

## **Étude de la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes chez les enfants francophones d'âge préscolaire**

**Auteur :** Mercier, Gabrielle

**Promoteur(s) :** Maillart, Christelle

**Faculté :** Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

**Diplôme :** Master en logopédie, à finalité spécialisée en voix

**Année académique :** 2021-2022

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/15643>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

Étude de la relation entre les fonctions  
orofaciales non-verbales et la précision de  
production des phonèmes chez les enfants  
francophones d'âge préscolaire

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master en Logopédie

Finalité spécialisée en Voix

Promotion : Madame Christelle Maillart

Supervision : Madame Morgane Warnier

Lecture : Monsieur Vincent Didone et Madame Audrey Gonzalez Leone

Université de Liège, Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Année académique 2021-2022

Gabrielle Mercier



## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier vivement ma promotrice, Madame Christelle Maillart, pour la promotion de ce mémoire et pour son regard expérimenté sur le sujet.

J'exprime également ma gratitude envers ma superviseuse, Madame Morgane Warnier, pour sa grande disponibilité, ses encouragements, ses conseils précieux et avisés, ainsi que son sens de l'organisation tout au long de la récolte des données. Ses pistes de réflexion pertinentes et le partage de ses connaissances dans le domaine oromyofonctionnel m'ont motivée, m'ont donné l'envie de fournir le meilleur de moi-même, et m'ont permis d'évoluer tout au long de l'élaboration de ce présent travail.

Mes sincères remerciements s'adressent également à mes deux lecteurs, Monsieur Vincent Didone et Madame Audrey Gonzalez Leone, pour l'intérêt et le temps accordés à la lecture de ce mémoire.

Je remercie tout particulièrement les enfants et leurs parents qui ont accepté de prendre part à cette étude longitudinale. Merci également aux directions et aux instituteurs et institutrices des différentes écoles pour leur coopération et leur accueil toujours chaleureux malgré les conditions qu'imposait la crise sanitaire.

Je souhaite également remercier vivement Monsieur Vincent Didone et Madame Annick Xhonneux pour leur regard professionnel quant aux analyses statistiques.

Mes remerciements vont également tout droit à ma maître de stage, Madame Catherine Jansen, pour le partage de ses connaissances dans le domaine oromyofonctionnel, qui seront très précieuses pour ma pratique future. Je la remercie pour la confiance qu'elle a placée en moi dans les prises en charge menées lors du stage au Centre Hospitalier Universitaire de Liège.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement ma famille et tout particulièrement mes parents pour leurs relectures minutieuses et pour leur soutien inconditionnel tout au long de mes études. Ce travail de fin d'études est le fruit de l'aboutissement d'un cycle rendu possible par eux. Merci du fond du cœur.

# Table des matières

<b>1. Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Théorie</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1. Les fonctions orofaciales non-verbales</b> .....	<b>9</b>
2.1.1. Définition et données développementales.....	9
2.1.2. Altérations des fonctions orofaciales non-verbales.....	15
<b>2.2. La fonction orofaciale verbale : précision de production des sons de la parole</b> .....	<b>20</b>
2.2.1. Définition et données développementales.....	20
2.2.2. Altération de la précision de production des sons de la parole .....	22
<b>2.3. Relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la fonction orofaciale verbale</b> .....	<b>26</b>
2.3.1. Pourquoi envisager une relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production de la parole ?.....	26
2.3.2. Altérations des fonctions orofaciales non-verbales et de la précision de production de la parole : mises en correspondance relevées chez les enfants dans la littérature.....	33
<b>3. Objectifs et hypothèses</b> .....	<b>36</b>
<b>3.1. Premier objectif et hypothèse associée</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2. Deuxième objectif et hypothèse associée</b> .....	<b>37</b>
<b>3.3. Troisième objectif et hypothèse associée</b> .....	<b>38</b>
3.3.1. Objectif alternatif et hypothèse associée.....	40
<b>3.4. Quatrième objectif et hypothèse associée</b> .....	<b>41</b>
<b>4. Méthodologie</b> .....	<b>44</b>
<b>4.1. Échantillon de participants</b> .....	<b>44</b>
<b>4.2. Récolte des données</b> .....	<b>46</b>
4.2.1. Déroulement.....	46
4.2.2. Outils utilisés .....	46
<b>4.3. Traitement des données récoltées</b> .....	<b>50</b>
4.3.1. Traitement des données orofaciales non-verbales.....	50
4.3.2. Traitement des données orofaciales verbales .....	52
4.3.3. Contrôle de la fidélité inter-juges et intra-juge .....	52
<b>4.4. Analyses statistiques</b> .....	<b>53</b>
4.4.1. Hypothèse 1 .....	54
4.4.2. Hypothèse 2 .....	54
4.4.3. Hypothèse 3 .....	54

4.4.4. Hypothèse 4 .....	56
<b>5. Résultats .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1. Statistiques descriptives .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2. Statistiques inférentielles .....</b>	<b>58</b>
5.2.1. Hypothèse 1 : relation entre les FONV et la précision de la FOV .....	58
5.2.2. Hypothèse 2 : évolution avec l'âge de la relation entre les FONV et la précision de la FOV ....	59
5.2.3. Hypothèse 3 : relation entre les FONV, la précision de la FOV et les habitudes de succion.....	59
5.2.4. Hypothèse 4 : évolution avec l'âge des FONV, de la précision de la FOV et des habitudes de succion .....	61
<b>6. Discussion .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1. Discussion des résultats.....</b>	<b>64</b>
6.1.1. Hypothèse 1 : relation entre les FONV et la précision de la FOV .....	64
6.1.2. Hypothèse 2 : évolution avec l'âge de la relation entre les FONV et la précision de la FOV ...	66
6.1.3. Hypothèse 3 : relation entre les FONV, la précision de la FOV et les habitudes de succion .....	67
6.1.4. Hypothèse 4 : évolution avec l'âge des FONV, de la précision de la FOV et des habitudes de succion .....	70
<b>6.2. Regard critique sur la méthodologie.....</b>	<b>74</b>
6.2.1. Outils d'évaluation.....	74
6.2.2. Conditions de passation .....	75
6.2.3. Taille de l'échantillon et données manquantes .....	75
6.2.4. Évaluation de l'atteinte de l'objectif principal.....	75
<b>7. Conclusion et perspectives .....</b>	<b>77</b>
<b>8. Bibliographie .....</b>	<b>80</b>
<b>9. Annexes .....</b>	<b>105</b>
Annexe 1 : Protocole de passation du Nordic Orofacial Test-Screening (Entretien et Examen) ....	105
Annexe 2 : Protocole de passation de l'épreuve de dénomination d'images .....	109
Annexe 3 : Questionnaire parental anamnestique .....	112
Annexe 4 : Résultats du test de normalité de Shapiro-Wilk en vue de l'analyse de variance simple.....	118
Annexe 5 : Résultats du test d'homogénéité des variances de Levene en vue de l'analyse de variance simple .....	118
Annexe 6 : Résultats du test de Shapiro-Wilk en vue du test de Student pour échantillons appariés .....	118
<b>10. Résumé .....</b>	<b>119</b>

## Liste des abréviations

FONV	Fonctions Orofaciales Non-Verbales
FOV	Fonction Orofaciale Verbale
TMO	Troubles Myofonctionnels Orofaciaux
NOT-S	Nordic Orofacial Test-Screening
PCC	Pourcentage de Consonnes Correctes
GCM	Générateurs Centraux de Mouvements
T1	1 <sup>er</sup> temps de récolte des données
T2	2 <sup>ème</sup> temps de récolte des données

## Liste des tableaux et graphiques

Tableaux		Pages
Tableau 1	Critères d'exclusion et informations associées	p. 45
Tableau 2	Variables étudiées et mesures associées	p. 47
Tableau 3	Domaines et items évalués dans le Nordic Orofacial Test-Screening (NOT-S) (traduit et adapté de Bergendal et al., 2014)	p. 48-49
Tableau 4	Variables étudiées, types de variables, mesures et scores maximaux associés	p. 53
Tableau 5	Données descriptives des variables quantitatives	p. 57
Tableau 6	Résultats des régressions linéaires simples entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes pour le T1 et pour le T2	p. 58
Tableau 7	Résultats de l'analyse de variance simple entre les habitudes de succion persistantes et les fonctions orofaciales non-verbales pour le T1	p. 60
Tableau 8	Résultats de l'analyse de variance simple entre les habitudes de succion persistantes et la précision de production des phonèmes pour le T1	p. 60
Tableau 9	Résultats du test t de Student pour l'analyse de l'évolution des scores avec l'âge	p. 61
Tableau 10	Répartition des participants (en pourcentage et en nombre) selon l'absence ou la présence d'une succion persistante au T1 et au T2	p. 62

Graphiques		Pages
Graphique 1	Répartition des participants (en nombre) selon l'absence ou la présence d'une succion persistante au T1 et au T2	p. 57
Graphique 2	Répartition des participants (en pourcentage) selon l'absence ou la présence d'une succion persistante au T1 et au T2	p. 62

# 1. Introduction

« Les fonctions orofaciales incluent une multitude d'actions vitales telles que respirer, mastiquer et déglutir, mais servent également de base pour les interactions sociales sur le plan de la parole, de la communication émotionnelle, des expressions faciales et de l'apparence. » (Bakke et al., 2007, p.77). Ces propos illustrent l'importance des fonctions orofaciales dans nos vies. Ces fonctions font donc l'objet de nombreuses études et semblent susciter de plus en plus l'intérêt des logopèdes.

Ce mémoire porte sur ces fonctions orofaciales et prend le parti de les étudier sous une dimension longitudinale en période préscolaire. Dans le cadre de cette étude, nous distinguons les fonctions orofaciales non-verbales (FONV) de la fonction orofaciale verbale (FOV).

Le développement des FONV est un processus complexe qui dépend de nombreux facteurs tels que l'âge, la croissance faciale, l'éruption dentaire, la maturation du contrôle nerveux, mais aussi la puissance et la coordination musculaires (Farges & Robin, 2019 ; Sampallo-Pedroza et al., 2014 ; Senez, 2015 ; Van Dyck et al., 2016). Face à cette multitude de facteurs pouvant influencer la maturation des FONV, il est aisé de comprendre que ces fonctions peuvent se trouver altérées. Ces dysfonctionnements portent un nom, ils font partie des "troubles myofonctionnels orofaciaux" (TMO). Plus précisément, les TMO sont définis comme un ensemble de schémas impliquant les muscles orofaciaux, qui impactent négativement le développement et/ou le fonctionnement normal des structures orofaciales (American Speech-Language-Hearing Association [ASHA], n.d.). En effet, les TMO présentent de nombreuses conséquences et peuvent aller jusqu'à impacter la qualité de vie (Leal et al., 2016 ; Larsson, 2010). Parmi ces conséquences, certains auteurs avancent un impact sur la fonction orofaciale verbale, et plus précisément une diminution de la précision de production des sons de la parole (Borox et al., 2018 ; Hale et al., 1988 ; Hitos et al., 2012 ; Wadsworth et al., 1998).

Le développement de cette fonction orofaciale verbale qu'est la parole évolue également avec l'âge (Kehoe et al., 2020 ; MacLeod et al., 2011 ; Sylvestre et al., 2020) et la maturation du contrôle neuro-moteur (Sampallo-Pedroza et al., 2014 ; Redford, 2019). Arriver à une production correcte et précise de tous les phonèmes prend plusieurs années. A l'instar des FONV, le développement de la parole est complexe et est soumis à diverses altérations. Nous verrons dans le cadre de ce mémoire celles qui se rapportent à la précision articulatoire. Les



troubles de l'articulation sont définis comme des altérations dans la production motrice des sons de la parole (ASHA, n.d.) et comprennent l'incapacité de produire des sons de la parole, ou la production déformée de ces sons (Kent, 2000).

Bien que certains auteurs mettent en relation les fonctions orofaciales de type non-verbal avec celle de type verbal, et lient leurs altérations respectives, à l'heure actuelle, la nature ni même l'existence de cette relation entre les altérations des FONV et les altérations de la précision de la parole ne sont clairement établies car elles manquent encore de preuves. C'est tout l'intérêt de ce mémoire qui a pour objectif d'étudier la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de la fonction orofaciale verbale, et ce, chez des enfants francophones tout-venant âgés de 4 ans et demi à 5 ans.

Quoi qu'il en soit, l'ensemble des auteurs traitant des fonctions orofaciales et plus particulièrement de leurs altérations s'accordent sur l'importance d'une évaluation précoce permettant, le cas échéant, une prise en charge précoce. En effet, en cas de dysfonctions, les causes et les conséquences de celles-ci peuvent s'entretenir entre elles, formant ainsi un cercle vicieux qu'il convient de prendre en charge aussi précocément que possible pour l'endiguer et ainsi en limiter l'impact (D'Onofrio, 2019). Pour une évaluation et un traitement optimaux, une connaissance du développement typique des fonctions de la sphère orofaciale et une compréhension des troubles myofonctionnels orofaciaux et des troubles articulatoires s'avèrent nécessaires. Ces domaines doivent encore faire l'objet de recherches pour garantir la meilleure approche clinique possible. A travers ce mémoire, nous tenterons d'apporter une pierre à l'édifice de cet objectif.

Dans un premier temps, une revue non-exhaustive de la littérature scientifique traitera des différentes fonctions orofaciales non-verbales en exposant leur développement typique et leurs dysfonctions respectives. Ensuite, nous aborderons la fonction orofaciale verbale à travers le développement typique et l'altération de la précision de production des phonèmes. Cette revue de la littérature se clôturera par l'exposition des raisons qui nous poussent à envisager une relation entre les FONV et la précision d'exécution de la FOV, suivie des mises en correspondances relevées à ce sujet dans la littérature. A la suite de cela, nous présenterons les objectifs et hypothèses qui participent à la visée de l'objectif principal de ce mémoire. Puis, nous détaillerons la méthodologie employée et présenterons les résultats obtenus. Enfin, nous discuterons de nos résultats et terminerons en présentant les perspectives futures.

## 2. Théorie

### 2.1. Les fonctions orofaciales non-verbales

#### 2.1.1. Définition et données développementales

Les fonctions orofaciales non-verbales font référence à toutes les fonctions que le squelette, les muscles et les nerfs de la sphère orofaciale permettent de réaliser, à l'exception de l'articulation de la parole, qui est une fonction orofaciale verbale (Piérart et al., 2015). Cette dernière sera développée ultérieurement dans ce mémoire. Les FONV sont donc le résultat de l'interaction des systèmes physiologique et neurologique (Bakke et al., 2007). Les différentes FONV citées dans la littérature varient quelque peu selon les auteurs, même si certaines d'entre elles sont citées de manière récurrente (Bakke et al., 2007 ; Larsson, 2010 ; Mogren, 2021, Nihi et al., 2015 ; Piérart et al., 2015). Ce mémoire s'intéressera aux six FONV mentionnées par Mogren en 2021, en raison de leur correspondance avec celles abordées par l'outil évaluant les FONV employé dans ce mémoire : la **respiration**, la **succion**, la **déglutition**, la **mastication**, le **contrôle salivaire** et l'**expression faciale**. Ces fonctions orofaciales non-verbales sont considérées comme vitales (Mogren, 2021 ; Bakke et al., 2007). Le terme "fonction" a toute son importance, car il est employé pour indiquer qu'elles ne se réfèrent pas seulement à des mouvements musculaires spécifiques, mais également aux différentes activités dans lesquelles ces muscles sont impliqués (Mogren, 2021).

