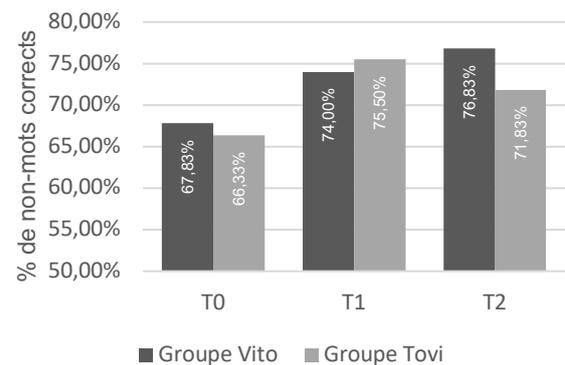
Sur cette base, nous avons donc pu comparer les deux groupe TYP à T1. Les analyses statistiques indiquent une différence proche de la significativité entre les deux groupes TYP à T1 pour l'épreuve de praxies (U=29, p=0.06) en faveur du groupe Tovi ayant eu l'entraînement manuel. Cependant, les scores obtenus par les deux groupes ne sont pas différents en ce qui concerne les autres mesures : nombre de syllabes par seconde (U=47.50, p=0.438), pourcentage de non-mots corrects (U=51, p=0.545), PCC (U=57, p=0.716).

Pour approfondir nous avons également comparé les deux groupes à T2. Les analyses statistiques sont en faveur d'un effet de l'entraînement manuel sur le nombre de syllabes correctes par seconde (U=87.50, p=0.002). Cependant, les résultats obtenus par les deux groupes ne sont pas différents pour le pourcentage de non-mots corrects (U=69, p=0.08), les praxies (U=67.50, p=0.097) et le PCC (U=61.50, p=0.201).

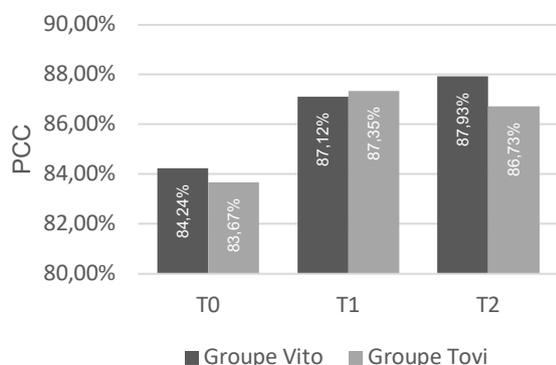
Les résultats sont illustrés dans les Figures 10, 11, 12 et 13.



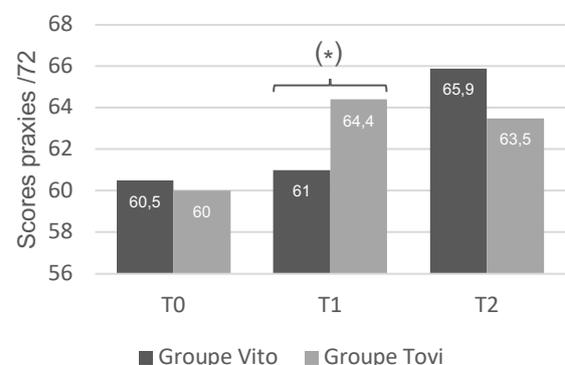
**Figure 10 : Nombre de syllabes par seconde – Enfants TYP**



**Figure 11 : Pourcentage de non-mots corrects – Enfants TYP**



**Figure 12 : Pourcentage de consonnes correctes (PCC) – Enfants TYP**



**Figure 13 : Scores à l'épreuve de praxies – Enfants TYP**

## **IV Discussion et conclusion**

### **1 Recontextualisation**

L'objectif de ce travail était de vérifier l'influence d'un entraînement moteur manuel sur la motricité oro-faciale verbale et non verbale d'enfants au développement typique (TYP) d'une part et d'enfants présentant une dyspraxie (DV) d'autre part. Pour vérifier un tel effet, nous nous sommes appuyées sur des tâches de productions orales (diadococinésies, dénomination d'images, répétition de non-mots) et d'imitation de praxies bucco-linguo-faciales. Nous avons cherché à mesurer l'impact d'une activité motrice manuelle (Totemigo), réalisée juste avant ces tâches, sur les capacités articulatoires (nombre de syllabes par seconde, pourcentage de mots/non-mots corrects, pourcentage de consonnes correctes) et de motricité oro-faciale (scores à l'épreuve de praxies) des participants. Nous avons émis l'hypothèse que les enfants des deux échantillons présenteraient de meilleures performances après avoir réalisé l'entraînement manuel plutôt qu'après avoir visionné une vidéo.

### **2 Influence de l'entraînement manuel sur l'articulation et les praxies**

Dans notre étude, plusieurs résultats obtenus auprès des enfants TYP et DV mettent en évidence un effet positif de l'activité manuelle sur la motricité orale et l'articulation.

#### **2.1. Impact sur les praxies orales**

L'entraînement manuel proposé dans notre protocole semble avoir un impact favorable sur la motricité oro-faciale des enfants, car tous les participants (hormis DV3) obtiennent un score plus important à l'épreuve de praxies après l'entraînement manuel plutôt qu'après le visionnage de la vidéo. Ces résultats sont en accord avec ceux de Dewey (1993) obtenus auprès d'enfants présentant un trouble moteur développemental. En effet, la cooccurrence des déficits praxiques à la fois manuels et oraux retrouvés chez ces enfants pourraient expliquer nos résultats.

Néanmoins, une étude menée auprès d'enfants ayant un trouble de production de la parole permet de nuancer nos résultats en montrant qu'un lien ne peut pas systématiquement être fait entre des déficits moteurs oraux et manuels. En effet, parmi ces enfants, seuls ceux ayant plus particulièrement un trouble du séquençage verbal présentent des difficultés aux tâches praxiques à la fois manuelles et orales (Dewey et al., 1988).

#### **2.2. Des performances articulatoires améliorées**

Les performances articulatoires des enfants TYP et DV ont également été améliorées suite à l'entraînement manuel. En effet, les enfants produisent un plus grand nombre de

syllabes correctes par seconde lors de la tâche de diadococinésies et obtiennent un pourcentage de non-mots corrects plus élevé après l'entraînement manuel plutôt qu'après le visionnage de la vidéo. Ce lien entre les performances articulatoires et les capacités manuelles a préalablement été mis en évidence dans la littérature. Chez des enfants présentant un trouble de la parole, ceux ayant les plus faibles performances lors d'une tâche de diadococinésies (trouble du séquençage verbal) présentent également davantage de difficultés lors de tâches praxiques manuelles (i.e. gestes démonstratifs, utilisation d'objets) (Dewey et al., 1988). De même, une étude récente montre que chez des enfants tout-venant âgés de 6 à 10 ans, le contrôle moteur fin (déplacement de bâtonnets sur un plateau perforé) est significativement corrélé à la réussite dans une tâche de répétition de non-mots (Obeid & Brooks, 2018).

Cependant, des résultats contradictoires sont retrouvés dans la littérature concernant les enfants ayant un trouble articulatoire. En effet, certains auteurs établissent un lien entre un trouble articulatoire et un déficit de la coordination manuelle (Cermak et al., 1986) alors que d'autres auteurs ne mettent en avant aucune difficulté de motricité manuelle chez des enfants ayant un trouble articulatoire (Müürsepp, Aibast, Gapeyeva, & Pääsuke, 2012). Par ailleurs, en impliquant un enchaînement rapide de syllabes ayant des lieux articulatoires différents, la tâche de diadococinésies permet d'évaluer la planification motrice de la parole et la tâche de répétition de non-mots évalue la programmation motrice de la parole en nécessitant la coordination de mouvements oro-moteurs plus ou moins complexes. Ainsi, chez les enfants TYP et DV, l'entraînement manuel a eu un impact à la fois sur la planification motrice et sur la programmation motrice de la parole. De plus, en considérant que les diadococinésies sont associées à un contrôle fin de l'articulation des consonnes (Icht & Ben-David, 2014), nous pouvons dire que l'entraînement manuel a permis d'améliorer l'articulation des enfants.

### **3 Hypothèse d'un mécanisme neuronal sous-jacent**

Nos résultats ainsi que les études établissant un lien entre les capacités motrices manuelles et orales (praxies et parole) laissent entrevoir l'existence d'un mécanisme neuronal sous-jacent pouvant être à l'origine du lien moteur unissant la main et la bouche (Dewey, 1993; Dewey et al., 1988; Obeid & Brooks, 2018). D'autre part, selon Kent (2015), la comorbidité fréquente de troubles moteurs et de parole que l'on retrouve dans de nombreuses pathologies indique l'existence d'une perturbation sous-jacente commune engendrant un trouble des fonctions motrices globales. En effet, chez des enfants présentant un trouble de la parole, les difficultés rencontrées lors de

tâches manuelles complexes ainsi que lors de la production de parole seraient liées à un déficit global du contrôle moteur et de la planification motrice (Tükel et al., 2015). De ces postulats émerge donc l'hypothèse de l'existence d'un substrat neuronal commun sous-tendant les habiletés nécessaires au contrôle moteur manuel ainsi qu'à la production motrice de la parole. Ce mécanisme semble également être responsable d'un lien entre de faibles performances en motricité manuelle et des difficultés de reproduction de mouvements praxiques oraux (Newmeyer et al., 2007).

#### **4 Des effets variables en fonction de la nature de la tâche**

Nous avons vu que l'entraînement manuel avait influencé de manière favorable les productions orales des enfants. Néanmoins, des différences liées à la tâche semblent émerger au travers des résultats des enfants TYP et DV. Par exemple, les résultats des enfants du groupe Vito augmentent entre T1 (vidéo) et T2 (Totemigo) pour les tâches de diadococinésies, de praxies et de répétition de non-mots, mais cette augmentation n'est significative que pour les praxies et les diadococinésies. De plus, les analyses intra-sujets révèlent que les scores à l'épreuve de praxies ainsi que le nombre de syllabes correctes par seconde (diadococinésies) sont les résultats les plus impactés par l'entraînement manuel car ils permettent de différencier significativement les groupes à T1 et à T2. Ainsi, les résultats des enfants TYP et DV aux tâches de diadococinésies et de praxies semblent plus impactés par l'entraînement manuel que les résultats à la répétition de non-mots. Ce constat soulève la question de l'influence de la tâche à réaliser sur le lien main-bouche.

Les praxies, les diadococinésies et la répétition de non-mots sont des actes moteurs présentant un degré de complexité différent (Kent, 2015). En effet, l'imitation de mouvements praxiques, tâche peu complexe au niveau moteur, nécessite uniquement la mise en action des articulateurs (de manière isolée ou coordonnée). Les diadococinésies sont plus complexes à produire, car elles impliquent la répétition de mouvements coordonnés et associés à une structure phonétique simple. Enfin, en nécessitant la production d'un stimulus sans signification ayant une structure phonétique plus ou moins similaire à celle de la parole, la répétition de non-mots présente un degré de complexité motrice encore plus élevé. Ainsi, en considérant cette classification, nos résultats indiquent que la motricité manuelle impacte davantage les tâches orales ayant une implication motrice plus faible (praxies et diadococinésies). Il semblerait donc que plus la tâche orale est complexe au niveau moteur, moins l'entraînement manuel n'a d'impact sur les performances des enfants.

De la même manière, les tâches de praxies et de diadococinésies sont celles nécessitant le plus faible traitement linguistique (phonétique et phonologie) de la cible. Newmeyer et al. (2007) indiquent que ceci est probablement dû au fait que le processus cognitif sous-jacent impliqué dans la réalisation de la tâche est différent lorsque cette même tâche implique un traitement linguistique complexe des items par rapport à un traitement principalement moteur. Ainsi, nos résultats indiquent que la motricité manuelle impacte de manière préférentielle les tâches de motricité orale nécessitant un traitement essentiellement moteur et peu complexe de la cible.

### **5 Intérêts pour la pratique clinique de l'orthophonie**

Même si les résultats observés chez les enfants DV sont à nuancer du fait du petit échantillon de participants recrutés et de la diversité de leurs profils, nous voyons émerger chez ces enfants une influence favorable de la manipulation sur leurs capacités oro-motrices à la fois verbales et non verbales (l'influence de la manipulation est particulièrement visible chez DV4). De tels résultats laissent entrevoir une piste intéressante pour la pratique clinique de l'orthophonie en mettant en avant l'intérêt de stimuler la main pour rééduquer la parole chez des enfants présentant un trouble moteur de la parole. C'est pourquoi, une étude avec un nombre plus important de patients serait intéressante à mener, de même qu'une étude portant sur d'autres types de pathologies. En effet, de nombreuses études font état d'une comorbidité fréquente non seulement entre des déficits moteurs manuels et des difficultés de parole (e.g. trouble articulaire, dyspraxie verbale) (Cermak et al., 1986; Dewey et al., 1988; Tükel et al., 2015), mais également entre des déficits moteurs manuels et un trouble développemental du langage (TDL) (Zelaznik & Goffman, 2010). Ainsi, la stimulation de la motricité manuelle pourrait être envisagée pour améliorer la production orale de patient présentant différents troubles moteurs de la parole (dysarthrie, trouble articulaire, déficit moteur des structures oro-faciales). De manière générale et en considérant la classification récente de Bishop et al. (2017), nous suggérons que la motricité manuelle pourrait influencer la motricité oro-faciale des patients présentant un trouble du développement des sons de la parole (TDSP). De plus, le trouble phonologique se trouvant au carrefour du trouble développemental du langage et du TDSP, nous pensons qu'il pourrait également être intéressant de vérifier nos hypothèses auprès d'enfants présentant une intelligibilité réduite due à un trouble phonologique.

Ainsi, même si les recherches actuelles suggèrent des traitements phonétiques et/ou phonologiques pour la rééducation des TDSP (Ruscello, 2008; Wren et al., 2018),

nous pensons que la stimulation de la main pourrait être considérée comme un levier intéressant dans ces prises en charge. En effet, la motricité manuelle pourrait être envisagée comme un moyen d'amorcer, de compléter ou de renforcer un travail axé sur la parole dans le but d'en faciliter la production.

Néanmoins, l'amélioration que l'activité de la main pourrait apporter à la production de la parole est à nuancer, car le lien que nous retrouvons entre les mouvements pratiques manuels et oraux ne suggère pas directement un impact de la main sur la parole. En effet, Ruscello (2008) et Powell (2008) indiquent que les recherches actuelles ne mettent pas en avant de lien moteur direct entre les mouvements oraux-moteurs et les mouvements moteurs plus complexes nécessaires à la production de la parole.

Par ailleurs, l'utilisation d'un outil comme Totemigo nous a permis d'entrevoir l'intérêt d'un travail multimodal afin de faciliter la production de parole des enfants. La multimodalité est une stratégie de communication fonctionnelle qui permet de faciliter l'expression et de structurer le langage oral (Coquet, 2012). En étant adaptable à différentes pathologies et en mobilisant les capacités visuelle, motrice et kinesthésique des enfants, Totemigo rend possible cette expression multimodale. Ainsi l'utilisation d'un tel outil pourrait être envisagée dans la pratique clinique.