Les données théoriques concernant le développement typique des FONV mentionnent qu'elles évoluent avec l'âge, la croissance faciale, l'éruption dentaire, la maturation du contrôle nerveux ainsi qu'avec la puissance et la coordination musculaires (Farges & Robin, 2019 ; Sampallo-Pedroza et al., 2014 ; Senez, 2015 ; Van Dyck et al., 2016). Bien qu'elles soient toutes regroupées sous la même appellation, chaque fonction suit son propre développement.

##### 2.1.1.1. La respiration

La respiration physiologique est de type nasal, car elle joue plusieurs rôles importants. D'abord, elle permet le filtrage des particules étrangères, mais également le réchauffement et l'humidification de l'air par son action thermohygrométrique (Piérart et al., 2015 ; Wolf et al., 2004). La qualité de l'air que reçoivent les poumons est donc assurée par ce biais. Ensuite, la respiration nasale permet la production d'oxyde nitrique qui est important pour la vasorégulation, la neurotransmission et les défenses immunitaires (Djupestrand et al., 2001).

Enfin, ce pattern de respiration est en faveur d'un développement harmonieux du massif crânio-facial (Piérart et al., 2015).

D'un point de vue développemental, le pattern de respiration nasale se met en place dès la naissance, et sera conservé tout au long de la vie chez une personne au développement typique (Brambrink & Braun, 2005 ; Reyt, 2003 ; Taner & Saglam-Aydinatay, 2013). Au moment où la respiration nasale se met en place, il est intéressant de noter qu'elle s'associe avec la coordination des fonctions de succion et de déglutition (Garber, 2013).

#### 2.1.1.2. La succion

La succion constitue la première activité musculaire coordonnée du nourrisson (Hafström & Kjellmer, 2000 ; Turgeon-O'Brien et al., 1996 ; Huon, 2018). En effet, Thibault (2017) explique que chez le nourrisson sain en état d'appétence, la succion est assurée par une contraction des lèvres sur le mamelon ou la tétine, une dépression buccale et une force de compression linguale contre le palais. La succion est primordiale à la survie du nouveau-né pour se nourrir, mais elle lui permet également de développer sa motricité orale, d'augmenter son tonus musculaire et de favoriser un bon développement de la fonction orale et de la morphologie orofaciale (Huon, 2018 ; Paolantonio et al., 2019). Ce type de succion, qui représente un instinct naturel chez le nourrisson, est appelé succion nutritive en référence à son rôle d'apport des nutriments essentiels. En outre, il n'est pas rare que le bébé développe également un autre type de succion appelé non-nutritive (Huon, 2018). Ce second type assure une sensation de chaleur et un sentiment de sécurité et de réconfort (Turgeon-O'Brien et al., 1996 ; Piérart et al., 2015). D'après Piérart et al. (2015), la succion non-nutritive pourrait se développer sur un fond d'immaturité affective. En ce qui concerne la nature de l'objet sucé, elle peut être diverse : le mamelon ou la tétine de biberon pour la succion nutritive, et les doigts, les lèvres, la langue ou tout autre objet pour ce qui est de la succion non-nutritive (Burr et al., 2021).

Les données développementales indiquent que la succion est d'abord un réflexe qui débute pendant la vie intra-utérine, autour de la 12<sup>ème</sup> semaine de gestation (Hafström & Kjellmer, 2000 ; Popescu et al., 2008). A la naissance, le pattern de succion est qualifié par le terme « suckling », qui fait référence à des mouvements linguaux principalement antéropostérieurs, en raison du peu de place disponible pour la langue dans la cavité buccale. Vers 4 mois, le pattern de succion évolue en raison de l'agrandissement de la cavité buccale, ce qui laisse plus de place à la langue et lui permet de réaliser des mouvements amples de haut en

bas. Ce second pattern de succion est appelé « sucking » (Huon, 2018). Entre 18 et 21 mois, l'étude d'Houb-dine et ses collègues (2011) révèle un regain maximal du besoin de succion. Ensuite, ces auteurs expliquent que la plupart des enfants cessent d'eux-mêmes l'habitude de succion entre l'âge de 2 et 4 ans, car ils passent plusieurs heures d'éveil à explorer leur environnement et sont donc moins longtemps passifs. Pour ceux qui ne cessent pas tout seul, les parents les aident généralement à se débarrasser de cette habitude après l'âge de 4 ans. Si cette aide n'aboutit pas, l'habitude de succion peut se maintenir au-delà de cet âge. Cependant, les données théoriques rapportent que ce comportement de succion devient déconseillé dès l'apparition de la dentition primaire, afin de limiter au maximum toute interférence avec le développement dentaire et maxillaire (Borrie et al., 2015 ; Bouyahyaoui et al., 2007 ; Gil et al., 2021 ; Piérart et al., 2015).

### 2.1.1.3. La déglutition

La déglutition mature est un processus qui se décompose en trois temps successifs : le temps buccal, le temps pharyngé et le temps œsophagien (Woisard & Puech, 2011). Seul le premier temps peut être contrôlé volontairement (Farges & Robin, 2019 ; Panara et al., 2020 ; Piérart et al., 2015 ; Schwemmler & Arens, 2018 ; Woisard & Puech, 2011). La fonction de déglutition est répétée 1500 à 2000 fois par jour à l'état d'éveil et pendant le sommeil. Il est alors aisé de comprendre que la répétition aussi fréquente de la même séquence de mouvements se doit d'être exécutée de manière physiologique, pour favoriser un développement harmonieux des étages inférieur et moyen de la face (Piérart et al., 2015).

D'un point de vue développemental, la déglutition apparaît chez le fœtus entre la 10<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> semaine de gestation (Malandraki & Arkenberg, 2021 ; Mohad et al., 2020 ; Panara et al., 2020). Pendant cette période de la vie intra-utérine, la déglutition, la succion et les mouvements du pharynx vont augmenter en fréquence, jusqu'à ce que la succion et la déglutition commencent à se coordonner de façon constante au cours du troisième trimestre (Malandraki & Arkenberg, 2021 ; Panara et al., 2020). D'après Malandraki et Arkenberg (2021), cette déglutition fœtale pose les bases en termes de pattern pour la déglutition qui est décrite dès la naissance. Du nourrisson jusqu'à l'âge adulte, l'évolution de la fonction de déglutition est marquée par deux stades qui se distinguent par leur pattern. Le premier stade est retrouvé chez le nourrisson et le jeune enfant et est appelé déglutition primaire ou infantile. La succion et la déglutition restent fortement liées et coordonnées lors de ce stade. Ce pattern de déglutition est caractérisé par un appui lingual sur le sphincter labial entre les arcades dentaires

et une forte contraction des lèvres (Piérart et al., 2015). Ensuite, la transition vers le stade de déglutition dite secondaire ou adulte, se réalise progressivement sous l'influence de la maturation des schémas neuro-musculaires, de l'éruption dentaire et du développement de la mastication (Farges & Robin, 2019 ; Piérart et al., 2015). La déglutition secondaire est quant à elle caractérisée par une fermeture buccale et un appui lingual sur la papille palatine (Piérart et al., 2015). Thivichon-Prince et ses collaborateurs (2019) affirment que la période préscolaire est une période clé dans le passage de la déglutition primaire à la déglutition secondaire, évaluant qu'il a lieu entre 3 et 7 ans. Cependant, cette tranche d'âge ne fait pas l'unanimité dans la littérature car d'autres auteurs affirment que la transition se fait plutôt entre 6 mois et 6 ans (Senez, 2015), ou encore entre 18 mois et 9 ans (Farges & Robin, 2019 ; Piérart et al., 2015). Quelle que soit la durée de cette période, Christensen et Hanson (1981) ont donné un nom au pattern de déglutition qui a lieu pendant cette transition : la déglutition inconstante.

#### 2.1.1.4. La mastication

La mastication est le résultat d'une activité extrêmement complexe du système neuromusculaire. Elle nécessite en effet une mise en action coordonnée des différentes parties du système masticatoire : les muscles masticateurs, les dents, les tissus environnants, la mandibule, les articulations temporo-mandibulaires, sans oublier les lèvres, les joues, le palais et la langue (Piérart et al., 2015). La fonction de mastication est caractérisée par la succession ininterrompue de cycles masticatoires. Royannez (2018) définit ces derniers comme étant une succession de mouvements rythmiques d'appositions et de séparations des arcades. Il s'agit plus précisément d'enchaînements d'abaissements et d'élévations de la mandibule, associés à des mouvements de propulsion, rétropulsion et de diduction. Limme (2002) précise que la durée des cycles varie selon la nature et la texture de l'aliment. L'objectif final de cette fonction est la constitution du bol alimentaire pour le rendre apte à être dégluti (Piérart et al., 2015). Un pattern de mastication est considéré comme physiologique lorsqu'il est unilatéral et alterné (Royannez, 2018).

Les données provenant d'études chez des enfants au développement typique soutiennent que la mastication s'amorce dès 6 mois, au moment de la diversification alimentaire. Son apparition est concomitante au réflexe de morsure qui accompagne l'éruption des dents de lait (Piérart et al., 2015 ; Almotairy et al., 2018). La maturation de la mastication est fonction des modifications de l'environnement buccal, de la maturation des circuits nerveux et du mode de nutrition (Almotairy et al., 2018). Les conclusions sur l'âge auquel la maturation de l'efficacité

de la mastication est atteinte varient selon les études, mais surtout selon la méthodologie employée pour quantifier cette efficacité. Les estimations des différentes études vont de 8 mois à 18 ans. Ce constat est le reflet de la complexité et de la variabilité du développement de cette fonction orofaciale.

#### 2.1.1.5. Le contrôle salivaire

Le contrôle salivaire est favorisé par la coordination fine des lèvres, de la langue et du pharynx, et plus précisément par la vidange régulière du vestibule, par le réflexe de déglutition et par la pression des muscles buccinateurs et du plancher buccal antérieur. L'objectif principal visé par cette fonction est de limiter le bavage (Brix & Raphaël, 2002). Le débit salivaire moyen pendant l'enfance est influencé par divers facteurs tels que l'avancée en âge, la maturation des fonctions sensori-motrices, l'éruption des dents, les changements alimentaires, la mastication (Bourdiol et al., 2004), mais également par des stimuli environnementaux et des conditions comme la température et l'humidité (Van Hulst et al., 2018).

Au niveau développemental, notons tout d'abord que la perte involontaire de salive par la bouche commence à apparaître lorsque les nourrissons gardent leur tête en position couchée ou lorsqu'ils commencent à porter des jouets à la bouche, soit vers 2-3 mois. (Carruth & Skinner, 2002 ; Van Hulst et al., 2018). Chez les enfants au développement typique, la bave tend ensuite à diminuer car le contrôle salivaire se développe en raison de la maturation des fonctions sensori-motrices orales (Meningaud et al., 2006). Le développement du contrôle de la salive peut être considéré comme un processus couplant la perception et l'action motrice (Rotem-Kohavi et al., 2014). En effet, les enfants d'âge préscolaire doivent apprendre à coupler les expériences sensorielles telles que sentir de la salive dans la cavité buccale ou qui coule le long des lèvres ou du menton, à des réponses motrices adéquates comme aspirer une goutte glissant sur les lèvres et former un bolus de salive avant de déglutir. Ces expériences sensori-motrices sont considérées comme cruciales dans le développement précoce du contrôle salivaire (Van Hulst et al., 2018). En 2018, Van Hulst et ses collaborateurs déclarent que la littérature actuelle ne documente aucun stade de développement typique du contrôle de la salive. En outre, il n'existe pas encore de consensus sur l'âge auquel le contrôle salivaire devrait être mature. De nombreux auteurs affirment que cet âge se situe vers 4 ans (Chaleat-Valayer et al., 2016 ; Fairhurst & Cockerill, 2011 ; Johnson et al., 2001 ; Scully et al., 2009), tandis que d'autres situent cet âge à 6 ans (Crysdale et al., 2006).

#### 2.1.1.6. L'expression faciale

La sphère orofaciale est l'un des canaux les plus puissants de la communication non-verbale d'après De la Torre et Cohn (2011). En effet, ces auteurs expliquent que l'expression faciale peut fournir des indices à la fois sur l'émotion, l'intention, la vigilance, la douleur, mais aussi sur la personnalité. La réalisation des expressions faciales implique l'ensemble des muscles peauciers ainsi que le nerf facial (Brix & Raphaël, 2002). La bouche, et plus particulièrement les lèvres, occupent une place importante dans toutes les FONV précédemment décrites, mais également dans cette fonction (Vivier, 2013). En effet, Brix et Raphaël ont déclaré à ce propos que les lèvres représentaient le « lien organique entre l'émotion et son expression » (2002, p.2), plaçant ainsi les lèvres au rang d'acteur principal dans la fonction d'expression faciale, aux côtés des yeux et des sourcils ajoutés par Vivier (2013). Acquérir des compétences de contrôle de l'expression faciale sert deux fonctions, l'une interindividuelle et l'autre intra-individuelle : la gestion de l'interaction sociale et la gestion de l'émotion vécue (Ceschi & Scherer, 2001).

À ce jour, la plupart des données de la littérature sur la production des expressions faciales concernent les adultes. Il n'y a alors que peu de données développementales à propos de cette fonction, pourtant importante dès le plus jeune âge et tout au long de la vie (Grossard et al., 2018). Parmi les quelques recherches étudiant le développement typique de cette fonction, celle de Ceschi et Scherer (2001) affirme l'existence d'une compétence précoce de contrôle de l'expression faciale. Selon ces auteurs, dès la période préscolaire, les enfants apprennent à moduler leur expression faciale spontanée afin d'adapter leurs interactions aux règles du milieu social dans lequel ils grandissent. Cependant, ces compétences précoces de contrôle qui seraient présentes en période préscolaire ne permettent pas une production aussi précise des différentes expressions faciales que celle des adultes. En effet, l'étude de Grossard et ses collaborateurs (2018) chez des enfants âgés de 6 à 11 ans révèle que cette précision augmente significativement avec l'âge. Les auteurs ajoutent que les enfants de 11 ans ne produisent toujours pas aussi précisément les expressions que les adultes, démontrant ainsi que la maturation de cette fonction est un processus qui continue après l'âge de 11 ans. Le contrôle et la précision de cette fonction dépendent en réalité de plusieurs aspects : le développement cognitif, la maturation des mécanismes d'inhibition pour inhiber les expressions spontanées (Ceschi & Scherer, 2001), sans oublier la maturation du contrôle nerveux de la motricité orofaciale, permettant ainsi

d'initier volontairement des expressions et de les produire de manière précise (McAllister & Lundeborg, 2013 ; Sampallo-Pedroza et al., 2014).

## 2.1.2. Altérations des fonctions orofaciales non-verbales

### 2.1.2.1. Définition

Chacune de ces FONV peut être sujette à des altérations, et tous ces dysfonctionnements peuvent être considérés comme faisant partie des “troubles myofonctionnels orofaciaux”. Ils sont définis comme étant un ensemble de schémas impliquant les muscles orofaciaux, qui impactent négativement le développement et/ou le fonctionnement normal des structures orofaciales (ASHA, n.d.). Les TMO sont retrouvés aussi bien chez les enfants, que chez les adolescents et les adultes (Billings et al., 2018).

### 2.1.2.2. Signes et symptômes chez l'enfant

Dans la littérature, les signes et symptômes des TMO chez l'enfant varient fortement d'un auteur à l'autre. D'ailleurs, Rohrbach et ses collaborateurs (2018) ont mis en cause cette grande variabilité de symptômes dans la difficulté de réaliser une classification fiable de ces troubles. Parmi les signes de TMO chez des enfants tout-venant, nous retrouvons des caractéristiques fonctionnelles des fonctions orofaciales non-verbales. Dans un souci de cohérence, nous aborderons les signes fonctionnels se rapportant aux FONV précédemment présentées. Ce qui suit est donc une présentation non-exhaustive des signes de TMO.