## **6 Limites et perspectives de l'étude**

Une des limites de notre étude concerne la répartition dans le temps des passations. En effet, la faible distance séparant chacun des trois temps du protocole (15 jours) a pu influencer les résultats des sujets en maximisant l'effet d'apprentissage. L'effet d'apprentissage, qui permet au sujet d'améliorer ses performances en activant des stratégies déjà employées lors de la passation précédente (Grégoire, 2004), est particulièrement visible à T1. Effectivement, tous les enfants obtiennent des scores plus importants à T1 qu'à T0 même ceux ayant visionné la vidéo. Cependant, entre T0 et T1, le groupe Tovi (entraînement manuel à T1) progresse davantage que le groupe Vito (visionnage de la vidéo à T1). De manière plus évidente, les trajectoires des enfants diffèrent clairement entre T1 et T2. En effet, le groupe Vito ayant eu l'entraînement manuel à T2 continue de progresser, alors que le groupe Tovi ayant visionné la vidéo à T2 obtient des scores plus faibles qu'à T1. Ces trajectoires différentes permettent de minimiser l'impact de l'effet d'apprentissage sur les résultats des enfants.

Par ailleurs, les résultats que nous avons obtenus aux tâches de praxies et de répétition de non-mots constituent une base de données intéressante et pourraient être analysés de manière plus fine. Premièrement, l'analyse des productions orales

récoltées pourraient nous renseigner sur les transformations phonologiques (omission, inversion, substitution) et phonétiques (changement de lieu/mode articulatoire) faites par les enfants. Deuxièmement, en approfondissant l'analyse des résultats à l'épreuve de praxies, nous pourrions préciser l'impact de l'entraînement manuel sur les différents articulateurs (lèvres, langue, joues, mandibule) afin de mettre en avant des similitudes ou des différences. Enfin, ces différents résultats pourraient être confrontés afin d'établir ou non des liens entre des paramètres purement linguistiques et d'autres purement moteurs pourtant reliés sur le plan anatomique et fonctionnel (e.g. le lieu articulatoire de la consonne est-il impacté par l'activité manuelle de la même manière que les mouvements praxiques linguaux ?).

## **7 Conclusion**

Par cette étude, nous avons cherché à tester le lien unissant la motricité manuelle et la motricité oro-faciale. Ce lien a préalablement été exploré par certains auteurs qui ont établi une relation entre la motricité manuelle et la production de la parole. En effet, ces deux paramètres sont déficitaires chez les enfants présentant des troubles de production de la parole (Jenkins & Lohr, 1964; Tükel et al., 2015). Nos résultats vont dans le même sens que ces études et mettent en évidence un impact favorable d'un entraînement moteur manuel sur les capacités articulatoires et oro-motrices d'enfants au développement typique et d'enfants présentant une dyspraxie verbale. Les résultats les plus marquants sont obtenus sur les tâches considérées comme les moins complexes d'un point de vue moteur et ne nécessitant pas de traitement linguistique complexe de la cible (praxies et diadococinésies). En démontrant que la manipulation facilite les productions orales verbales et non verbales, nos résultats, tout comme plusieurs études actuelles, interrogent l'existence d'un mécanisme neuronal reliant la motricité manuelle et la motricité oro-faciale.

D'autre part, d'un point de vue clinique, les résultats encourageants obtenus auprès des enfants DV laissent entrevoir la possibilité de stimuler la main afin d'impacter les réalisations motrices orales (verbales ou non-verbales) des enfants ayant un trouble de production de la parole. Plusieurs méthodes déjà utilisées dans la pratique orthophonique (e.g. DNP) exploitent ce lien unissant la main et la parole en proposant la reproduction de gestes mettant l'accent sur certaines caractéristiques articulatoires des sons. Ainsi, la motricité manuelle pourrait d'une part présenter un intérêt pour faciliter la production de parole et d'autre part être envisagée en complément d'une rééducation orthophonique axée sur des aspects plus linguistiques.

## V Références

- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (2007). Childhood Apraxia of Speech (Technical Report). <https://doi.org/10.1044/policy.TR2007-00278>
- Bates, E., & Dick, F. (2002). Language, gesture, and the developing brain. *Developmental Psychobiology*, 40(3), 293-310. <https://doi.org/10.1002/dev.10034>
- Bernardis, P., Bello, A., Pettenati, P., Stefanini, S., & Gentilucci, M. (2008). Manual actions affect vocalizations of infants. *Experimental Brain Research*, 184(4), 599-603. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1256-x>
- Bishop, D. V. M. (2002). Motor immaturity and specific speech and language impairment: Evidence for a common genetic basis. *American Journal of Medical Genetics*, 114(1), 56-63. <https://doi.org/10.1002/ajmg.1630>
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T., & CATALISE-2 consortium. (2017). Phase 2 of CATALISE: a multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), 1068-1080. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12721>
- Canault, M. (2015). Le développement de la motricité bucco-faciale. *Rééducation Orthophonique*, (263), 7-34.
- Cermak, S. A., Ward, E. A., & Ward, L. M. (1986). The Relationship Between Articulation Disorders and Motor Coordination in Children. *American Journal of Occupational Therapy*, 40(8), 546-550. <https://doi.org/10.5014/ajot.40.8.546>
- Charron, L. (2015a). Réflexions sur les défis dans le diagnostic et la rééducation de la dyspraxie verbale. *Rééducation Orthophonique*, (263), 187-205.

- Charron, L. (2015b). Systématisation des interventions en dyspraxie verbale : proposition d'un modèle intégratif. *Rééducation Orthophonique*, (261), 153-173.
- Charron, L., & MacLeod, A. A. N. (2010). La dyspraxie verbale chez l'enfant : identification, évaluation et intervention. *Glossa*, (109), 42-54.
- Coquet, F. (2012). Multicanalité de l'expression. *Entretiens d'Orthophonie*, 97-114.
- Coquet, F., & Ferrand, P. (2004). *Troubles du langage oral chez l'enfant et l'adolescent: méthodes et techniques de rééducation*. Isbergues (Pas-de-Calais), France: Ortho édition.
- Coquet, F., & Roustit, J. (2009). *Evalo 2-6: notes théoriques, méthodologiques et statistiques Évaluation du développement du langage oral chez l'enfant de 2 ans 3 mois à 6 ans 3 mois*. Isbergues: Ortho édition.
- Corballis, M. C. (2003). From mouth to hand: Gesture, speech, and the evolution of right-handedness. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(02).  
<https://doi.org/10.1017/S0140525X03000062>
- Dale, P. S., & Hayden, D. A. (2013). Treating Speech Subsystems in Childhood Apraxia of Speech With Tactual Input: The PROMPT Approach. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 22(4), 644.  
[https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2013/12-0055\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2013/12-0055))
- Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (2004). The frame/content theory of speech evolution: from lip smacks to syllables. *Primatologie*, 6, 305-328.
- Dewey, D. (1993). Error Analysis of Limb and Orofacial Praxis in Children with Developmental Motor Deficits. *Brain and Cognition*, 23(2), 203-221.  
<https://doi.org/10.1006/brcg.1993.1055>
- Dewey, D., Roy, E. A., Square-Storer, P. A., & Hayden, D. C. (1988). Limb and oral praxic abilities of children with verbal sequencing deficits. *Developmental*

- Medicine & Child Neurology*, 30(6), 743-751. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1988.tb14636.x>
- Dodd, B., & McIntosh, B. (2010). Two-year-old phonology: impact of input, motor and cognitive abilities on development. *Journal of Child Language*, 37(05), 1027-1046. <https://doi.org/10.1017/S0305000909990171>
- dos Santos, C., & Ferré, S. (2018). A Nonword Repetition Task to Assess Bilingual Children's Phonology. *Language Acquisition*, 25(1), 58-71. <https://doi.org/10.1080/10489223.2016.1243692>
- Erhard, P., Kato, T., Strupp, J. P., Andersen, P., Adriany, G., Strick, P. L., & Ugurbil, K. (1996). Functional mapping of motor in and near Broca's area. *NeuroImage*, 3(3), S367. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(96\)80369-7](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(96)80369-7)
- Fagan, M. K., & Iverson, J. M. (2007). The Influence of Mouthing on Infant Vocalization. *Infancy*, 11(2), 191-202. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2007.tb00222.x>
- Ferté, C. (2007). Présentation de la Dynamique Naturelle de la Parole et de son application dans la rééducation des difficultés de parole. *Rééducation orthophonique*, (229), 155-168.
- Fumex, G., & Ferté, C. (2011). Dynamique Naturelle de la Parole (DNP) et rythme du langage. *Rééducation Orthophonique*, (246), 219-234.
- Futagi, Y., Yanagihara, K., Mogami, Y., Ikeda, T., & Suzuki, Y. (2013). The Babkin Reflex in Infants: Clinical Significance and Neural Mechanism. *Pediatric Neurology*, 49(3), 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2013.04.005>
- Gallagher, S., Butterworth, G. E., Lew, A., & Cole, J. (1998). Hand-Mouth Coordination, Congenital Absence of Limb, and Evidence for Innate Body Schemas. *Brain and Cognition*, 38(1), 53-65. <https://doi.org/10.1006/brcg.1998.1020>

- Gatignol, P., Robert-Jahier, A.-M., & Martel, C. (2013). *MBLF enfants : évaluation de la motricité bucco-linguo-faciale, de l'articulation et de la déglutition chez l'enfant de 4 à 8 ans*. Magny-en-Vexin: ADEPRIO diffusion.
- Gayraud, F., Barkat-Defradas, M., Lahrouchi, M., & Ben Hamed, M. (2018). Development of phonetic complexity in Arabic, Berber, English and French. *Canadian Journal of Linguistics/Revue Canadienne de Linguistique*, 63(04), 527-555. <https://doi.org/10.1017/cnj.2018.9>
- Gentilucci, M., Santunione, P., Roy, A. C., & Stefanini, S. (2004). Execution and observation of bringing a fruit to the mouth affect syllable pronunciation. *European Journal of Neuroscience*, 19(1), 190-202. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2004.03104.x>
- Gentilucci, M., Stefanini, S., Roy, A. C., & Santunione, P. (2004). Action observation and speech production: study on children and adults. *Neuropsychologia*, 42(11), 1554-1567. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.03.002>
- Gernsbacher, M. A., Sauer, E. A., Geye, H. M., Schweigert, E. K., & Hill Goldsmith, H. (2008). Infant and toddler oral- and manual-motor skills predict later speech fluency in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49(1), 43-50. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01820.x>
- Green, J. R., Moore, C. A., & Reilly, K. J. (2002). The Sequential Development of Jaw and Lip Control for Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(1), 66-79. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2002/005\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/005))
- Grégoire, J. (2004). *L'examen clinique de l'intelligence de l'adulte*. Sprimont (Belgique), Belgique: Mardaga.
- Hanlon, R. E., Brown, J. W., & Gerstman, L. J. (1990). Enhancement of naming in nonfluent aphasia through gesture. *Brain and Language*, 38(2), 298-314.

- Harold, M. P., & Barlow, S. M. (2013). Effects of environmental stimulation on infant vocalizations and orofacial dynamics at the onset of canonical babbling. *Infant Behavior and Development*, 36(1), 84-93. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2012.10.001>
- Hayden, D. (2006). The PROMPT model: use and application for children with mixed phonological-motor impairment. *Advances in Speech Language Pathology*, 8(3), 265-281. <https://doi.org/10.1080/14417040600861094>
- Icht, M., & Ben-David, B. M. (2014). Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *Journal of Communication Disorders*, 48, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.02.002>
- Iuzzini-Seigel, J., & Murray, E. (2017). Speech assessment in children with childhood apraxia of speech. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 2(2), 47-60. <https://doi.org/10.1044/persp2.SIG2.47>
- Iverson, J. M. (2010). Developing language in a developing body: the relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, 37(02), 229-261. <https://doi.org/10.1017/S0305000909990432>
- Iverson, J. M., Hall, A. J., Nickel, L., & Wozniak, R. H. (2007). The relationship between reduplicated babble onset and laterality biases in infant rhythmic arm movements. *Brain and Language*, 101(3), 198-207. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2006.11.004>
- Iverson, J. M., & Thelen, E. (1999). Hand, Mouth and Brain. The dynamic emergence of speech and gesture. *Journal of Consciousness Studies*, 6(11-12), 19-40.
- Jakielski, K. J. (2000). *Quantifying phonetic complexity in words: An experimental index*. Présenté à Child phonology conference, Cedar Falls, IA.

- Jenkins, E., & Lohr, F. E. (1964). Severe Articulation Disorders and Motor Ability. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 29(3), 286-292. <https://doi.org/10.1044/jshd.2903.286>
- Kent, R. D. (2000). Research on speech motor control and its disorders: a review and prospective. *Journal of Communication Disorders*, 33(5), 391-427; quiz 428.
- Kent, Ray D. (2015). Nonspeech Oral Movements and Oral Motor Disorders: A Narrative Review. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 24(4), 763-789. [https://doi.org/10.1044/2015\\_AJSLP-14-0179](https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-14-0179)
- Kern, S. (2001). Le langage en émergence. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant - A.N.A.E.*, (61), p.8-12.
- Kimura, D., & Archibald, Y. (1974). Motor Functions of the Left Hemisphere. *Brain*, 97(2), 337-350. <https://doi.org/10.1093/brain/97.2.337>
- Krams, M., Rushworth, M. F. S., Deiber, M.-P., Frackowiak, R. S. J., & Passingham, R. E. (1998). The preparation, execution and suppression of copied movements in the human brain. *Experimental Brain Research*, 120(3), 386-398. <https://doi.org/10.1007/s002210050412>
- Krishnan, S., Alcock, K. J., Mercure, E., Leech, R., Barker, E., Karmiloff-Smith, A., & Dick, F. (2013). Articulating Novel Words: Children's Oromotor Skills Predict Nonword Repetition Abilities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56(6), 1800-1812. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013/12-0206\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/12-0206))
- Lee, H., Gambette, P., & Barkat-Defradas, M. (2014). *iPhocomp : calcul automatique de l'indice de complexité phonétique de Jakielski*. 622-630. Consulté à l'adresse <https://hal-upec-upem.archives-ouvertes.fr/hal-01277047/document>
- Lewis, B. A., Freebairn, L. A., Hansen, A. J., Iyengar, S. K., & Taylor, H. G. (2004). School-age follow-up of children with childhood apraxia of speech. *Language*

- Speech and Hearing Services in Schools*, 35(2), 122-140.  
[https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2004/014\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2004/014))
- MacLeod, A. A. N., Sutton, A., Sylvestre, A., Thordardottir, E., & Trudeau, N. (2014). Outil de dépistage des troubles du développement des sons de la parole : bases théoriques et données préliminaires. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 38(1), 40-56.
- MacLeod, A. A. N., 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>
- Maillart, C. (2012, janvier). *Evaluation et axes de rééducation des troubles articulatoires et phonologiques*. Présenté à Approche neuropsychologique des dysphasies : de la théorie à la rééducation, Grenoble. Consulté à l'adresse <https://orbi.uliege.be/handle/2268/108251>
- McCabe, P., Murray, E., & Thomas, D. (2018). *2018 Evidence Brief: Childhood Apraxia of Speech*.
- Mürsepp, I., Aibast, H., Gapeyeva, H., & Pääsuke, M. (2012). Motor skills, haptic perception and social abilities in children with mild speech disorders. *Brain and Development*, 34(2), 128-132. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2011.02.002>
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet : LEXIQUE™. *L'Année psychologique*, 101(3), 447-462. <https://doi.org/10.3406/psy.2001.1341>
- Newmeyer, A. J., Grether, S., Grasha, C., White, J., Akers, R., Aylward, C., ... deGrauw, T. (2007). Fine Motor Function and Oral-Motor Imitation Skills in