Commençons par aborder les signes d'une **altération de la fonction de respiration**. Un signe fonctionnel fréquemment cité dans la littérature est une modification du pattern de respiration diurne et/ou nocturne, entraînant un pattern de respiration buccale ou plus fréquemment mixte, c'est-à-dire à la fois nasale et buccale (ASHA, n.d. ; Mason, 2008). Selon Hitos et ses collaborateurs (2012), un individu est considéré comme respirateur buccal lorsque, lors de la respiration, le flux d'air passe la plupart du temps par la bouche plutôt que par le nez, et ce pendant une période minimale de six mois. Un pattern de respiration buccale ou mixte peut s'installer lorsque respirer par le nez est difficile pour des raisons obstructives ou dysfonctionnelles (Lima et al., 2004 ; Milanesi et al., 2018). Une tendance à la respiration buccale a de nombreuses répercussions dento-maxillo-faciales telles que, au repos ou en fonction, des lèvres entrouvertes, une position linguale protrusive et/ou basse pouvant entraîner une propulsion et/ou un abaissement mandibulaire, un hypodéveloppement du maxillaire ou encore une diminution de la tonicité des muscles orofaciaux (Bouyahyaoui et al., 2007). Ces



aménagements sont mis en place pour compenser la réduction du débit nasal et faciliter la respiration par la bouche (Harari et al., 2010). Notons que l'étude des troubles myofonctionnels orofaciaux est assez complexe, et cette modification du pattern physiologique de respiration en est la preuve. En effet, cette dernière est à la fois considérée comme un signe de TMO, mais également comme une cause car elle est susceptible d'impacter d'autres FONV (ASHA, n.d.). A titre d'exemple, une forte tendance à la respiration buccale peut impacter l'efficacité de la déglutition (Zicari et al., 2009) en entraînant une position linguale basse persistant lors de la réalisation de cette fonction (McKeown & Macaluso, 2017), qui elle-même peut provoquer une diminution de la force musculaire nécessaire pour la propulsion du bolus (Azevedo et al., 2018; Pereira et al., 2001). En outre, un pattern préférentiel de respiration buccale peut être à l'origine d'une diminution de l'efficacité de la mastication, en entraînant une interruption des mouvements masticatoires car il est difficile de mâcher et de respirer simultanément pendant des périodes de temps étendues (Ikenaga et al., 2013; Nagaiwa et al., 2016).

Ensuite, l'**altération de la fonction de déglutition** est liée à plusieurs signes qui peuvent diverger selon les auteurs. Les signes les plus fréquemment cités se rapportent à la position linguale. En effet, la langue, à l'instar de sa place dans la cavité buccale, a une place centrale dans la définition d'un pattern de déglutition dysfonctionnel. Parmi ces signes présents lors de la déglutition, nous pouvons citer une interposition de la langue entre les arcades dentaires, un contact entre la langue et les dents antérieures ou latérales (ASHA, n.d. ; Maspero et al., 2014 ; Piérart et al., 2015) et/ou un contact linguo-palatal hypotonique lors de la propulsion du bolus (ASHA, n.d.). D'autres signes ne se rapportant pas à la langue sont également cités dans la littérature tels qu'une diminution de la mobilisation de la mandibule et/ou des contractions anormales des muscles péri-oraux lors de la déglutition (Maspero et al., 2014). Plus globalement, un pattern de déglutition primaire qui persiste anormalement avec l'âge est également considéré comme un signe de déglutition dysfonctionnelle (Maspero et al., 2014).

Concernant l'**altération de la fonction de mastication**, elle peut quant à elle être marquée par une augmentation du nombre de cycles masticatoires, une augmentation de la durée de l'acte, une augmentation de l'activité des muscles masticatoires pour aider à la réduction du bolus (Billings et al., 2018 ; Farges & Robin, 2019), un défaut de fermeture labiale et/ou une modification de la latéralité (Valera et al., 2003). Tous ces signes fonctionnels pris

indépendamment ou de manière combinée diminuent l'efficacité de la fonction masticatoire (Arslan et al., 2020).

A propos de l'**altération de la fonction du contrôle salivaire**, elle peut se traduire par du bavage (ASHA, n.d. ; Bavikatte et al., 2012 ; Fairhurst & Cockerill, 2011) mais aussi de la sécheresse buccale (Bavikatte et al., 2012 ; Fairhurst & Cockerill, 2011). D'une part, les signes associés à cette dysfonction peuvent s'apparenter à un dysfonctionnement dans le contrôle bucco-moteur et donc être d'ordre moteur. Plus précisément, nous pouvons retrouver une faible continence labiale, un contrôle moteur inefficace de la langue (Bavikatte et al., 2012 ; Fairhurst & Cockerill, 2011), et/ou une coordination motrice altérée des muscles intra- et extra-buccaux (Fairhurst & Cockerill, 2011 ; Scully et al., 2009). D'autre part, nous retrouvons des signes d'ordre sensoriel comme un manque de sensations somatiques et tactiles intra- et extra-buccales (Bavikatte et al., 2012 ; Fairhurst & Cockerill, 2011). En outre, le contrôle de la tête et la posture de l'individu sont également des aspects importants qui peuvent entrer en jeu dans l'altération de cette fonction (Fairhurst & Cockerill, 2011). Notons également qu'une déglutition inefficace (Bavikatte et al., 2012) peut impacter le fonctionnement du contrôle salivaire.

Enfin, d'un point de vue fonctionnel, l'**altération de la fonction d'expression faciale** est principalement liée à un dysfonctionnement du contrôle moteur fin et/ou de la coordination fine des muscles orofaciaux (Newmeyer et al., 2007). En guise de complément d'information, il est intéressant de noter ce que rapportent les résultats de l'étude expérimentale de Brun chez des enfants de 3 à 6 ans, confirmés par d'autres études (Denham, 1998 ; Saarni, 1999). Les expressions faciales à connotation négative sont moins bien produites que celles à connotation positive. Brun (2001) tente d'expliquer ce résultat par deux raisons : les expressions faciales négatives requièreraient la mobilisation d'un plus grand nombre de groupements musculaires et elles impliqueraient un contrôle facial plus général qui n'est pas encore correctement maîtrisé durant la période préscolaire.

### 2.1.2.3. Parafonction : la succion persistante

Comme nous l'avons vu précédemment, la succion est d'abord une fonction tout à fait physiologique car il s'agit avant tout d'un réflexe qui répond au besoin de se nourrir chez le nourrisson (Sergueef, 2021 ; Huon, 2018). Ensuite, chez le très jeune enfant, le comportement de succion peut également répondre aux besoins de sécurité et de réconfort (Gil et al., 2021 ; Piérart et al, 2105). Lorsque la **succion persiste** alors que sa finalité n'est plus à proprement liée à des actes nécessaires à la survie, elle n'est plus qualifiée de fonction mais bien de

**parafonction.** C'est toute la subtilité sémantique qu'apporte l'ajout du préfixe « para » (Gil et al., 2021). Dans la littérature, on parle également d'habitude de succion, en contraste avec le besoin de succion. En effet, l'enfant ayant atteint un certain niveau de maturité affective et psychologique, il ne doit plus ressentir le besoin de succion et doit en venir à l'abandonner progressivement.

L'âge auquel l'habitude de succion est considérée comme persistante ou comme une parafonction n'a pas encore fait l'objet d'un consensus. L'ASHA (n.d.) situe cet âge à 1 an, tandis que la majorité des auteurs s'accordent pour dire qu'une succion qui perdure au-delà de 3 ans est considérée comme une parafonction, également appelée habitude persistante dans la littérature (Huon, 2018 ; Paolantonio et al., 2019 ; Poyak, 2006 ; Sousa et al., 2014 ; del Conte Zardetto et al., 2002). D'autres auteurs encore situent cet âge à la fin de la période préscolaire, c'est-à-dire à 5-6 ans (Bassigny, 2002 ; Bouyahyaoui et al., 2007).

Quoi qu'il en soit, les auteurs sont unanimes sur le fait que ce comportement de succion devient déconseillé dès l'apparition de la dentition primaire, afin de limiter au maximum toute interférence avec le développement dentaire et maxillo-faciale (Borrie et al., 2015 ; Bouyahyaoui et al., 2007 ; Gil et al., 2021 ; Piérart et al., 2015). D'après Eftekharian et ses collaborateurs (2019), si les habitudes de succion sont arrêtées avant l'âge de 6 ans, âge moyen de l'apparition de la dentition primaire, les changements dentaires sont souvent réversibles. En revanche, les enfants qui abandonnent leur habitude après l'âge de 6 ans présentent toujours des malocclusions après l'âge de 12 ans d'après ces auteurs. Cette parafonction a effectivement une influence modelante néfaste sur les structures de la sphère oro-faciale dont elles perturbent l'équilibre, mais également sur les fonctions de cette sphère. Parmi les conséquences nocives possibles sur l'architecture maxillo-faciale, nous pouvons citer des déformations alvéolaires telles qu'une proalvéolie supérieure et une rétroalvéolie inférieure, ainsi que des déformations basales telles que la prognathie maxillaire et la rétrognathie inférieure (Bouyahyaoui et al., 2007), entraînant ainsi des malocclusions (Gil et al., 2021). De plus, chez les enfants présentant une succion persistante, les anomalies associées fréquemment rencontrées sont une langue en position basse (Piérart et al., 2015) ou s'interposant entre les arcades dentaires au repos ou en fonction, une sangle labiale hypotonique, une tendance à la bouche ouverte (Courson et al., 2021), une diminution de la conscience orale (Fox et al., 2002) ou encore une réduction du contrôle oro-moteur (Fox et al., 2002 ; Medeiros et al., 2009). Ces effets délétères de la durée prolongée des habitudes de succion peuvent impacter le bon déroulement des fonctions

orofaciales (Burr et al., 2021 ; Mason, 2008). En effet, l'entretien d'un pattern de respiration buccale ou mixte (Courson et al., 2021 ; Góis et al., 2008), la persistance d'une déglutition primaire (Courson et al., 2021 ; Da Costa et al., 2008), l'interférence avec l'efficacité de la fonction masticatoire chez les enfants d'âge préscolaire (Pires et al., 2012) ou encore un trouble de la précision articulatoire (Baker et al., 2018 ; Barbosa et al., 2009 ; Burr et al., 2021 ; Courson et al., 2021 ; Fox et al., 2002 ; Pereira et al., 2017) sont des troubles fonctionnels qui peuvent être associés à cette parafonction. Notons toutefois que tous les enfants qui présentent une habitude de succion persistante ne font pas nécessairement face aux conséquences précédemment citées, tout dépendra de la durée, de la fréquence et de l'intensité de la succion.

#### 2.1.2.4. Causes

Les causes des altérations des FONV chez des enfants tout-venant sont multifactorielles (Mason ; 2008). D'une manière générale, ces dysfonctions peuvent résulter de facteurs génétiques, comportementaux et environnementaux qui peuvent également interagir entre eux (ASHA, n.d. ; Logemann, 2007 ; Maspero et al., 2014).

#### 2.1.2.5. Conséquences

Toutes ces altérations des FONV ainsi que l'habitude de succion persistante ne sont pas sans conséquences. De manière générale, elles sont susceptibles d'entraîner des modifications à la fois structurelles et fonctionnelles. Les répercussions structurelles les plus fréquemment rapportées sont des modifications de la morphologie et du développement du massif crânio-facial, ainsi que des malocclusions dentaires (Gatignol & Chapuis 2021 ; D'Onofrio, 2019 ; Harari et al., 2010 ; Maspero et al., 2014 ; Mogren, 2021 ; Paolantonio et al., 2019 ; Zicari et al., 2009). D'Onofrio (2019) explique que ces dysmorphoses favorisent elles-mêmes l'entretien des dysfonctions, formant ainsi un cercle vicieux qui peut rendre difficile la différenciation des causes et conséquences des TMO.

En outre, depuis plusieurs années et encore actuellement, de nombreux auteurs s'accordent pour dire que les diverses altérations des fonctions orofaciales non-verbales peuvent coexister entre elles et relèvent même une possible relation de cause à effet (Grippaudo et al., 2016 ; Hale et al., 1992 ; Harari et al., 2010 ; Hitos et al., 2012 ; Junqueira et al., 2010 ; Maspero et al., 2014 ; Milanesi et al., 2018 ; Mogren, 2021 ; Wadsworth et al., 1998 ; Zicari et al., 2009).

Des études ont également démontré que les TMO, notamment un pattern préférentiel de respiration buccale, pouvaient entraîner chez des enfants tout-venant des troubles des apprentissages (Kuroishi et al., 2015 ; Ribeiro et al., 2016), des troubles comportementaux (Chervin et al., 2002 ; De Menezes et al., 2006), ou encore une diminution de la qualité de vie (Leal et al., 2016 ; Larsson, 2010).

Enfin, certains auteurs ajoutent à cette longue liste de conséquences, une diminution de la précision de production des phonèmes (Borox et al., 2018 ; Hale et al., 1988 ; Hitos et al., 2012 ; Wadsworth et al., 1998). Cependant, à l'heure actuelle, la nature ni même l'existence de cette relation entre les altérations des FONV et les altérations de la précision de la parole ne sont clairement établies car elles manquent encore de preuves. C'est tout l'intérêt de ce mémoire qui vise à étudier la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de la fonction orofaciale verbale.

## **2.2. La fonction orofaciale verbale : précision de production des sons de la parole**

### **2.2.1. Définition et données développementales**

La précision de production des sons de la parole abordée dans ce mémoire fait référence à la précision articulatoire et fait donc partie du domaine de l'articulation, car elle est par définition liée à la production motrice des sons de la parole (ASHA, n.d). Kent (2000) explique de manière plus détaillée que l'articulation repose sur les systèmes moteurs pour la planification et la mise en œuvre de séquences complexes de mouvements rapides et précis, intégrant les structures anatomiques orofaciales fixes et mobiles.

À l'instar des FONV, produire de manière précise les sons de la parole, aussi appelés phonèmes, est un processus très complexe qui repose sur une interaction entre les systèmes physiologique et neurologique (Hixon et al., 2018).

D'une part, le système physiologique fait notamment référence à l'intégrité physique et au bon fonctionnement des organes phonateurs tels que la cavité buccale, plus précisément la langue, les lèvres, le maxillaire, la mandibule, les joues, les dents, le palais osseux et le voile du palais, mais également les fosses nasales, le pharynx et le larynx. (Dediu et al., 2021). La liste de certains de ces organes vous laisse probablement une impression de déjà-vu, car la plupart d'entre eux jouent également un rôle dans certaines fonctions orofaciales non-verbales précédemment abordées.

D'autre part, produire précisément les phonèmes nécessite un système neurologique performant. C'est effectivement grâce au contrôle neuro-musculaire de la parole que les organes phonateurs peuvent faire preuve d'une coordination flexible, rapide et précise (Redford, 2019).

D'un point de vue développemental, les données indiquent que cela prend plusieurs années pour arriver à de telles qualités de performance. La précision de production de la parole évolue effectivement avec l'âge (Kehoe et al., 2020 ; MacLeod et al., 2011 ; Sylvestre et al., 2020), mais également avec la maturation du contrôle neuro-moteur (Sampallo-Pedroza et al., 2014 ; Redford, 2019). Le développement du contrôle de la motricité fine de la parole se réalise donc lentement (Smith & Zelaznik, 2004). Selon le modèle proposé par Redford (2019), les enfants commencent à acquérir des représentations motrices internes holistiques lors des tentatives de production des premiers mots. Ensuite, avec les échecs de communication qui augmentent de manière significative avec la taille du vocabulaire, un contrôle par feedback se met en place (Smith & Zelaznik, 2004). Les données développementales avancent que la présence de ces échecs et l'émergence progressive d'un feedback dans le contrôle moteur de la parole motive l'apparition de représentations motrices plus précises vers l'âge de 18 mois (McAllister Byun et al., 2016 ; Redford, 2019 ; Smith & Zelaznik, 2004). Ensuite, en période préscolaire, la motricité fine de la parole gagne fortement en compétence avec le développement co-occurent d'une attention sélective à la rétroaction auditive (Redford, 2019). Selon Martinez et Puelles (2011) ainsi que Boysson-Bardies (1996), le contrôle moteur de la parole est déjà performant à l'âge de 4 ans, mais pas encore assez précis. En effet, il s'affinera tout au long de l'enfance et ce ne serait que vers le milieu de l'adolescence que le contrôle précis du rythme articulatoire serait mature (Martinez & Puelles, 2011 ; Smith & Zelaznik, 2004 ; Redford, 2019). Mogren (2021) confirme ces propos en expliquant que les enfants ont été décrits comme ayant moins de précision dans leurs mouvements articulatoires comparés aux adultes. Des mouvements plus stables et une variation réduite de ces mouvements pendant l'articulation sont les résultats de cette lente maturation du contrôle neuro-moteur (Grigos, 2009).

Maintenant que nous en avons découvert plus sur le développement typique de la précision de la FOV, nous allons explorer plus spécifiquement l'état de cette précision articulatoire chez les enfants francophones au développement typique, âgés de 4 ans et demi à 5 ans. Étant donné que les données de la littérature sont davantage exprimées en mois, notons que cela équivaut à la tranche d'âge de 54 à 60 mois. Précisons tout d'abord que peu d'études décrivent cela chez les enfants francophones monolingues, et encore moins chez des enfants

âgés entre 54 et 60 mois (Kehoe et al., 2015). En effet, la plupart des études se concentrent sur les enfants jusqu'à 48 mois. Valizadeh et ses co-auteurs (2013) ont apporté une explication quant à la raison de cette tranche d'âge limitée dans les études en démontrant que la précision articulatoire chez les enfants tout-venant connaissait sa plus forte croissance entre 36 et 46 mois et sa plus faible entre 46 et 60 mois. L'étude de MacLeod et ses collègues (2011) a permis de déterminer les normes du pourcentage de consonnes correctes (PCC) chez des enfants francophones canadiens au développement typique. Notons que cette mesure du PCC est couramment employée car son reflet de la précision de production de la parole a été approuvé par de nombreux auteurs (Alighieri et al., 2021 ; Brosseau-Lapré et al., 2018 ; Dale et al., 2020 ; Flint & Ingham, 2005 ; Shriberg et al., 1997). D'après l'étude de MacLeod et al. (2011), il s'avère que la moyenne du PCC chez les enfants âgés de 48 à 53 mois était de 95,3% sur base de toutes les consonnes du français en positions initiale, médiane et finale de mot. Ces résultats ont été confirmés par une récente étude menée par Kehoe et ses collaborateurs en 2020 chez des enfants francophones au développement typique. Ceux âgés de 48 mois ont présenté un PCC de 95,43%. Enfin, Rvachew et ses collègues (2013) visaient par leur étude à déterminer des données normatives sur la précision de production de la parole chez des enfants au développement typique. Ces derniers étaient des canadiens francophones monolingues et bilingues de maternelle et de première primaire, donc de même nationalité que dans les deux études précédentes, mais une partie de cet échantillon était plus âgée. Les résultats ont montré que les enfants monolingues de maternelle, c'est-à-dire âgés de 48 mois ont obtenu un PCC de 90,37%, tandis que ceux de première primaire, ayant donc 72 mois ont obtenu un PCC de 94,15%.

## 2.2.2. Altération de la précision de production des sons de la parole

### 2.2.2.1. Définition

Comme nous l'avons vu ci-dessus, la précision de production des phonèmes telle qu'abordée dans ce mémoire fait référence à la précision articulatoire et fait donc partie du domaine de l'articulation. Par conséquent, son altération peut se traduire par un trouble articulatoire. Les troubles de l'articulation sont définis comme des altérations dans la production motrice des sons de la parole (ASHA, n.d.) et comprennent l'incapacité de produire des sons de la parole, ou la production déformée de ces sons (Kent, 2000).

L'analyse des erreurs en cas de troubles de l'articulation se concentre sur les erreurs dans la production des phonèmes pris individuellement (ASHA, n.d. ; Bernthal et al., 2017).

Cette approche d'analyse des erreurs rejoint l'une de celles proposées par Brosseau-Lapré et ses collaborateurs en 2018, appelée approche traditionnelle linéaire. Cette approche part de l'idée qu'une erreur de production d'un phonème de la langue, quand toute cause organique est écartée (Morley, 1967), est le résultat d'un défaut d'articulation. Les auteurs préconisent donc dans cette approche de décrire les erreurs individuellement, phonème par phonème. Cette approche est notamment liée au calcul du pourcentage de consonnes correctes, utilisé pour définir la précision de production de la parole.

Il existe désormais un consensus dans la littérature sur le fait que les enfants ayant un trouble de l'articulation forment un groupe hétérogène. En effet, plusieurs auteurs s'accordent pour dire que ces enfants diffèrent en termes de sévérité, de cause sous-jacente, de caractéristique des erreurs, de réponse au traitement et de présence ou d'absence d'altération d'autres aspects du système linguistique (Baker, 2006 ; Crosbie et al., 2005).

#### 2.2.2.2. Signes et symptômes chez l'enfant

Les signes fréquemment associés à une altération de la précision de production des phonèmes chez l'enfant sont des qualifications d'erreurs. Les erreurs les plus fréquemment rapportées sont des substitutions, c'est-à-dire que le phonème analysé est remplacé par un autre (ASHA, n.d. ; Menin-Sicard et al., 2021). Selon Seron et ses collaborateurs (1998), dans les troubles de la parole ayant trait à l'articulation, beaucoup de phonèmes se trouvent généralement substitués par un autre phonème différant par un seul des traits distinctifs qui les composent. De plus, un autre type d'erreur relevée concerne les distorsions, dans lesquelles le phonème produit est altéré. Ces dernières sont le plus fréquemment dues à une malposition linguale lors de l'articulation du phonème (Menin-Sicard et al., 2021), qui peut être soit une interposition linguale antérieure ou latérale entre les arcades dentaires, soit un contact non approprié entre la langue et les dents, les alvéoles ou le palais (Dodd et al., 2018). Comme types d'erreurs, nous pouvons également citer des omissions, où le phonème analysé est supprimé, et encore des ajouts, dans lesquels l'enfant ajoute un phonème incongru en plus de ceux présents dans la cible à produire (ASHA, n.d. ; Menin-Sicard et al., 2021). Les ajouts sont considérés comme une altération plus rare et atypique (Menin-Sicard et al., 2021). Toutes ces erreurs impactent et altèrent la précision de production de la parole. Notons que d'après Broomfield et Dodd (2004), les phonèmes les plus vulnérables à subir une altération dans leur production chez les enfants sont /s, z, ʃ, ʒ/.



### 2.2.2.3. Causes

Les troubles de l'articulation étudiés dans ce mémoire font partie des troubles fonctionnels touchant les sons de la parole et sont donc idiopathiques, c'est-à-dire qu'ils ne présentent pas de cause connue. Cette appellation qualifiée de fonctionnelle est en opposition aux troubles qualifiés d'organiques, qui eux résultent d'une cause motrice/neurologique, sensorielle/perceptuelle et/ou structurelle sous-jacente (Bernthal et al., 2017 ; Damico et al., 2013 ; Peña-Brooks & Hegde, 2015).

Quelques facteurs de risque de trouble fonctionnel touchant les sons de la parole ont tout de même été investigués. Ceux qui reviennent le plus fréquemment dans la littérature sont tout d'abord le genre, l'incidence est plus élevée chez les garçons que chez les filles (Shriberg et al., 1999). Ensuite, viennent les problèmes prénataux et/ou périnataux tels qu'un stress maternel, une infection durant la grossesse, des complications durant l'accouchement, une naissance prématurée et un faible poids de naissance (Fox et al., 2002). Puis, des antécédents de troubles de l'articulation dans la famille sont également associés à un risque de trouble fonctionnel touchant les sons de la parole (Campbell et al., 2003 ; Fox et al., 2002 ; Shriberg & Kwiatkowski, 1994). Enfin, de fréquentes otites moyennes avec épanchement sont souvent associées à une perte auditive, pouvant à son tour provoquer une altération de la précision de production de la parole (Fox et al., 2002 ; Teele et al., 1990).

### 2.2.2.4. Conséquences

S'il est bien établi qu'une (dys)fonction oro-faciale contribue à la morphogénèse maxillo-faciale, tous les auteurs ne sont pas unanimes en ce qui concerne l'impact d'une dysfonction dans la fonction orofaciale verbale sur cette morphogénèse (Benyahio et al., 2009 ; Johnson & Sandy, 1999).

Benyahio et ses collègues (2009) ainsi que Leavy et ses collaborateurs (2016) affirment qu'une malocclusion peut être une conséquence d'un appui lingual altéré lors de l'articulation des phonèmes. Notons qu'en français aucun phonème n'est produit grâce à un appui lingual sur les arcades dentaires, contrairement aux langues anglaise, espagnole ou portugaise (Ferré & Fournier, 1996). En effet, en français, l'articulation des voyelles se réalise sans appui lingual et les arcades dentaires sont séparées. Quant à l'articulation des consonnes, la langue est en appui mais sur le palais, cet appui étant différent selon la consonne. Si les appuis linguaux viennent à se modifier pour s'effectuer au niveau dentaire, une malocclusion peut alors se développer et ce, d'autant plus si la musculature périphérique est défaillante (Benyahio et al., 2009).

Cependant, la brièveté des appuis linguaux, qui durent un dixième de seconde, a suscité beaucoup de controverses quant à l'éventuel rôle étiologique de certaines articulations non physiologiques dans la morphogenèse des malocclusions (Benyahio et al., 2009). C'est donc plutôt la grande fréquence de ces appuis lors de l'articulation qui a été souvent mise en avant pour étayer cette théorie de contribution morphogénétique (Ameisen et al., 2003). Dans l'objectif de démontrer la contribution de la fréquence des appuis linguaux dans la formation de malocclusions, Martinelli et Fernex (1965) ont mené une étude sur des enfants sourds-muets dont certains ont récupéré une articulation qualifiée de « quasi-normale ». Il est apparu que les enfants restés muets présentaient des différences morphologiques au niveau des mâchoires avec les enfants devenus non-muets. Selon ces auteurs, ces dernières pouvaient être attribuées à des différences de fonction. Outre l'occurrence et la fréquence des appuis linguaux lors de l'articulation, la pression exercée lors de ces appuis a été mise en cause dans la morphogenèse des malocclusions (Benyahio et al., 2009). Les résultats d'une étude ont objectivé des différences de pressions linguale et labiale lors de l'articulation, provoquant une déviation de la direction des procès alvéolaires dans le sens des forces musculaires dominantes (Ameisen et al., 2003). L'impact d'une altération de la FOV sur la morphogenèse maxillo-faciale a donc été prouvé par plusieurs auteurs. Benyahio et ses collègues (2009) ont d'ailleurs relevé trois troubles morphogénétiques associés à une articulation non physiologique des phonèmes. D'abord, une proalvéolie au niveau des incisives supérieures, l'environnement musculaire est déséquilibré dû à une langue prédominante sur l'orbiculaire des lèvres lors de l'articulation. Ensuite, une béance antérieure, les forces musculaires sont ici équilibrées mais il y a une interposition linguale. Ce type d'altération morphologique est souvent associé à une habitude de succion persistante (Bassigny, 1998). Enfin, ils citent une supraclusion incisive, c'est-à-dire une interposition linguale latérale lors de l'articulation des phonèmes /s, z, ʃ, ʒ/ qui impacte la croissance verticale des procès alvéolaires (Benyahio et al., 2009).

Outre des conséquences sur la morphogenèse maxillo-faciale, notamment le développement de malocclusions, une dysfonction dans la production des phonèmes et plus précisément un manque de précision de production entache l'intelligibilité de l'enfant (Mogren et al., 2020 ; Woisard, 2011). Cette inintelligibilité peut avoir des conséquences négatives immédiates et à long terme chez l'enfant. En effet, elle est associée à des résultats moins bons aux niveaux scolaire, social et psychologique (Dodd, 2014) et peut également impacter négativement les futures opportunités professionnelles (Flipsen, 2015).

Enfin, d'après Mogren (2021), les enfants souffrant d'un trouble des sons de la parole sont significativement à risque de présenter des difficultés motrices générales, mais également des dysfonctionnements orofaciaux touchant principalement la fonction de mastication et, dans une moindre mesure, la fonction de déglutition. Cependant, cette association de cause à effet entre la fonction orofaciale verbale et les fonctions orofaciales non-verbales ne fait pas l'unanimité dans la littérature.

## **2.3. Relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la fonction orofaciale verbale**

### **2.3.1. Pourquoi envisager une relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production de la parole ?**

#### **2.3.1.1. Anatomie et physiologie**

Tout d'abord, conformément à ce qui a été abordé précédemment, les fonctions orofaciales, qu'elles soient verbales ou non, présentent par définition une anatomie commune comprenant les structures et muscles orofaciaux (Brand et al., 2017 ; Dediu et al., 2021 ; Mogren, 2021). En outre, elles posséderaient également des processus physiologiques supposés communs (Kuehn, 1980 ; Rotpenian & Yakkaphan, 2021). Smith et Goffman (2004), ainsi que Snowling et Hulme (1994) font état dans leurs études respectives d'une interaction complexe entre le développement physiologique des fonctions sensorimotrices orofaciales et celui de la production de la parole.

#### **2.3.1.2. Réseau neuronal**

Il est donc légitime de se demander s'il existe un réseau neuronal commun, qui soutiendrait ces mêmes muscles orofaciaux et par conséquent, ces fonctions orofaciales, de type verbal et non-verbal. Dans la littérature, deux modèles s'opposent quant à la relation entre les réseaux neuronaux de contrôle moteur pour les comportements verbaux et non-verbaux (Lancheros et al., 2020).