- Preschool-Age Children With Speech-Sound Disorders. *Clinical Pediatrics*, 46(7), 604-611. <https://doi.org/10.1177/0009922807299545>
- Obeid, R., & Brooks, P. J. (2018). Associations Between Manual Dexterity and Language Ability in School-Age Children. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 49(4), 982-994. [https://doi.org/10.1044/2018\\_LSHSS-17-0124](https://doi.org/10.1044/2018_LSHSS-17-0124)
- Parisse, C., & Maillart, C. (2010). Nouvelles propositions pour la recherche et l'évaluation du langage chez les enfants dysphasiques. In C. Gruaz & C. Jacquet-Pfau (Éd.), *Autour du mot : pratiques et compétences* (p. 201-222). Lambert-Lucas.
- Powell, T. W. (2008). An integrated evaluation of nonspeech oral motor treatments. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 39(3), 422-427. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2008/039\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2008/039))
- Quémart, P., MacLeod, A., & Maillart, C. (2015). Les troubles phonologiques dans les troubles du langage oral. *Rééducation Orthophonique*, (263), 35-60.
- Reed, C. M., Rabinowitz, W. M., Durlach, N. I., Braid, L. D., Conway-Fithian, S., & Schultz, M. C. (1985). Research on the Tadoma method of speech communication. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 77(1), 247-257.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131-141. [https://doi.org/10.1016/0926-6410\(95\)00038-0](https://doi.org/10.1016/0926-6410(95)00038-0)
- Rondal, J.-A. (1979). *Votre enfant apprend à parler*. Bruxelles, Belgique: Pierre Mardaga.

- Ruscello, D. M. (2008). Nonspeech Oral Motor Treatment Issues Related to Children With Developmental Speech Sound Disorders. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 39(3), 380-391. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2008/036\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2008/036))
- Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological Disorders II: A Conceptual Framework for Management. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 47(3), 242-256. <https://doi.org/10.1044/jshd.4703.242>
- 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>
- Silvestre de Sacy, C. (2016). *Bien lire et aimer lire. Livre 1. cycle 2, CP-CE1: méthode phonétique et gestuelle créée par Suzanne Borel-Maisonny*. Paris, France: ESF éditeur, 2016.
- Smith, A., & Zelaznik, H. N. (2004). Development of functional synergies for speech motor coordination in childhood and adolescence. *Developmental Psychobiology*, 45(1), 22-33. <https://doi.org/10.1002/dev.20009>
- Tellier, M. (2010). Faire un geste pour l'apprentissage : Le geste pédagogique dans l'enseignement précoce. In C. Colette (Éd.), *L'enseignement des langues vivantes étrangères à l'école* (p. 31-54). Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00541985>
- Troille, E., & Cathiard, M.-A. (2014). L'adaptation de la méthode Tadoma à la rééducation des troubles arthriques chez l'aphasique : étude de cas. *Glossa*, (114), 28-46.

- Tükel, Ş., Björelid, H., Henningsson, G., McAllister, A., & Eliasson, A. C. (2015). Motor functions and adaptive behaviour in children with childhood apraxia of speech. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 17(5), 470-480. <https://doi.org/10.3109/17549507.2015.1010578>
- Wang, M. V., Lekhal, R., Aarø, L. E., & Schjølberg, S. (2014). Co-occurring development of early childhood communication and motor skills: results from a population-based longitudinal study: Co-development of early communication and motor skills. *Child: Care, Health and Development*, 40(1), 77-84. <https://doi.org/10.1111/cch.12003>
- Wren, Y., Harding, S., Goldbart, J., & Roulstone, S. (2018). A systematic review and classification of interventions for speech-sound disorder in preschool children: Systematic review of speech interventions. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53(3), 446-467. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12371>
- Zelaznik, H. N., & Goffman, L. (2010). Generalized Motor Abilities and Timing Behavior in Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(2), 383-393. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0204\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0204))

## VI Annexes

<b>Annexe A :</b>	<b>Notice d'information pour le recrutement des enfants DV _____</b>	<b>I</b>
<b>Annexe B :</b>	<b>Échantillon de 25 images : liste des mots et illustrations _____</b>	<b>II</b>
<b>Annexe C :</b>	<b>Liste de 60 non-mots _____</b>	<b>IV</b>
<b>Annexe D :</b>	<b>Liste des mouvements de l'épreuve de praxies _____</b>	<b>VI</b>
<b>Annexe E :</b>	<b>Présentation de Totemigo _____</b>	<b>VII</b>
<b>Annexe F :</b>	<b>Entraînement manuel : consignes et scénarios _____</b>	<b>VIII</b>
<b>Annexe G :</b>	<b>Épreuve de diadococinésies - Enfants TYP et DV _____</b>	<b>XII</b>
<b>Annexe H :</b>	<b>Pourcentage de non-mots corrects - Enfants TYP et DV _____</b>	<b>XIII</b>
<b>Annexe I :</b>	<b>Pourcentage de consonnes correctes - Enfants TYP et DV _____</b>	<b>XIV</b>
<b>Annexe J :</b>	<b>Scores à l'épreuve de praxies - Enfants TYP et DV _____</b>	<b>XV</b>

## Annexe A : Notice d'information pour le recrutement des enfants DV

Madame, Monsieur,

Étudiante en 5<sup>e</sup> année à l'école d'orthophonie de Lyon je réalise cette année un mémoire de recherche sur le lien entre motricité manuelle et motricité oro-faciale chez les enfants.

De manière plus précise, cette étude a pour but d'évaluer l'impact d'un entraînement moteur manuel sur les capacités articulatoires des enfants (aspect moteur de la parole).

Dans ce cadre, je dois réaliser un recueil de données chez des enfants présentant une dyspraxie verbale.

**Critères d'inclusions** : enfants ayant reçu un diagnostic de dyspraxie verbale, droitiers, nés en 2013 ou avant, n'ayant pas de grosses difficultés motrices connues ni de trouble neurologique.

**Déroulement de l'étude et méthode** : Le recueil de données se fera lors de 3 rendez-vous courts (entre 15 et 30 minutes maximum) sur les mois de janvier, février ou mars 2019. Chaque enfant sera donc vu individuellement trois fois (à quinze jours d'intervalle environ). Nous proposerons aux enfants des tâches verbales (répétition de mots, dénomination d'images) ainsi que des tâches manuelles à l'aide d'un objet ludique (composé de modules articulés, type jeu de construction) qu'il sera amené à manipuler. Les rendez-vous peuvent avoir lieu à votre cabinet ou au domicile de l'enfant.

**Législation - Confidentialité** : Toutes les données concernant les enfants ainsi que le lieu de recueil seront traitées de façon confidentielle. Elles seront codées sans mention des nom et prénom des enfants ni du nom de l'orthophoniste.

La publication des résultats ne comportera aucun résultat individuel. Les données recueillies peuvent faire l'objet d'un traitement informatisé. Selon la Loi Informatique et Liberté (loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée), vous bénéficiez à tout moment du droit d'accès, de rectification et de retrait des données vous concernant auprès du responsable de l'étude.