D'une part, le modèle intégratif de Ballard et ses co-auteurs (2003) suggère un chevauchement neuronal entre le contrôle moteur des comportements verbaux et non-verbaux. Selon ce modèle, la production de la parole et les autres fonctions orofaciales partageraient des réseaux corticaux. Par conséquent, le contrôle moteur serait au moins partiellement indépendant de la tâche. L'organisation du système de ce contrôle moteur serait donc très flexible et pourrait être rapidement modulée pour s'adapter à une condition spécifique. Pour élaborer ce modèle,

Ballard et ses collaborateurs sont partis du principe hypothétique que si deux tâches partagent certaines caractéristiques de mouvements et sont exécutées par les mêmes groupes de muscles, alors leurs substrats neuronaux se chevaucheront dans une certaine mesure. Cette hypothèse s'appuie sur les résultats d'études qui ont démontré un chevauchement neuronal entre les mouvements oraux volontaires et la mastication chez des primates non-humains comme l'étude de Luschei et Goldberg (1981). Ballard et ses collègues ont donc supposé que ces résultats étaient également valables chez les êtres humains et que les mouvements oraux volontaires et la mastication pouvaient représenter respectivement la production de parole et les fonctions orofaciales non-verbales. Depuis la naissance de ce modèle intégratif, de nombreuses autres études aboutissent également à la conclusion d'un circuit neuronal sous-jacent commun à toutes les fonctions orofaciales, qu'elles soient verbales ou non (Barlow et al., 2010 ; Clark, 2003 ; Grabski et al., 2012 ; Lund et al., 2006 ; Ray, 2003 ; Smith, 2010). Barlow et ses collègues (2010) soulignent tout d'abord que la plupart des études sur le contrôle moteur provenaient de modèles animaux, tout comme celle de Luschei et Goldberg (1981) qui vient d'être abordée, ce qui explique que nous connaissions peu de choses sur la machinerie neuronale des schémas moteurs complexes propres à l'Homme. C'est en grande partie grâce à l'imagerie fonctionnelle et anatomique des corrélats neuronaux de la parole et des FONV chez l'Homme que nous pouvons désormais avoir une meilleure compréhension des réseaux neuronaux qui sous-tendent les comportements moteurs orofaciaux. Notre système moteur nous fournit un répertoire d'actions allant des mouvements essentiels à la survie de tous les vertébrés (la respiration, la succion, la déglutition), à ceux qui ont évolué uniquement chez les mammifères (la mastication), et enfin ceux qui sont uniques à l'homme et acquis par apprentissage (la parole). Ainsi, selon Barlow et al. (2010) les systèmes contrôlant les comportements moteurs complexes nécessaires à la parole sont construits sur des circuits neuronaux plus primitifs qui contrôlent des parties du corps communes, c'est-à-dire sur les circuits contrôlant la respiration, la succion, la déglutition et la mastication. Clark (2003) et Ray (2003) sont tous deux en accord avec ces propos et donc avec le modèle intégratif car ils postulent dans leur étude respective que la production de la parole repose, en partie, sur un large réseau de régions cérébrales qui sous-tendraient également les fonctions orofaciales non-verbales. De plus, Grabski et al. (2012) avancent que les mouvements orofaciaux, qu'ils soient de types verbaux ou non, impliquent un ensemble de régions cérébrales communes dédiées au contrôle moteur orofacial, formant ainsi un réseau neuronal minimal commun.

Ces régions cérébrales impliquées dans la synchronisation et le séquençage des mouvements orofaciaux formeraient un réseau neuronal bilatéral, impliquant le tronc cérébral, le cervelet, le thalamus et les ganglions de la base (Barlow et al., 2010 ; Garraux et al., 2005 ; Hickok, 2012 ; Lund et al., 2006). La synchronisation et le séquençage des mouvements orofaciaux sont modulés par les rétroactions sensorielles, importantes pour corriger les erreurs et pour adapter le rythme de l'activité motrice en cours à l'état de l'environnement interne et externe (Barlow et al., 2010 ; Lund et al., 2006 ; Sessle et al., 2005 ; Shadmehr & Krakauer, 2008). Ainsi, le cortex moteur primaire, mais aussi le cortex somatosensoriel primaire, joueraient également tous deux un rôle important dans le contrôle moteur et sensoriel des mouvements orofaciaux (Sessle et al., 2005). De plus, les résultats de plusieurs études soutiennent que l'activité des noyaux pontomédullaires est fonctionnellement corrélée à l'encodage sensori-moteur de la production de la parole et des comportements orofaciaux non-verbaux (Barlow et al., 2010 ; Dresel et al., 2005 ; Hesselman et al., 2004 ; Soros et al., 2006). Lund et ses collaborateurs (2006) ajoutent qu'il y aurait des interactions entre les ensembles de neurones contrôlant certaines fonctions orofaciales, appelés Générateurs Centraux de Mouvements (GCM). Les interactions relevées entre les GCM concernent ceux de la mastication et de la déglutition, ceux de la respiration et de la déglutition, mais également ceux de la mastication et de la production de la parole et enfin ceux de la respiration et de la production de la parole (Barlow et al., 2010 ; Lund et al., 2006).

D'autre part, le modèle opposé au modèle intégratif est attribué à Ziegler en 2003 puis à Ziegler et Ackermann en 2013 et est appelé modèle dépendant de la tâche. Ce dernier propose l'existence de réseaux de neurones spécialisés pour la parole et donc différents de ceux exploités par les comportements orofaciaux non-verbaux. Ainsi, les substrats neuronaux responsables du contrôle moteur des fonctions orofaciales seraient organisés de manière spécifique et seraient donc dépendants de la tâche à réaliser. Les auteurs de ce modèle ont émis l'hypothèse suivante : les comportements moteurs innés comme la respiration ou les expressions émotionnelles seraient contrôlés d'une manière différente par rapport aux comportements moteurs acquis par un apprentissage approfondi, comme la parole. La raison de cette différence résiderait dans le fait qu'un comportement moteur acquis par un apprentissage approfondi serait donc fréquemment entraîné, créant ainsi une machinerie motrice particulièrement spécialisée (Kami et al., 1995). Cette hypothèse est basée sur des études de neuro-imagerie montrant des différences de latéralisation au niveau du cortex moteur et du cervelet lors de la comparaison de la parole aux mouvements de la langue, comme celle de Riecker et al. (2000). Depuis la

naissance de ce modèle dépendant de la tâche, d'autres auteurs proposent, conformément aux résultats de leurs études respectives et grâce à la neuro-imagerie, qu'il y a une indépendance au niveau de l'activation corticale fonctionnelle entre les mouvements orofaciaux non-verbaux et la production de la parole (Staiger et al., 2017 ; Terao et al., 2007). En effet, Terao et ses collègues (2007) suggèrent l'existence d'une région cérébrale spécialisée pour l'articulation de la parole, qui serait indépendante des régions dédiées aux mouvements orofaciaux non-verbaux. Cette région cérébrale serait localisée près de l'aire motrice primaire. Plus récemment, Staiger et al. (2017) ont montré que les corrélations entre une tâche non-verbale (mouvements d'un seul articulateur), une tâche mettant en jeu des mouvements similaires à ceux utilisés en parole (répétition rapide de syllabes) et une tâche verbale (lecture orale) différaient significativement, suggérant des traits sous-jacents distincts entre les différentes tâches.

Récemment, Lancheros et ses collègues (2020) ont tenté de mettre fin à ce débat concernant le réseau neuronal grâce à leur étude expérimentale chez des sujets francophones natifs sans trouble de l'audition, du langage, de la parole, neurologique et psychiatrique. Ils sont arrivés à la conclusion que les processus de planification pour les fonctions orofaciales non-verbales et pour la fonction verbale feraient appel aux mêmes réseaux neuronaux, mais que la différence résiderait dans le contrôle dynamique des mouvements verbaux et non-verbaux. En effet, les résultats de leur étude ont montré l'intervention des mêmes réseaux de neurones, mais que les différences topographiques trouvées sur les potentiels évoqués pourraient en fait être interprétées comme des processus cérébraux impliqués différemment dans la planification motrice lors des tâches verbales et non-verbales. Les réseaux de neurones seraient donc simplement plus ou moins activés selon le type de stimuli. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Mugler et al. en 2017, qui ont trouvé une activation des mêmes zones corticales pour les stimuli verbaux et non-verbaux, mais certaines d'entre elles étaient davantage impliquées dans la production de l'un ou l'autre type de stimuli. En conclusion, ces résultats d'études qui avaient pour objectif de mettre fin au débat entre les deux modèles opposés, pourraient être cohérents avec le modèle intégratif, mais impliquent également une partie du modèle dépendant de la tâche (Lancheros et al., 2020).

#### 2.3.1.3. Motricité orale fine

En outre, ces deux types de fonctions orofaciales ont toutes deux recours à une motricité orale fine pour pouvoir être exécutées (Mogren, 2021). En effet, les muscles orofaciaux intervenant dans ces fonctions nécessitent d'être contrôlés par une motricité fine et précise.

D'un point de vue développemental, les études sur la relation entre le développement de la précision de la production de la parole et le développement de la motricité orale fine chez des enfants au développement typique indiquent une forte relation entre les compétences motrices et celles concernant la parole (Alcock, 2006 ; Alcock & Connor, 2021). Mogren (2021) confirme ces propos en déclarant que la fonction motrice joue un rôle important dans le développement de la parole en production. Cette auteure postule également que le développement des sons de la parole suit le développement de la motricité orale en expliquant que les phonèmes les moins difficiles à produire sur le plan moteur sont ceux qui se développent le plus tôt.

Dans la pathologie, Kent (2015) suggère que des troubles de la précision de production de la parole et des troubles de la motricité orale non-verbale coexistants peuvent être considérés comme des symptômes co-occurrents d'un trouble sous-jacent commun. De plus, plusieurs auteurs ont démontré que les enfants souffrant de troubles touchant les sons de la parole persistants présentaient de moins bonnes aptitudes de motricité fine (Bishop, 2002 ; Nip et al., 2011 ; Mogren, 2021) et étaient à risque de présenter une dysfonction orofaciale (Mogren, 2021 ; Redle et al., 2015), par rapport aux enfants au développement typique.

Ces propos, prônant une forte relation entre la motricité orale fine utilisée pour des tâches verbales et celle utilisée pour des tâches non-verbales, ne font toutefois pas l'unanimité dans la littérature. D'autres auteurs soutiennent que la motricité impliquée dans l'articulation de la parole serait spécifique à celle-ci, et qu'il n'est donc pas pertinent de la comparer avec la motricité des fonctions orofaciales non-verbales (Kamhi, 2006 ; Ziegler & Ackermann, 2013). Selon eux, la motricité fine utilisée pour articuler la parole serait spécifique au domaine de l'expression linguistique, ce qui n'est pas le cas de la motricité utilisée pour réaliser les fonctions orofaciales non-verbales (Ziegler & Ackermann, 2013).

#### 2.3.1.4. Exercices moteurs oraux

Ce débat concernant le partage d'une motricité orale fine par la fonction verbale et les fonctions non-verbales est illustré en clinique par le recours aux exercices moteurs oraux dans la prise en charge des troubles de la parole. C'est en s'appuyant sur les preuves de l'intervention d'une motricité orale fine supposée commune aux deux types de fonctions (Alcock, 2006 ; Alcock & Connor, 2021 ; Mogren, 2021) et sur les preuves d'un chevauchement neuronal entre les deux (Barlow et al., 2010 ; Clark, 2003 ; Lancheros et al., 2020 ; Lund et al., 2006 ; Mugler et al., 2017 ; Ray, 2003 ; Smith, 2010) que certains auteurs recommandent les exercices moteurs

orofaciaux dans la prise en charge des troubles de la parole. Ces exercices ont pour objectif d'augmenter la précision articulatoire et par conséquent espérer améliorer l'intelligibilité (Maas et al., 2014 ; Ray, 2003). Plus précisément, leur argument sous-jacent est qu'un faible contrôle moteur des muscles orofaciaux contribuerait aux difficultés de production de certains phonèmes. Ils postulent donc que des exercices visant le développement de la motricité orofaciale, indépendamment de la production des sons, devrait renforcer la coordination motrice complexe requise pour la parole (Schelstraete et al., 2011).

Pourtant, l'utilisation de ces exercices moteurs dans la prise en charge des troubles de la parole a fait l'objet d'une controverse, à l'instar des points précédemment abordés qui prêtent une relation aux fonctions orofaciales non-verbales et à la fonction orofaciale verbale. Effectivement, malgré la popularité de ces exercices moteurs en clinique, à ce jour, il existe très peu de données convaincantes dans la littérature scientifique en faveur de leur utilité réelle pour augmenter la précision articulatoire. De plus, de nombreux auteurs s'accordent sur la contre-indication des exercices non-verbaux de motricité orale dans l'unique but d'améliorer la précision articulatoire, car les résultats seraient nettement meilleurs lorsque les exercices sont spécifiques à la parole (Alhaidary, 2019 ; Forrest & Iuzzini-Seigel, 2008 ; Lee & Gibbon, 2015 ; Lof & Watson, 2010 ; Maas, 2017 ; McCauley et al., 2009 ; Ruscello, 2010). D'après Kamhi (2006), cela s'expliquerait par le fait que la motricité impliquée dans la parole soit spécifique à celle-ci.

#### 2.3.1.5. Habitudes de succion persistantes

Enfin, une dernière raison pour laquelle nous envisageons une relation entre les fonctions orofaciales verbale et non-verbales concerne l'existence d'un facteur de risque commun aux troubles myofonctionnels et aux troubles de l'articulation : les habitudes de succion persistantes (Burr et al., 2021 ; Fox et al., 2002 ; Mason, 2008).

D'une part, les données théoriques mentionnent qu'une des causes possibles des troubles myofonctionnels orofaciaux peut être une habitude chronique de succion persistant après l'âge de 3 ans (Sousa et al., 2014 ; Poyak, 2006 ; del Conte Zardetto et al., 2002). Ces données placent donc cette habitude au rang de facteur de risque de développement d'un dysfonctionnement orofacial non-verbal.

D'autre part, en ce qui concerne l'influence de la succion prolongée sur la fonction orofaciale verbale et plus particulièrement sur la précision articulatoire, les données d'une revue systématique de la littérature récemment publiée confirme cette influence (Burr et al., 2021).



La revue systématique porte sur ce chevauchement entre les mécanismes physiques de la succion nutritive et non-nutritive et ceux de la production de la parole. Les données les plus robustes montrent une association entre la succion nutritive, la succion non-nutritive et un trouble touchant les sons de la parole chez les enfants d'âge préscolaire (Barbosa et al., 2009 ; Pereira et al., 2017). Il est tout de même important de souligner que cette relation entre la succion et le production des phonèmes n'est pas clairement établie à ce jour. En effet, certains chercheurs n'ont pas trouvé d'association significative entre les deux (Baker et al., 2018 ; Vieira et al., 2016), même si récemment, Baker et ses collègues (2018) ont identifié une tendance entre une utilisation prolongée de la tétine et des scores de PCC plus faibles.

Enfin, la succion et les fonctions orofaciales font appel à une musculature et à des structures buccales similaires, il est donc possible que les habitudes de succion aient un impact sur le fonctionnement orofacial, que les comportements soient verbaux ou non (Burr et al., 2021 ; Mason, 2008). En outre, des études déclarent que la succion excessive ou prolongée, que ce soit de la tétine, du pouce ou encore du biberon, peut entraîner des troubles myofonctionnels, des troubles de l'articulation, mais également une diminution de la conscience orale (Fox et al., 2002), ainsi qu'une réduction des capacités oro-motrices (Medeiros et al., 2009 ; Fox et al., 2002), ce qui lierait les deux types de troubles. De plus, les affections myofonctionnelles et les troubles touchant la production des phonèmes présentent un autre dénominateur commun qui pourrait s'expliquer par une succion persistante, qui est une modification de la dimension verticale de la posture de repos entre les arcades dentaires (Mason, 2008). Lorsque cet espace est maintenu ouvert pendant une période prolongée au-delà de la plage normale, jusqu'à 3 ans en moyenne selon plusieurs auteurs (Huon, 2018 ; Poyak, 2006 ; Sousa et al., 2014 ; del Conte Zardetto et al., 2002), la langue peut tout naturellement s'y insérer et ainsi contribuer au développement d'une perturbation des fonctions orofaciales (Mason, 2008).

#### 2.3.1.6. Conclusion : l'état actuel de la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et verbale dans la littérature

En conclusion, les données actuelles concernant une possible relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision d'exécution de la fonction orofaciale verbale sont encore controversées sur certains points.

D'une part, il semble établi que ces deux types de fonctions possèdent des points communs ; elles partageraient les mêmes muscles et organes, des processus physiologiques, des réseaux neuronaux et des habitudes de succion orale en guise de facteur de risque commun aux

TMO et aux troubles articulatoires. Certains auteurs avancent également le recours à une motricité orale fine commune aux deux types de fonctions.

D'autre part, des auteurs proposent une indépendance entre les deux au niveau du contrôle neurologique dynamique des mouvements verbaux et non-verbaux et de la motricité orale fine. Selon Mogren (2021), le débat sur la façon dont ce chevauchement de fonctions devrait être interprété est toujours en cours.

### 2.3.2. Altérations des fonctions orofaciales non-verbales et de la précision de production de la parole : mises en correspondance relevées chez les enfants dans la littérature

Les altérations de ces deux types de fonctions ont été mises en correspondance à plusieurs reprises dans des études. Jusqu'à présent, les études ont plus fréquemment analysé le chevauchement entre les altérations de ces deux types de fonctions, en prenant le parti d'étudier la précision articulatoire dans une population d'enfants ayant un TMO avéré (Borox et al., 2018 ; Hale et al., 1988 ; Hitos et al., de 2012 ; Wadsworth et al., 1998). La raison de ce choix provient probablement des données qui indiquaient que les FONV étaient davantage susceptibles d'influencer la précision de production de la parole que l'inverse (Wadsworth et al., 1998). En outre, ce choix de sens a été encouragé par les résultats d'études antérieures qui ont démontré que la présence d'altérations d'une ou plusieurs FONV générait plus fréquemment des troubles articulatoires chez les enfants (Borox et al., 2018 ; Hale et al., 1988 ; Wadsworth et al., 1998).

Pour illustrer ces propos, nous pouvons citer l'étude d'Hitos et ses collègues de 2012, qui a tenté de définir une prévalence d'altérations de l'articulation dans une population d'enfants respirateurs buccaux chroniques. Il est important de noter que les études de ce type ont souvent tendance à avancer des prévalences élevées, parfois en raison d'une méthodologie défectueuse, telle que l'absence d'un groupe contrôle, notamment dans cette étude d'Hitos et al. (2012). Il ressort par exemple de cette étude que 31,2% des enfants âgés de 4 à 12 ans diagnostiqués avec une respiration buccale chronique présentent un trouble de l'articulation, plus précisément une interposition linguale lors de la production de phonèmes ou des omissions de sons. De plus, une cooccurrence d'au minimum deux types de troubles articulatoires est observée chez 24,8% des enfants respirateurs buccaux. D'autres auteurs ont plus récemment réalisé une étude comprenant cette fois un groupe contrôle, et en ont conclu que les enfants

respirateurs buccaux présentaient plus de troubles affectant la production des sons de la parole que les enfants ayant un pattern de respiration physiologique (Borox et al., 2018).

Dans une moindre mesure, la relation entre les altérations de ces deux types de fonctions orofaciales a également été étudiée dans l'autre sens (Mogren, 2021 ; Redle et al., 2015). Très récemment, la thèse de Mogren publiée en 2021 a apporté des résultats concluants, stipulant que les enfants présentant un trouble touchant les sons de la parole persistant après l'âge de 6 ans, étaient significativement plus à risque de présenter un trouble oromyofonctionnel.

L'étude de Wadsworth et al. (1998) a apporté une prévalence à ce propos, déclarant qu'une protrusion linguale lors de la déglutition serait présentée par 55,3% des enfants ayant un trouble articulaire, et précisant qu'elle serait significativement liée à une interposition linguale entre les arcades dentaires lors de la production des phonèmes /t/, /d/, /s/ et /z/. De plus, un dysfonctionnement de la mastication serait retrouvé chez un nombre significatif d'enfants ayant des troubles touchant les sons de la parole persistants après l'âge de 6 ans (Mogren, 2021). Ce dernier constat correspond à la théorie de Green, Moore, Higashikawa et Steeve de 2000 (cités par Mogren et al., 2020) qui postule que les muscles de la mâchoire sont importants pour le développement de la parole et de la motricité orale.

#### 2.3.2.1. Conclusion : l'état actuel de la relation entre les altérations des fonctions orofaciales non-verbales et l'altération de la précision de la fonction orofaciale verbale dans la littérature

D'une part, les résultats de plusieurs études disponibles affirment que la présence d'altérations des fonctions orofaciales non-verbales semble générer plus fréquemment des troubles affectant la production des phonèmes chez les enfants (Borox et al., 2018 ; Hale et al., 1988 ; Hitos et al., de 2012 ; Wadsworth et al., 1998).

D'autre part, les résultats d'autres études récentes remettent ce constat en perspective en révélant à l'inverse que les enfants atteints d'un trouble affectant la production des phonèmes seraient plus à risque de présenter une altération des FONV (Mogren, 2021 ; Redle et al., 2015).

Jusqu'à présent, la plupart de ces données qui mettent en relation les deux types d'altérations, concernent des populations d'enfants ayant un trouble avéré, soit touchant les FONV, soit touchant la production de la parole. Peu de données sont actuellement disponibles chez les enfants tout-venant.

En guise de conclusion, nous pouvons dire que les données actuelles concernant la relation entre les FONV et la précision de production des phonèmes, ainsi que la relation entre leurs altérations respectives ne font pas l'objet d'un consensus à tous les niveaux. La littérature a donc permis de mettre en lumière la complexité de cette relation. Pour tenter d'expliquer cette dernière, certains auteurs ont émis l'idée d'un dénominateur commun aux TMO et aux troubles articulatoires. Le dénominateur commun le plus fréquemment cité concerne les habitudes de succion persistantes (Burr et al., 2021 ; Mason, 2008). D'après les auteurs, ce dénominateur commun aiderait à expliquer la complexe relation qu'entreprendraient les deux types de troubles.

Comme nous le constatons à présent, les recherches effectuées dans la littérature ont soulevé plusieurs questions quant à l'existence et surtout quant à la nature de la relation entre les fonctions orofaciales verbale et non-verbales. Face à l'importance de l'évaluation et de la prise en charge précoces, il est indispensable de clarifier cette relation chez les enfants tout-venant d'âge préscolaire pour garantir la meilleure approche clinique possible des TMO et des troubles articulatoires.

### 3. Objectifs et hypothèses

Les recherches réalisées dans la littérature scientifique nous mènent à constater que, à ce jour, il n'existe pas de consensus sur la relation qu'entretiendraient les FONV et la FOV. Dans la recherche comme dans la pratique, le besoin de réponses se fait ressentir. Ce mémoire a donc pour **objectif principal d'étudier la relation entre les FONV et la précision de production des phonèmes durant le développement des enfants francophones tout-venant d'âge préscolaire.**

La **question de recherche** associée à cet objectif et qui anime ce mémoire est la suivante : « **quelle relation les FONV et la précision de production de la parole entretiennent-elles durant le développement entre 4 ans et demi et 5 ans ?** ». Par la visée de notre objectif principal, nous espérons pouvoir apporter une pierre à l'édifice de la recherche dans les domaines oromyofonctionnel et de la parole. Nous espérons également aboutir à une meilleure compréhension du développement de ces domaines en période préscolaire. Enfin, en pratique, nous visons une meilleure approche clinique des troubles impactant les fonctions orofaciales.

#### 3.1. Premier objectif et hypothèse associée

Afin de répondre à l'objectif principal, nous nous sommes d'abord fixé un premier objectif dans lequel nous cherchons à déterminer si les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de la fonction orofaciale verbale entretiennent une relation linéaire. Autrement dit, nous avons pour objectif d'**examiner la capacité prédictive du fonctionnement des FONV sur la précision de production de la parole, et ce, au cours du développement en période préscolaire.**

*Question PICO :* Le fonctionnement des FONV peut-il prédire une part significative de la variabilité de la précision de production des phonèmes chez les enfants francophones tout-venant à l'âge de 4 ans et demi et à l'âge de 5 ans ?

*Hypothèse 1 :* Nous postulons que le fonctionnement des FONV, mesuré par le score total au test de dépistage des troubles orofaciaux « Nordic Orofacial Test-Screening » (NOT-S), prédira une part significative de la variabilité de la précision de production des phonèmes, mesurée par le PCC, chez les enfants francophones tout-venant à l'âge de 4 ans et demi et à l'âge de 5 ans.

Tout d'abord, bien que dans la littérature actuelle abordée dans la partie théorique de ce mémoire, la relation entre ces deux types de fonctions orofaciales fait débat à différents niveaux, nous avons décidé de postuler l'existence de cette relation au vu du nombre de données d'études antérieures qui vont dans ce sens. Notre hypothèse s'appuie donc sur les données qui montrent qu'elles partagent les mêmes muscles et organes (Brand et al., 2017 ; Dediu et al., 2021 ; Mogren, 2021), des processus physiologiques (Kuehn, 1980 ; Rotpenpian & Yakkaphan, 2021), des circuits neuronaux (Barlow et al., 2010 ; Clark, 2003 ; Lancheros et al., 2020 ; Lund et al., 2006 ; Mugler et al., 2017 ; Ray, 2003 ; Smith, 2010), une motricité orofaciale fine (Alcock, 2006 ; Alcock & Connor, 2021 ; Kent, 2015 ; Mogren, 2021 ; Redle et al., 2015) et des habitudes de succion orale en guise de facteur de risque commun aux TMO et aux troubles affectant les sons de la parole (Burr et al., 2021 ; Fox et al., 2002 ; Mason, 2008). Ces caractéristiques communes ont été mises en évidence chez des enfants d'âge préscolaire, d'âge scolaire et chez des adultes. Pour tous ces points communs présentés par nos deux variables étudiées, nous nous attendons à ce que les FONV et la précision de production des phonèmes entretiennent une relation significative, et ce, aussi bien à l'âge de 4 ans et demi qu'à l'âge de 5 ans.

Ensuite, nous postulons plus précisément l'existence d'une relation linéaire dans laquelle le score au test évaluant les FONV pourrait prédire une part significative de la variabilité du score de précision articulatoire, en regard des données développées dans la partie théorique qui vont dans ce sens, et plus particulièrement en s'appuyant sur le récente thèse de Mogren (2021). Cette dernière a permis de démontrer, dans une population d'enfants ayant un trouble touchant les sons de la parole, que les scores au NOT-S expliquaient un pourcentage significatif de la variabilité du PCC. Nous trouvons donc intéressant de reproduire cette analyse, mais dans une population d'enfants tout-venant.

### **3.2. Deuxième objectif et hypothèse associée**

En partant de l'hypothèse qu'il existe une relation linéaire significative entre les FONV et la précision de production de la parole à l'âge de 4 ans et demi ainsi qu'à l'âge de 5 ans, nous déterminons un deuxième objectif qui consiste à **investiguer l'évolution de la potentielle relation entre les variables étudiées, en comparant les régressions obtenues à l'âge de 4 ans et demi avec celles obtenues à 5 ans**. De cet objectif, découlent une question posée sous le format PICO ainsi qu'une hypothèse.

Question PICO : Comment évolue l'éventuelle relation linéaire entre les FONV et la précision de production des phonèmes chez les enfants francophones tout-venant entre l'âge de 4 ans et demi et l'âge de 5 ans ?

Hypothèse 2 : Nous postulons que la valeur de la régression entre les FONV et la précision de production des phonèmes augmentera significativement avec l'âge, entre 4 ans et demi et 5 ans.

Il est important de spécifier que peu de données issues de la littérature scientifique sont disponibles pour nous aider à appuyer cette hypothèse. Cette dernière est davantage d'ordre exploratoire. Elle nous semble effectivement intéressante pour explorer le développement, renforcement ou atténuation, de l'éventuelle relation entre les différentes variables étudiées.

Cette hypothèse se base tout de même sur les postulats qui indiquent que la maturation des fonctions orofaciales augmente avec l'âge dans le cadre d'un développement typique. Le développement des schémas oromoteurs évolue effectivement selon différentes variables qui, en l'absence de pathologie, s'améliorent avec l'âge telles que la maturation neurologique, socio-affective et motrice (Sampallo-Pedroza et al., 2014). Si une interrelation est mise en évidence entre les fonctions orofaciales de type non-verbal et de type verbal, alors nous nous attendons à une maturation qui se ferait de concert entre les deux types de fonctions, et donc à un renforcement de la relation entre les deux.

### 3.3. Troisième objectif et hypothèse associée

S'il s'avère que les FONV expliquent une part significative de la précision articulatoire, nous trouvons intéressant d'examiner **l'influence des habitudes de succion nutritive et/ou non-nutritive persistantes dans cette relation entre les FONV et la précision articulatoire chez des enfants de 4 ans et demi**. De cet objectif, découlent une question posée sous le format PICO et une hypothèse.

Question PICO : Des habitudes de succion nutritive et/ou non-nutritive persistantes peuvent-elles influencer la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes chez les enfants francophones tout-venant à l'âge de 4 ans et demi ?

*Hypothèse 3a* : Nous postulons que l'ajout de la covariable succion persistante, mesurée par le score aux items concernant la succion nutritive et non-nutritive du questionnaire parental, renforcera la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales, mesurées par le score total au test de dépistage des troubles orofaciaux NOT-S, et la précision articulatoire, mesurée par le PCC, chez des enfants francophones tout-venant de 4 ans et demi.

Dans le cadre de ce mémoire, la covariable est définie comme suit : la succion est considérée comme persistante en regard de ce que dit la littérature à ce propos, c'est-à-dire lorsqu'elle perdure au-delà de 3 ans, âge effectivement dépassé par tous les enfants de notre échantillon dès le premier temps de récolte des données. De plus, nous avons décidé de prendre en compte les deux aspects de la succion décrits dans la littérature (nutritive et non-nutritive) dans la définition de cette covariable, afin de couvrir un plus grand nombre de personnes de l'échantillon, et ainsi espérer augmenter la fiabilité du reflet des résultats dans la population. Au vu de l'âge des participants et des données issues de la littérature, la succion nutritive est définie comme la succion d'une tétine de biberon (et non l'allaitement) et la succion non-nutritive est définie comme la succion d'une tétine, d'un doigt, d'un doudou ou d'un objet (et non des lèvres, des joues et de la langue). Nous avons défini la variable succion persistante de la sorte afin d'éviter toute interférence avec une des questions de la partie entretien du NOT-S qui est « Est-ce qu'il vous arrive de sucer ou mordre vos lèvres, votre langue ou vos joues chaque jour ? ». Précisons également que la seconde question de l'entretien du NOT-S concernant la succion, qui est la suivante « Est-ce qu'il vous arrive de ronger vos ongles, sucer vos doigts ou d'autres objets chaque jour ? » ne doit pas être prise en compte pour les enfants de moins de 5 ans selon le manuel du test NOT-S. En prenant le parti d'effectuer nos analyses statistiques avec les données des enfants à l'âge de 4 et demi uniquement, nous évitons le biais d'une interférence entre la variable succion et la variable NOT-S. De cette manière, tous les enfants de l'échantillon compris dans cette analyse ont moins de 5 ans, ce qui entraîne la non prise en compte de la réponse à cette question.

Cette hypothèse a été posée entre autres en référence au postulat suivant : la succion et les fonctions orofaciales font appel à une musculature et à des structures buccales similaires (Burr et al., 2021), il est donc possible que les habitudes de succion aient un impact sur le fonctionnement orofacial, que les comportements soient verbaux ou non (Gòis et al., 2012 ; Mason, 2008). De plus, notre hypothèse se base sur les données indiquant qu'une habitude de succion persistant après l'âge de 3 ans, que ce soit de la tétine, du pouce ou encore du biberon,



peut entraîner des troubles myofonctionnels orofaciaux (Fox et al., 2002 ; Mason, 2008) mais également des troubles de l'articulation (Burr et al., 2021 ; Fox et al., 2002).