Vous pouvez formuler la demande d'être informé des résultats globaux de ce mémoire. Aucun résultat individuel ne pourra être communiqué.

**Bénéfices potentiels** : La finalité de cette étude est de mieux comprendre et de mesurer l'influence de la motricité manuelle sur la motricité oro-faciale. Les résultats pourront permettre d'adapter et d'améliorer la prise en charge orthophonique des enfants présentant des troubles moteur du langage.

**Risques potentiels** : Le recueil de données ne présente aucun risque sérieux prévisible pour les personnes qui s'y prêteront.

### Directrices du mémoire :

- Mélanie Canault, Docteur en Sciences du Langage (Mention Phonétique), Maître de Conférences. melanie.canault@univ-lyon1.fr
- Agnès Witko, MCU Sciences du Langage, Orthophoniste. agnes.witko@univ-lyon1.fr

**Étudiante** : Noémie Blanchoz, étudiante en Master 2 Orthophonie - Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation, UCBLyon 1.

Si vous avez dans votre patientèle, des enfants correspondant aux critères ci-dessus et intéressés pour participer à une étude, je vous invite à me contacter à l'adresse suivante : noemie.blanchoz@gmail.com.

Je vous remercie par avance pour votre aide.

## Annexe B : Échantillon de 25 images : liste des mots et illustrations

Mots	Phonétique	Nombre de syllabes	Structure Simple (S) ou complexe (C)	Structure syllabique	Indice de complexité phonétique (IPC)
<b>gant</b>	gã	1	S	CV	1
<b>bague</b>	bag	1	C	CVC	3
<b>cinq</b>	sẽk	1	C	CVC	4
<b>zèbre</b>	zɛbɤ	1	C	CVCC	6
<b>fleur</b>	flœɤ	1	C	CCVC	7
<b>bonnet</b>	bonɛ	2	S	CV.CV	1
<b>montagne</b>	mõtɔŋ	2	C	CV.CVC	2
<b>vélo</b>	velo	2	S	CV.CV	3
<b>girafe</b>	ʒɪɤf	2	C	CV.CVC	6
<b>fourchette</b>	furbʃɛt	2	C	CVC.CVC	8
<b>éléphant</b>	elefã	3	S	V.CV.CV	4
<b>chocolat</b>	ʃokola	3	S	CV.CV.CV	5
<b>ascenseur</b>	asãsœɤ	3	C	V.CV.CVC	7
<b>escargot</b>	ɛskɑŋgo	3	C	VC.CVC.CV	9
<b>crocodile</b>	kɤokodil	3	C	CCV.CV.CVC	9
<b>hippopotame</b>	ɪpɔpɔtɑm	4	C	V.CV.CV.CVC	3
<b>médicament</b>	medikɑmã	4	S	CV.CV.CV.CV	3
<b>locomotive</b>	lokɔmotiv	4	C	CV.CV.CV.CVC	6
<b>hélicoptère</b>	elikɔptɛɤ	4	C	V.CV.CVC.CVC	9
<b>extraterrestre</b>	ɛkstɛɤtɛɤɛstɛɤ	4	C	VCC.CCV.CV.CVCCC	16
<b>petit-déjeuner</b>	pɛtɪdeʒœne	5	S	CV.CV.CV.CV.CV	3
<b>encyclopédie</b>	ãsiklopedi	5	C	V.CV.CCV.CV.CV	7
<b>université</b>	univɛɤsite	5	C	V.CV.CVC.CV.CV	8
<b>électricité</b>	elektɛɤsite	5	C	V.CVC.CCV.CV.CV	9
<b>accélérateur</b>	akseleɤɤtœɤ	5	C	VC.CV.CV.CV.CVC	12



## Annexe C : Liste de 60 non-mots

Phonétique	Structure simple (S) ou complexe (C)	Nombre de syllabes	Structure syllabique	Indice de complexité phonétique (IPC)
spli	C	1	CCCV	5
fips	C	1	CVCC	5
piks	C	1	CVCC	5
skla	C	1	CCCV	6
plal	C	1	CCVC	5
pusk	C	1	CVCC	5
kusp	C	1	CVCC	5
skap	C	1	CCVC	5
spaf	C	1	CCVC	5
klaf	C	1	CCVC	6
fluk	C	1	CCVC	6
flis	C	1	CCVC	6
klis	C	1	CCVC	6
klil	C	1	CCVC	6
pilfu	C	2	CVC.CV	4
filpa	C	2	CVC.CV	4
spiku	C	2	CCV.CV	4
kuspa	C	2	CVC.CV	4
skafu	C	2	CCV.CV	5
fiska	C	2	CVC.CV	5
flaplu	C	2	CCV.CCV	7
plaklu	C	2	CCV.CCV	7
flukif	C	2	CCV.CVC	8
klifak	C	2	CCV.CVC	8
pifakup	C	3	CV.CV.CVC	5
piklafu	C	3	CV.CCV.CV	6
kifapus	C	3	CV.CV.CVC	6
pifukas	C	3	CV.CV.CVC	6
kapufik	C	3	CV.CV.CVC	6

<b>fikapul</b>	C	3	CV.CV.CVC	6
<b>pakifal</b>	C	3	CV.CV.CVC	6
<b>flipuka</b>	C	3	CCV.CV.CV	7
<b>klipafu</b>	C	3	CCV.CV.CV	6
<b>kufłapi</b>	C	3	CV.CCV.CV	7
<b>kupifla</b>	C	3	CV.CV.CCV	7
<b>fikupla</b>	C	3	CV.CV.CCV	7
<b>pliks</b>	C	1	CCVCC	8
<b>klups</b>	C	1	CCVCC	8
<b>klisp</b>	C	1	CCVCC	8
<b>plusk</b>	C	1	CCVCC	8
<b>skapufi</b>	C	3	CCV.CV.CV	6
<b>pafuski</b>	C	3	CV.CV.CCV	6
<b>kufalpi</b>	C	3	CV.CVC.CV	7
<b>kupalpi</b>	C	3	CV.CVC.CV	7
<b>fikuspa</b>	C	3	CV.CVC.CV	7
<b>stifsa</b>	C	2	CCVC.CV	5
<b>tfaftuf</b>	C	2	CCVC.CVC	6
<b>flalfuk</b>	C	2	CCVC.CVCC	8
<b>sikskas</b>	C	2	CVC.CCVC	9
<b>kslufłap</b>	C	2	CCCV.CCV	10
<b>psisklusp</b>	C	2	CCVC.CCVCC	13
<b>tsastaplu</b>	C	3	CCVC.CV.CCV	8
<b>patfkalu</b>	C	3	CVC.CCV.CV	7
<b>kafkufli</b>	C	3	CVC.CVC.CV	9
<b>stituskli</b>	C	3	CCV.CVC.CCV	9
<b>ptaklikta</b>	C	3	CCV.CCVC.CV	10
<b>fakfuski</b>	C	3	CVC.CVC.CV	10
<b>kftasufpli</b>	C	3	CCCV.CVC.CCV	10
<b>sisklulpa</b>	C	3	CVC.CCVC.CV	11
<b>klikplastaf</b>	C	3	CCVC.CCVC.CVC	14

**Annexe D : Liste des mouvements de l'épreuve de praxies - MBLF 4-8 (Gatignol et al., 2013)**

	<b>Items</b>
<b>Lèvres</b>	Pincer les lèvres
	Étirer les lèvres
	Maintenir les lèvres fermées avec force
	Sourire en ouvrant la bouche
	Découvrir les dents du haut
	Découvrir les dents du bas
	Faire 'u'
	Siffler
	Souffler
	Baiser
<b>Joues et mandibule</b>	Ouvrir la bouche
	Fermer la bouche
	Gonfler les joues ensemble
	Gonfler la joue gauche
	Gonfler la joue droite
	Faire passer l'air d'une joue à l'autre
	Rentrer les joues
	Mâchoire à gauche bouche ouverte
	Mâchoire à droite bouche ouverte
	Mâcher bouche fermée
<b>Langue</b>	Tirer la langue
	Rentrer la langue
	Mettre la langue à droite
	Mettre la langue à gauche
	Mettre la langue en haut
	Mettre la langue en bas
	Passer la langue sur les dents
	Déplacer la langue sur la joue droite
	Déplacer la langue sur la joue gauche
	Élever la pointe dans la bouche
	Élever la pointe hors de la bouche
	Click de la réprobation
	Galop du cheval
	Langue collée au palais bouche ouverte
Langue balaye le palais d'avant en arrière	
<b>Voile du palais</b>	Dire 'a/an'

Annexe E : Présentation de Totemigo



## Annexe F : Entraînement manuel : consignes et scénarios

### Exercice n°1 :

Huit blocs vierges (quatre rouges et quatre verts) sont disposés sur la table devant l'enfant.