### 3.3.1. Objectif alternatif et hypothèse associée

Dans le cas contraire, s'il s'avère que la régression entre les deux variables principales n'est pas significative, il reste intéressant d'incorporer la covariable succion nutritive et/ou non-nutritive persistante dans l'objectif d'**investiguer si elle présente un effet individuel sur les FONV d'une part, et sur la précision de production de la parole d'autre part**, et ce à l'âge de 4 ans et demi. De cet objectif alternatif, découlent une question posée sous le format PICO et une hypothèse.

Question PICO : Des habitudes de succion nutritive et/ou non-nutritive persistantes présentent-elles un effet sur les FONV d'une part, et sur la précision de production des phonèmes d'autre part, chez les enfants francophones tout-venant âgés de 4 ans et demi ?

Hypothèse 3b : Nous postulons que la succion persistante, mesurée par le score aux items concernant la succion nutritive et non-nutritive du questionnaire parental, aura un effet significatif à la fois sur les fonctions orofaciales non-verbales, mesurées par le score total au test de dépistage des troubles orofaciaux NOT-S, et à la fois sur la précision articulaire mesurée par le PCC, chez des enfants francophones tout-venant de 4 ans et demi.

Concernant l'influence individuelle de la succion persistante sur les fonctions orofaciales non-verbales, cette hypothèse alternative s'appuie sur des études ayant démontré que les effets délétères de la durée prolongée des habitudes de succion pouvaient impacter le bon déroulement des fonctions orofaciales non-verbales (Burr et al., 2021 ; Mason, 2008). Plus précisément, cette habitude peut entretenir un pattern de respiration buccale ou mixte (Courson et al., 2021 ; Góis al., 2008), faire perdurer une déglutition infantile (Courson et al., 2021 ; Da Costa et al., 2008), ou encore interférer avec l'efficacité de la fonction masticatoire chez les enfants d'âge préscolaire (Pires et al., 2012).

En ce qui concerne l'influence individuelle de la succion persistante sur la fonction orofaciale verbale, nous nous appuyons plus particulièrement sur une revue systématique de la littérature récemment publiée portant sur ce chevauchement des mécanismes physiques de la succion nutritive et non-nutritive et de la production de la parole (Burr et al., 2021). Les données les plus robustes montrent une association entre la succion nutritive, la succion non-nutritive et un trouble touchant les sons de la parole, et ce, chez des enfants d'âge préscolaire (Barbosa et

al., 2009 ; Courson et al., 2021 ; Fox et al., 2002 ; Pereira et al., 2017). Une tendance entre une utilisation prolongée de la tétine et des scores de PCC plus faibles a même été récemment identifiée (Baker et al., 2018).

### 3.4. Quatrième objectif et hypothèse associée

Étant donné qu'il s'agit d'une étude longitudinale, nous nous sommes fixé un dernier objectif qui consiste à **investiguer l'évolution des scores obtenus pour chacune de ces trois variables chez des enfants francophones tout-venant entre 4 ans et demi et 5 ans**. De cet objectif, découlent une question posée sous le format PICO ainsi qu'une hypothèse.

Question PICO : Comment évoluent les fonctions orofaciales non-verbales, la précision de production des phonèmes et les habitudes de succion chez les enfants francophones tout-venant entre l'âge de 4 ans et demi et l'âge de 5 ans ?

Hypothèse 4 : Nous postulons que les fonctions orofaciales non-verbales, mesurées par le score total au test de dépistage des troubles orofaciaux NOT-S, ainsi que la précision de production des phonèmes, mesurée par le PCC, présenteront une évolution positive significative entre 4 ans et demi et 5 ans. En revanche, nous postulons que les habitudes de succion, mesurées par le score aux items concernant la succion nutritive et non-nutritive du questionnaire parental, ne présenteront pas d'évolution entre 4 ans et demi et 5 ans.

Tout d'abord, la première partie de l'hypothèse postulant une évolution positive significative des fonctions orofaciales non-verbales et verbale étudiées dans ce travail, a été posée en se référant aux postulats théoriques sur les données développementales de ces fonctions. Ces données récentes indiquent que la période préscolaire est une période particulièrement clé dans leur développement, car de nombreux changements s'opèrent durant ce laps de temps (Arslan et al., 2020 ; Bleile, 2020 ; Brosseau-Lapré et al., 2018 ; Thivichon-Prince et al., 2019).

Plus précisément, concernant l'évolution des FONV évaluées via le NOT-S, nous nous attendons à une augmentation significative des scores totaux car les données théoriques mentionnent qu'elles évoluent avec l'âge, mais également avec d'autres facteurs qui sont censés se développer avec l'âge comme la croissance faciale, l'éruption dentaire, la maturation du contrôle nerveux ainsi que la puissance et la coordination musculaire (Farges & Robin, 2019 ; McAllister & Lundeborg, 2013 ; Senez, 2015 ; Van Dyck et al., 2016). De plus, nous postulons une amélioration des FONV en nous appuyant sur les résultats fournis par le mémoire de Laurie

Chantry publié en 2021, également mené dans le cadre de la thèse de Madame Warnier. Ce précédent travail a permis de mettre en évidence une amélioration significative du pattern de respiration, de la déglutition, de la mastication, de la motricité orofaciale et de la coordination de cette motricité entre 3 et 4 ans. Notons que l'échantillon de cette étude était globalement constitué des mêmes enfants que ceux de notre échantillon, mais à des âges antérieurs. Cependant, les FONV qui y étaient étudiées ont été mesurées via le test Orofacial Myofunctional Evaluation with Scores - OMES - (De Felício et al., 2008), un autre outil d'évaluation que le test de dépistage Nordic Orofacial Test-Screening - NOT-S - (Bakke et al., 2007). Comme nous pouvons le voir, cette récente recherche présente donc des similitudes avec la nôtre, mais également des différences qui représentent pour nous une opportunité de rebondir afin d'apporter des informations complémentaires et supplémentaires. En effet, les analyses de notre hypothèse nous permettront de nous inscrire dans la continuité de ces résultats, en déterminant si les FONV continuent de s'améliorer significativement entre 4 ans et demi et 5 ans, tout en confrontant les résultats de l'OMES avec les résultats du NOT-S. Autrement dit, cette hypothèse nous donne l'opportunité de déterminer si les résultats démontrés l'an dernier, se retrouvent également à des âges plus avancés, avec un laps de temps d'évolution plus court, et avec l'emploi d'un autre test qui évalue plus de FONV mais de manière moins détaillée. Enfin, il est important de noter que pour la respiration, l'effet de l'âge n'a pas réellement lieu d'être car le pattern de respiration nasale physiologique est normalement présent dès la naissance (Page & Mahony, 2010 ; Taner & Saglam-Aydinatay, 2013). De plus, si un pattern de respiration buccale se met en place, il est susceptible de persister avec l'âge. Il est donc plus difficile de postuler avec certitude l'effet de l'âge sur la respiration.

Concernant l'évolution de la précision articulatoire, les postulats théoriques avancent qu'elle s'affine avec l'âge. En effet, l'émergence progressive d'un feedback dans le contrôle moteur de la parole durant la période préscolaire contribue à augmenter sa précision de production (Redford, 2019). Cette hypothèse s'appuie également sur les résultats d'études longitudinales chez des enfants francophones unilingues (Kehoe et al., 2020 ; Sylvestre et al., 2020) et transversales chez des enfants unilingues (Hustad et al., 2021 ; MacLeod et al., 2011 ; Valizadeh et al., 2013), qui démontrent qu'avec l'âge, la précision articulatoire augmente significativement durant la période préscolaire.

Enfin, la seconde partie de l'hypothèse concernant l'absence d'évolution des habitudes de succion a été posée en regard des données théoriques sur l'évolution de ces habitudes pendant

la période préscolaire. Les recherches permettent de déclarer que dans les premières années de vie, la prévalence des habitudes de succion est élevée, puis elle diminue ensuite avec l'âge car la plupart des enfants cessent d'eux-mêmes l'habitude de succion entre l'âge de 2 et 4 ans (Eftekharian et al., 2019). Pour ceux qui ne cessent pas tout seul et dont l'aide des parents n'aboutit pas après 4 ans, alors l'habitude de succion peut se maintenir au-delà de cet âge (Houb-dine et al., 2011). C'est pourquoi nous postulons qu'à la tranche d'âge étudiée dans ce mémoire, les habitudes éventuellement toujours présentes à 4 ans et demi, perdureront en moyenne à 5 ans. Nuançons ces propos en ajoutant qu'il est possible que certains enfants de notre échantillon perdent cette habitude de succion, au vu des données de la littérature prônant une diminution de la prévalence de cette parafonction. Cependant, selon nous, la différence de prévalence entre le T1 et le T2 sera insuffisante que pour parler d'évolution significative à cette tranche d'âge et dans ce court laps de temps.

## 4. Méthodologie

### 4.1. Échantillon de participants

Le recrutement réalisé dans le cadre de la thèse de Madame Warnier en 2019 a permis de recruter dans un premier temps 67 enfants francophones tout-venant. Ces enfants proviennent de 24 écoles différentes de la province de Liège. Ils devaient être âgés entre 4 ans 5 mois à 4 ans 9 mois lors de notre première phase de passation des tests (T1), et avaient donc entre 4 ans 11 mois et 5 ans 3 mois lors de notre seconde phase (T2). Des critères d'exclusion ont été définis dans l'objectif de diminuer le nombre de variables externes qui pourraient interférer avec nos variables manipulées dans cette étude. Au total, 16 participants ont été exclus de l'étude car ils présentaient un des cinq critères présentés dans le tableau 1. L'échantillon final est donc composé de 56 enfants au T1 et 51 enfants au T2. Au niveau du genre, ils sont répartis comme suit au T1 : 26 garçons et 30 filles, et au T2 : 24 garçons et 27 filles.

Pour déterminer les critères 4 et 5, nous avons proposé aux participants des tests appelés de contrôle. D'une part, nous nous sommes assuré de l'absence de perte auditive de 31 dB ou plus en déterminant le seuil auditif de chaque enfant grâce à un test d'audiométrie tonale. Ce dernier consiste à faire écouter des sons à 1000 puis 500 puis 2000 puis 4000Hz. Sur chacune de ces fréquences, nous envoyons un son de 10 dB, puis si l'enfant n'entend pas, nous augmentons par pas de 10 dB jusqu'à ce qu'il entende. D'autre part, nous avons pu déterminer les compétences en compréhension lexicale de chacun par le biais de l'épreuve de vocabulaire en réception de l'échelle de vocabulaire en images Peabody - EVIP - (Dunn et al., 1993). Ce test spécifique sert à évaluer l'étendue lexicale en réception en passant par la compréhension de mots isolés. Le score seuil est à calculer comme un Z-score dont la moyenne est à 100 avec un écart-type de 15. Par conséquent, tous les participants dont le score était inférieur à 85 ont été exclus de l'étude. Cette échelle bénéficie d'une utilisation régulière dans la littérature anglophone et francophone (Thordardottir et al., 2010).

Le tableau 1 reprend chaque critère, une justification concernant l'existence du critère dans cette étude, le moyen employé pour vérifier ce critère chez chaque enfant et enfin le nombre de participants qu'il a permis d'exclure.

**Tableau 1 - Critères d'exclusion et informations associées**

Critère d'exclusion	Justification	Moyen de vérification du critère	Nombre de participants (N) exclus par ce critère
<b>1) Présence d'anomalies cranio-faciales, de pathologies pulmonaire, neurologique, cardiaque et/ou de syndromes génétiques identifiés.</b>	Afin de s'assurer que les éventuelles difficultés (myofonctionnelles et/ou de parole) des enfants ne s'insèrent pas dans un cadre d'anomalies ou de pathologies plus globales (Abreu et al., 2008).	Questionnaire anamnestique	<b>N = 0</b> (Car ce critère a été vérifié au préalable dans le cadre de la thèse de Madame Warnier).
<b>2) Prise en charge (PEC) logopédique / orthodontique préalable ou entamée.</b>	Afin que les capacités évaluées des enfants n'aient pas été sujettes à des modifications liées à la prise en charge.	Questionnaire anamnestique	→ <u>PEC logopédique</u> : - au T1 : <b>N = 8</b> (1914, 1915, 1922, 1931, 1932, 1937, 1950, 1954)  - au T2 : <b>N = 1</b> (1953)  → <u>PEC orthodontique</u> : - au T2 : <b>N=2</b> (1926, 1930)
<b>3) Situation de bilinguisme.</b>	Pour éviter l'interaction d'autres langues sur la précision de la parole en français.	Questionnaire anamnestique	<b>N = 0</b> (Car ce critère a été vérifié au préalable dans le cadre de la thèse de Madame Warnier).
<b>4) Perte auditive de 31 dB ou plus.</b>	Pour éviter que les éventuelles difficultés en production des sons de la parole soient dues à une perte auditive. Une perte auditive de 0 à 20 dB étant considérée comme une audition normale, nous nous sommes laissés une marge de 10 dB afin de palier le bruit de fond présent dans les lieux de passation des tests (écoles). De plus, une corrélation a été établie entre la respiration buccale et les otites moyennes (Van Bo et al., 1989). Or, nous cherchons à éviter les interférences entre variables pour analyser le plus purement possible l'interaction de nos variables étudiées.	Test d'audiométrie tonale	- au T1 : <b>N = 0</b> - au T2 : <b>N = 0</b>
<b>5) Faibles compétences en compréhension lexicale.</b>	Pour éviter que les éventuelles difficultés en production des sons de la parole soient dues à des troubles langagiers plus globaux. De plus, il a été prouvé que les compétences lexicales jouent un rôle important dans le développement de la production de la parole (Kehoe et al., 2020). C'est pourquoi il est important de s'assurer que les enfants de l'échantillon possèdent un niveau lexical suffisant pour leur âge.	Test de vocabulaire en réception de l'échelle de vocabulaire en images Peabody – EVIP- (Dunn et al., 1993).	- au T1 : <b>N=8</b> (1914, 1915, 1922, 1929, 1931, 1932, 1947, 1965)  - au T2 : <b>N=4</b> (1927, 1928, 1932, 1965)

## 4.2. Récolte des données

### 4.2.1. Déroulement

Les évaluations se sont déroulées à l'école de chaque enfant, durant les heures scolaires. L'expérimentatrice se trouvait assise à 90° par rapport à l'enfant, les deux étaient assis à la même table. Chaque passation devait se réaliser dans un endroit relativement calme. Les évaluations étaient filmées grâce à une caméra Canon LEGRIA HF G10, disposée sur un pied et placée à 60 cm du visage de l'enfant. Outre cet enregistrement vidéo, nous utilisons un enregistreur Zoom H4nPro lors de la passation de l'évaluation de la parole en production dans l'objectif d'obtenir une meilleure qualité d'enregistrement lors de l'analyse ultérieure des productions de l'enfant. Pour l'évaluation des fonctions orofaciales non-verbales, un écran blanc était placé derrière l'enfant afin de visualiser au mieux sa sphère oro-faciale. Les différentes épreuves ont préférentiellement été administrées dans le même ordre pour chaque enfant, même si cet ordre a pu être adapté afin de palier la baisse d'attention et de motivation de chaque enfant.

Notons tout de même que des aspects supplémentaires par rapport à ceux étudiés dans ce mémoire ont été évalués lors de la récolte des données car rappelons que ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la thèse de Madame Warnier, qui évalue de plus larges aspects.