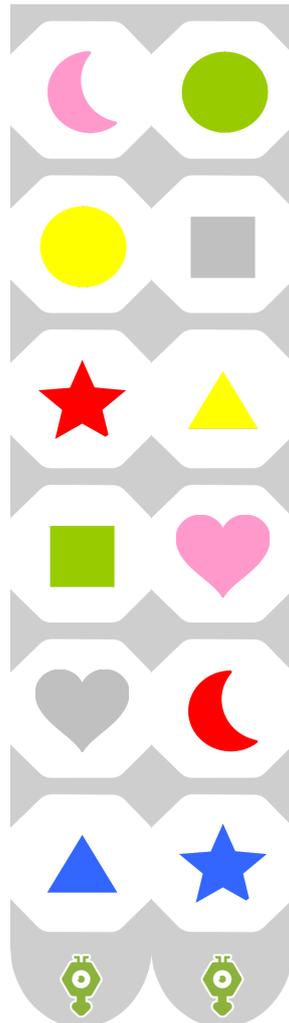
« Fais deux piles, une verte et une rouge puis après tu défais les deux piles et tu remets les blocs sur la table. Tu vas faire ça deux fois de suite. »

### Exercice n°2 :

Les deux blocs assemblés sont donnés à l'enfant.

« Tu as deux blocs avec des formes de couleurs différentes. Je vais te demander de tourner les blocs et d'aligner les formes et les couleurs selon mes consignes. »

Les consignes sont données successivement à l'enfant pendant une minute : « aligne deux carrés, aligne deux formes jaunes, aligne deux formes vertes, aligne deux cercles, aligne deux formes rose, aligne deux formes rouges, aligne deux triangles, aligne deux cœurs, aligne deux étoiles, aligne deux lunes, aligne deux formes grises, aligne deux formes bleues. »



### Exercice n°3 :

Trois blocs sont disposés sur la table devant l'enfant.

« Tu vois, il y a trois blocs sur la table. Tu vas mettre les blocs ensemble puis tu vas tourner jusqu'à ce qu'il y ait trois chats côte à côte. Quand il y aura trois chats, tu vas défaire les blocs et les remettre sur la table. On recommencera cet exercice plusieurs fois, pour chacune des images. »

L'exercice est répété six fois.

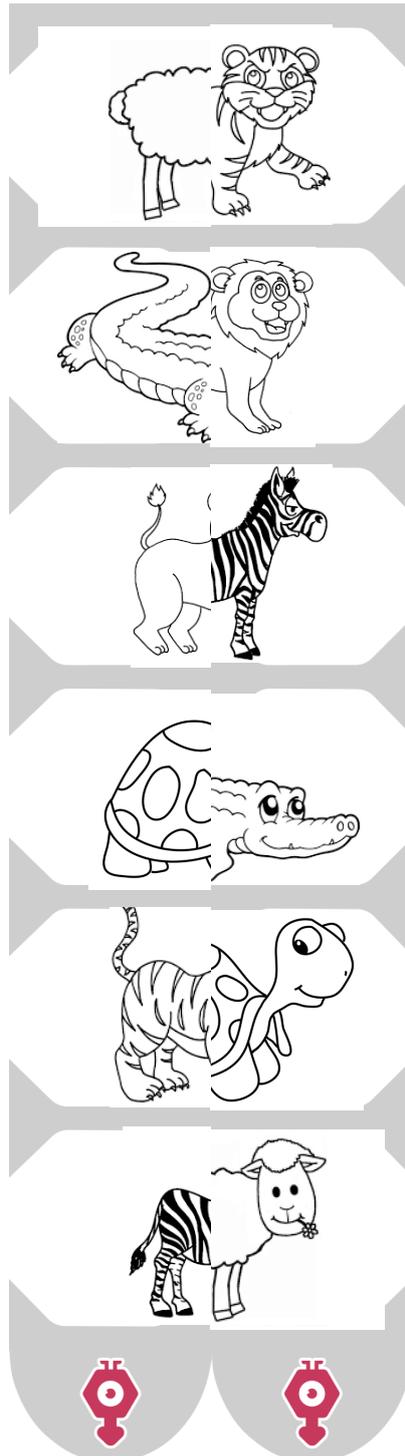


#### Exercice n°4 :

Deux blocs assemblés sont donnés à l'enfant.

« Sur ces blocs il y a des morceaux d'animaux. D'un côté il y a la tête et de l'autre côté il y a le corps. Je vais te demander de tourner les blocs pour reconstituer tous les animaux. »

L'exercice est répété six fois : « Fabrique un crocodile, fabrique un mouton, fabrique une tortue, fabrique un lion, fabrique un zèbre, fabrique un tigre. »

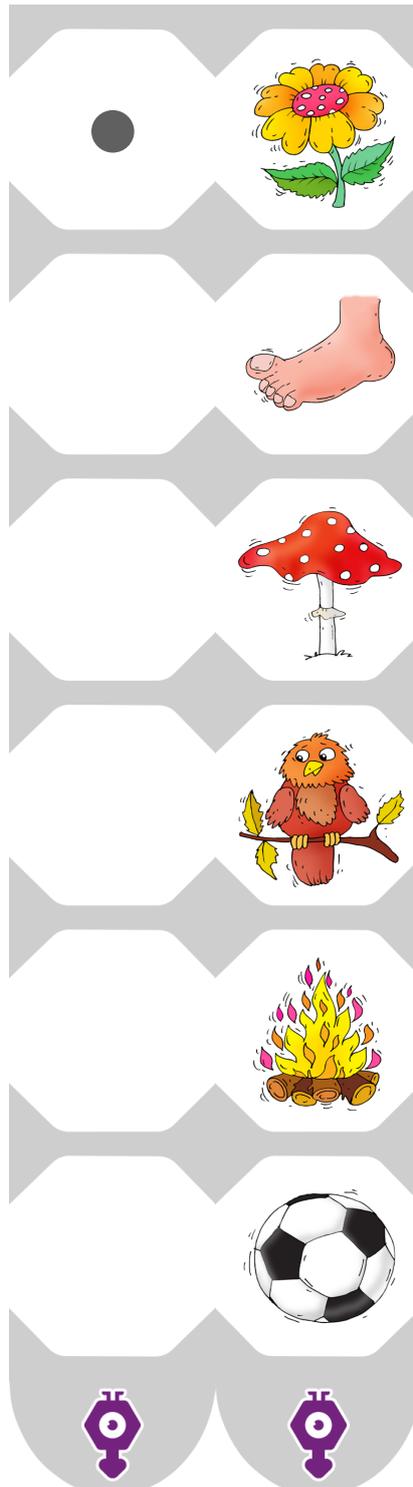


**Exercice n°5 :**

Deux blocs assemblés sont donnés à l'enfant.

« Tu as un bloc avec des images et un bloc avec un point. Je vais te demander de tourner cinq fois le bloc avec les images puis de me dire ce que tu vois sur l'image qui est en face du point. »

L'exercice est répété six fois.



## Annexe G : Épreuve de diadococinésies - Enfants TYP et DV

**Tableau 5 : Scores des enfants TYP à l'épreuve de diadococinésies**

Groupe	Enfant	Nombre de syll./seconde T0	Nombre de syll./seconde T1	Nombre de syll./seconde T2
Tovi	TYP01	3	3,3	3,3
Vito	TYP02	3,9	3,9	4,5
Tovi	TYP03	2,4	3,9	4,2
Vito	TYP05	3,6	5,1	5,1
Tovi	TYP07	3,9	4,8	3,9
Tovi	TYP08	4,2	4,8	4,5
Tovi	TYP09	3,9	4,2	4,5
Vito	TYP10	3,6	3,9	4,2
Vito	TYP11	3,6	4,5	4,8
Tovi	TYP12	3	4,2	3,6
Tovi	TYP13	3,6	4,2	3
Vito	TYP14	3,9	3,9	4,5
Vito	TYP15	3,9	4,5	5,1
Vito	TYP16	3,9	3,9	4,2
Tovi	TYP18	3	4,5	4,2
Vito	TYP19	3,6	4,8	5,1
Vito	TYP21	3,9	4,5	4,8
Tovi	TYP22	3,6	4,2	3,6
Tovi	TYP23	3,9	4,5	4,2
Vito	TYP24	3,3	3,9	4,2

**Tableau 6 : Scores des enfants DV à l'épreuve de diadococinésies**

Enfant	Nombre de syll./seconde T0	Nombre de syll./seconde T1	Nombre de syll./seconde T2
DV1	2,70	3,90	3,3
DV2	1,50	1,80	1,80
DV3	3,60	4,50	4,20
DV4	1,20	1,20	2,40

## Annexe H : Pourcentage de non-mots corrects - Enfants TYP et DV

**Tableau 7 : Pourcentage de non-mots corrects - Enfants TYP**

Groupe	Enfant	% mots corrects T0	% mots corrects T1	% mots corrects T2
Tovi	<b>TYP01</b>	60,00%	71,67%	70,00%
Vito	<b>TYP02</b>	66,67%	71,67%	68,33%
Tovi	<b>TYP03</b>	45,00%	71,67%	75,00%
Vito	<b>TYP05</b>	78,33%	88,33%	88,33%
Tovi	<b>TYP07</b>	71,67%	75,00%	76,67%
Tovi	<b>TYP08</b>	73,33%	76,67%	73,33%
Tovi	<b>TYP09</b>	75,00%	85,00%	73,33%
Vito	<b>TYP10</b>	51,67%	68,33%	66,67%
Vito	<b>TYP11</b>	53,33%	73,33%	78,33%
Tovi	<b>TYP12</b>	70,00%	65,00%	55,00%
Tovi	<b>TYP13</b>	68,33%	78,33%	75,00%
Vito	<b>TYP14</b>	63,33%	71,67%	75,00%
Vito	<b>TYP15</b>	81,67%	83,33%	88,33%
Vito	<b>TYP16</b>	68,33%	76,67%	80,00%
Tovi	<b>TYP18</b>	66,67%	76,67%	76,67%
Vito	<b>TYP19</b>	81,67%	85,00%	88,33%
Vito	<b>TYP21</b>	56,67%	41,67%	58,33%
Tovi	<b>TYP22</b>	65,00%	80,00%	73,33%
Tovi	<b>TYP23</b>	68,33%	75,00%	70,00%
Vito	<b>TYP24</b>	76,67%	80,00%	76,67%

**Tableau 8 : Pourcentage de non-mots corrects - Enfants DV**

Enfant	% mots corrects T0	% mots corrects T1	% mots corrects T2
<b>DV1</b>	50,00%	55,00%	43,33%
<b>DV2</b>	25,00%	33,33%	41,67%
<b>DV3</b>	70,00%	73,33%	68,33%
<b>DV4</b>	48,33%	53,33%	53,33%

## Annexe I : Pourcentage de consonnes correctes - Enfants TYP et DV

**Tableau 9 : Pourcentage de consonnes correctes (PCC) - TYP**

Groupe	Enfant	PCC T0	PCC T1	PCC T2
Tovi	<b>TYP01</b>	79,68%	85,89%	86,85%
Vito	<b>TYP02</b>	80,86%	87,20%	80,63%
Tovi	<b>TYP03</b>	76,65%	85,20%	87,15%
Vito	<b>TYP05</b>	90,12%	93,17%	92,40%
Tovi	<b>TYP07</b>	88,80%	89,56%	91,57%
Tovi	<b>TYP08</b>	88,40%	90,32%	88,66%
Tovi	<b>TYP09</b>	86,45%	90,84%	84,65%
Vito	<b>TYP10</b>	78,91%	83,87%	84,34%
Vito	<b>TYP11</b>	78,82%	87,35%	89,11%
Tovi	<b>TYP12</b>	84,00%	82,63%	83,47%
Tovi	<b>TYP13</b>	85,20%	89,60%	90,36%
Vito	<b>TYP14</b>	85,20%	88,40%	87,60%
Vito	<b>TYP15</b>	91,94%	92,00%	93,98%
Vito	<b>TYP16</b>	77,47%	84,06%	89,47%
Tovi	<b>TYP18</b>	84,80%	87,95%	86,96%
Vito	<b>TYP19</b>	89,20%	92,74%	94,33%
Vito	<b>TYP21</b>	79,84%	70,93%	78,40%
Tovi	<b>TYP22</b>	78,60%	88,19%	83,33%
Tovi	<b>TYP23</b>	84,46%	83,47%	84,40%
Vito	<b>TYP24</b>	90,44%	92,03%	89,20%

**Tableau 10 : Pourcentage de consonnes correctes (PCC) - DV**

Enfant	PCC T0	PCC T1	PCC T2
DV1	75,38%	73,85%	74,22%
DV2	60,52%	66,17%	67,27%
DV3	88,80%	83,73%	83,60%
DV4	68,82%	73,05%	75,88%

## Annexe J : Scores à l'épreuve de praxies - Enfants TYP et DV

**Tableau 11 : Scores des enfants TYP à l'épreuve de praxies**

Groupe	Enfant	Scores praxies /72 T0	Scores praxies /72 T1	Scores praxies /72 T2
Tovi	TYP01	66	68	68
Vito	TYP02	57	61	65
Tovi	TYP03	49	59	57
Vito	TYP05	66	66	69
Tovi	TYP07	66	70	67
Tovi	TYP08	58	58	59
Tovi	TYP09	60	64	62
Vito	TYP10	58	58	62
Vito	TYP11	62	62	69
Tovi	TYP12	62	65	66
Tovi	TYP13	65	70	66
Vito	TYP14	62	62	69
Vito	TYP15	66	65	68
Vito	TYP16	55	56	62
Tovi	TYP18	56	67	66
Vito	TYP19	60	64	67
Vito	TYP21	56	52	62
Tovi	TYP22	58	59	57
Tovi	TYP23	60	64	67
Vito	TYP24	63	64	66

**Tableau 12 : Scores des enfants DV à l'épreuve de praxies**

Enfant	Scores praxies /72 T0	Scores praxies /72 T1	Scores praxies /72 T2
DV1	55	58	55
DV2	45	46	48
DV3	57	57	58
DV4	58	55	65