Au total, pour le T1 et le T2, les données ont été récoltées par l'expérimentatrice principale, deux étudiantes de master 2 et une étudiante en bachelier. Nous étions donc quatre personnes impliquées dans cette récolte de données. Afin de s'assurer que la passation soit la plus uniforme possible entre les examinatrices, avant la passation des tests dans les écoles, nous avons chacune observé plusieurs vidéos de passation réalisée par Madame Warnier servant d'illustration et de préparation à ce qui allait être notre future passation. De plus, nous avons eu l'occasion de proposer les tests utilisés dans ce mémoire à deux enfants de 5 ans dans une autre école que celles recrutées pour l'étude, dans l'objectif de nous entraîner activement à cette récolte de données.

### 4.2.2. Outils utilisés

Afin de pouvoir répondre à nos hypothèses, nous proposons à tous ces enfants deux évaluations distinctes permettant d'évaluer nos deux grandes variables respectives. D'une part, nous cherchons à explorer les fonctions orofaciales non-verbales via le Nordic Orofacial Test-Screening (NOT-S). D'autre part, nous voudrions évaluer la fonction orofaciale verbale, et plus

particulièrement la précision de la production des phonèmes par le biais d'une dénomination d'image issue du projet de batterie d'évaluation de la phonologie EULALIES. En outre, pour définir la variable de contrôle concernant la succion persistante, un questionnaire parental a été proposé.

Les variables étudiées dans cette étude sont mises en correspondance avec leur mesure et leur score maximal dans le tableau 2.

**Tableau 2 - Variables étudiées et mesures associées**

<u>Variables étudiées</u>	<u>Mesures</u>
<b>1. Fonctions orofaciales non-verbales</b>	⇒ Score total au NOT-S ( /12)
<b>2. Précision de production des phonèmes</b>	⇒ Pourcentage de consonnes correctes ( /100)
<b>3. Succion persistante</b>	⇒ Score à l'item succion du questionnaire parental ( /1)

#### 4.2.2.1. Nordic Orofacial Test-Screening (NOT-S)

Pour évaluer les FONV, nous avons choisi de nous baser sur l'adaptation française du Nordic Orofacial Test-Screening (Bakke et al., 2007), repris en annexe 1, qui est un outil de dépistage des troubles de la motricité orofaciale pouvant être proposé chez les enfants à partir de 3 ans. Cet outil évalue les fonctions orofaciales détaillées dans la partie théorique, mais envisage également d'autres compétences somato-sensori motrices orofaciales, notamment pour intégrer les pathologies plus lourdes. Il a pour avantage de présenter des normes standardisées, permettant de situer les performances de l'enfant testé par rapport à une cohorte d'enfants de référence de même tranche d'âge. D'après McAllister et Lundeborg (2013), les enfants au développement typique de moins de 5 ans ont un score total moyen inférieur ou égal à 2/12. En outre, la littérature scientifique traitant du NOT-S suggère que le Nordic Orofacial Test-Screening est un outil fiable et valide, mais également pertinent pour un dépistage complet des dysfonctions orofaciales (Bakke et al., 2007 ; Bergendal et al., 2014 ; McAllister & Lundeborg, 2013). Notons tout de même que quelques lacunes ont été relevées dont un risque de faux positifs, un apport limité d'informations détaillées sur les fonctions orofaciales, et un accord inter-juges plus faible pour la section « muscle masticateur et fonctions de la mâchoire », dû au fait que la palpation manuelle est nécessaire pour évaluer l'activité des masséters. Il est donc difficile d'évaluer cet item en étant strictement en accord sur les critères d'évaluation sur base d'enregistrements vidéo (Bakke et al., 2007). Cette dernière lacune doit nous amener à



rester vigilante, car l'évaluation et la cotation se feront par le biais d'enregistrements vidéo dans notre étude.

Le test NOT-S se présente sous la forme suivante : il comprend tout d'abord une petite section anamnèse. Ensuite, il est séparé en deux catégories. D'une part, nous avons une partie appelée « entretien structuré » qui est proposée sous forme de questions aux parents de l'enfant participant. Cette première partie est elle-même subdivisée en 6 sections : fonction sensorielle, respiration, habitudes, mastication et déglutition, bavage, et sécheresse buccale. Chacune de ces sections contient 1 à 5 question(s). D'autre part, il y a une partie appelée « examen clinique » qui s'administre sous forme d'ordres concernant la sphère orofaciale que l'enfant doit réaliser, chaque ordre étant accompagné d'une photo qui facilite les instructions pour l'examineur. Sur le protocole, chaque item est précisé par un ou des critères permettant de juger si l'item est réussi ou échoué. Cette seconde partie comporte également 6 sections : face au repos, respiration nasale, expression faciale, fonction des muscles masticatoires et des mâchoires, fonction motrice orale, et enfin articulation de la parole. Ces 6 catégories comprennent chacune 1 à 4 item(s). Le tableau 3 ci-dessous reprend en détail les domaines et items évalués par le NOT-S.

**Tableau 3 - Domaines et items évalués dans le Nordic Orofacial Test-Screening (NOT-S)**  
(traduit et adapté de Bergendal et al., 2014)

<b>Entretien structuré (Domaines I-VI)</b>					
I. Fonction sensorielle	II. Respiration	III. Habitudes	IV. Mastication et déglutition	V. Bavage	VI. Sécheresse buccale
<b>Examen clinique (Domaines 1-6)</b>					
1. Face au repos	2. Respiration nasale	3. Expression faciale	4. Fonction des muscles masticatoires et des mâchoires	5. Fonction motrice orale	6. Articulation de la parole
<p><b>I. A</b> : Avez-vous envie de vomir lorsque vous vous brossez les dents ? Est-ce que cela arrive pratiquement à chaque fois ? <b>B</b> : Est ce qu'il vous arrive de mettre tellement de nourriture dans votre bouche qu'il vous est difficile de mastiquer ? Est-ce que cela arrive tous les jours ?</p> <p><b>II. A</b> : Utilisez-vous un dispositif d'aide à la ventilation ? <b>B</b> : Est-ce que vous ronflez beaucoup lorsque vous dormez ? Est-ce que cela arrive pratiquement chaque nuit ?</p> <p><b>III. A</b> : Est-ce qu'il vous arrive de ronger vos ongles, sucer vos doigts ou d'autres objets chaque jour ? <b>B</b> : Est-ce qu'il vous arrive de sucer ou mordre vos lèvres, votre langue ou vos joues chaque jour ? <b>C</b> : Est-ce qu'il vous arrive de serrer fortement vos dents ou de grincer des dents pendant la journée ?</p> <p><b>IV. A</b> : N'est pas nourri(e) par voie buccale ; <b>B</b> : Est-ce que vous trouvez qu'il est difficile de manger certains aliments du fait de leur consistance ? <b>C</b> : Est-ce que le temps de prise du repas principal vous prend 30 minutes ou plus ? <b>D</b> : Est-ce qu'il vous arrive d'avaler de gros morceaux de nourriture sans les mastiquer ? <b>E</b> : Est-ce qu'il vous arrive souvent de tousser au cours des repas ?</p>					

V. **A** : Est-ce qu'il vous arrive d'avoir de la salive sur le coin de la bouche ou sur votre menton presque chaque jour ?

VI. **A** : Avez-vous besoin de boire pour pouvoir manger un biscuit sec ? **B** : Est-ce que vous avez mal au niveau des muqueuses de votre bouche ou sur votre langue ?

1. **A** : Asymétrie ; **B** : Position de lèvre déviante ; **C** : Position linguale déviante ; **D** : Mouvements involontaires

2. **A** : Fermez votre bouche et inspirez profondément 5 fois avec votre nez (sentir)

3. **A** : Fermez vos yeux en serrant les paupières **B** : Montrez vos dents **C** : Essayez de siffler (souffler)

4. **A** : Mordez fort sur vos dents postérieures **B** : Ouvrez la bouche aussi grand que vous le pouvez

5. **A** : Tirez la langue aussi loin que vous le pouvez **B** : Lèchez-vous les lèvres **C** : Gonflez vos joues et maintenez la pression pendant au moins 3 secondes **D** : Ouvrez votre bouche bien grand et dites ah, ah, ah !

6. **A** : Ne parle pas ; **B** : Comptez jusqu'à 10 à voix haute **C** : Dites : pataka-pataka-pataka

#### 4.2.2.2. Dénomination d'images du projet de batterie d'évaluation de la phonologie EULALIES

L'évaluation de la précision de la production des phonèmes est quant à elle effectuée au moyen d'une dénomination d'images issue du projet de batterie d'évaluation de la phonologie EULALIES (Meloni et al., 2017). Il s'agit d'un projet visant à mettre en place une épreuve standardisée pour l'évaluation et l'élaboration de normes en français sur le développement des sons de la parole. Cette dénomination d'images est reprise en annexe 2. Elle est originellement proposée aux enfants de plus de 5 ans mais elle a été adaptée dans l'objectif de correspondre au niveau de la cohorte étudiée. Certains items ont été retirés par rapport à l'original par souci de maintien de l'attention des enfants pendant toute la durée du test. De plus, dans l'objectif de motiver l'enfant, un renforçateur a été ajouté, il s'agit d'un bonhomme qui se construit au fur et à mesure du déroulement de la tâche. Cette épreuve donne l'opportunité à l'enfant de produire tous les phonèmes du français dans toutes les positions du mot (initiale, médiane et finale). L'épreuve adaptée compte 43 mots répartis comme suit : 13 mots monosyllabiques, 12 mots bisyllabiques, 12 mots trisyllabiques, et 6 mots quadrisyllabiques. Ce test nous offre donc un échantillon de parole approprié pour permettre par la suite de calculer un pourcentage de consonnes correctes pour chaque enfant en comparant les consonnes produites d'une manière erronée aux consonnes cibles. Ce sont ces PCC qui nous donneront une indication sur la précision de production des phonèmes.

L'épreuve commence par trois exemples afin de s'assurer que la consigne soit bien comprise. Ensuite, nous proposons à l'enfant 43 images représentant chacune un mot. Il doit dénommer chaque image et, s'il ne dénomme pas spontanément, nous passons d'abord par l'aide d'un amorçage sémantique, qui correspond à une définition du mot. Si le mot n'est toujours pas produit à ce stade, nous fournissons une ébauche orale qui consiste à proposer le premier phonème du mot. Enfin, si cela n'est toujours pas suffisant pour que l'enfant produise

le mot, le modèle cible lui est proposé, il est ensuite invité à le répéter. Idéalement, l'enfant doit produire le déterminant « le », « la », « l' » ou « les » devant chaque mot. Cependant, la consigne n'a pas été pas systématiquement intégrée par les participants et dans ces cas-là, nous sommes contentée de la production telle quelle, sans déterminant ou avec un autre.

#### 4.2.2.3. Questionnaire parental

L'évaluation des habitudes de succion se fait par le biais d'un questionnaire anamnestique précédemment distribué aux parents de chaque participant lors du T1, dans le cadre de la thèse de Madame Warnier. Ce questionnaire comprend notamment trois questions qui font l'objet d'analyses dans ce mémoire. Cet outil est proposé en annexe 3 et les trois questions étudiées se situent en haut de la page 2 du questionnaire. La première question concerne la succion non-nutritive et est la suivante « votre enfant suce-t-il actuellement une tétine/son pouce/un doudou/sa langue,... ? ». Si une réponse affirmative est apportée à cette question, une seconde demande alors aux parents de préciser ce qui fait office de succion chez l'enfant. Enfin, la troisième question analysée concerne la succion nutritive et est la suivante : « votre enfant reçoit-il actuellement le biberon ? ».

### 4.3. Traitement des données récoltées

#### 4.3.1. Traitement des données orofaciales non-verbales

##### 4.3.1.1. Cotation du Nordic Orofacial Test-Screening (NOT-S)

Pour pouvoir vérifier nos quatre hypothèses, nous avons commencé par corriger le test de dépistage NOT-S. Nous avons d'abord récolté les protocoles des parents de chaque enfant pour obtenir les réponses de la partie entretien structuré. Concrètement, pour la correction, nous appliquons le code préconisé par les créateurs du test pour chacune des questions : un « X » équivaut à la réponse oui, un « 0 » équivaut à la réponse non et un « - » est à indiquer lorsque la question est restée sans réponse. Pour chacune des sections, la présence d'un ou plusieurs symbole(s) « X » équivaut au score 1. Le score 0 est en revanche attribué à une section lorsque toutes les questions de cette dernière ne sont cotées que par des symboles « 0 ».

Pour corriger la seconde partie appelée examen clinique, nous avons d'abord analysé les vidéos de chaque enfant réalisées lors de la passation de ce test. C'est sur base du visionnage de ces vidéos, 114 pour le T1 et 57 pour le T2 (plusieurs vidéos concernent parfois le même enfant), que nous avons pu apporter une cotation au protocole. Tous les items sont accompagnés de critères d'atteinte, ce qui nous a servi d'appui pour juger si l'item analysé était réussi ou

échoué. Le système de cotation est le même que pour la partie de l'entretien, mais cette fois, les points sont donc attribués en fonction de la réussite ou de l'échec de l'item, et non en fonction de la réponse à la question (oui / non).

Le système de cotation du NOT-S confronte l'examineur à un choix binaire (oui ou non / réussite ou échec) clairement déterminé. Le score total de ce test peut varier de 0 à 12. La correction de ces 12 sections au total nous a permis d'obtenir un score global qui fera office de variable intitulée score NOT-S. Ce test évaluant les FONV nous a donc apporté des données quantitatives, sous forme d'un score pour chaque participant qui donnera lieu à une variable métrique, manipulée ultérieurement lors des analyses statistiques.

#### 4.3.1.2.. Cotation des items du questionnaire concernant les habitudes de succion

Pour ce faire, nous avons analysé les réponses de chaque parent d'enfant à trois questions se trouvant dans le questionnaire anamnestique précédemment distribué lors du T1, c'est-à-dire lorsque les enfants étaient âgés de 4 ans et demi. Nous avons tout d'abord analysé les réponses de la première question qui est une question fermée ayant pour objectif de définir si oui ou non l'enfant présente une habitude de succion non-nutritive. Ensuite, uniquement en cas de réponse affirmative à la première question, nous analysons la seconde qui est une question ouverte cherchant à préciser ce qui fait office de support de succion chez l'enfant. L'analyse de cette question ne menait pas à l'attribution de point, mais était importante car elle nous a permis d'exclure les réponses mentionnant la langue, les joues ou la lèvre, en raison de l'interférence avec une question du NOT-S expliquée précédemment lors de la présentation de la troisième hypothèse. Enfin, la troisième question est fermée et a pour objectif de définir si oui ou non l'enfant présente une habitude de succion nutritive par le biais d'un biberon.

Pour obtenir un score définissant la variable succion persistante, nous nous sommes donc basée sur les réponses aux deux questions fermées confrontant le parent à un choix binaire : oui ou non. Nous avons décidé d'attribuer 1 point lors d'une réponse « oui » à l'une de ces deux questions et 0 point lorsque les réponses aux deux questions étaient « non », permettant ainsi d'obtenir un score reflétant la présence ou l'absence de succion non-nutritive et/ou nutritive.

## 4.3.2. Traitement des données orofaciales verbales

### 4.3.2.1. Analyse de la précision de la parole : segmentation, transcription des échantillons et calcul du PCC

C'est la dénomination d'images issue de la batterie EULALIES qui a servi de support pour obtenir un échantillon de parole approprié, pour toutes les raisons évoquées dans la présentation des outils. Pour pouvoir quantifier au mieux la précision de la production des phonèmes, il a fallu passer par plusieurs étapes via le logiciel Phon (Rose et al., 2006) : la segmentation des échantillons, puis la transcription de ceux-ci et enfin le calcul du PCC sur base des transcriptions obtenues. Ces trois étapes du processus ont été effectuées en amont dans le cadre de la thèse de Madame Warnier par deux transcripateurs et ont fait l'objet d'une vérification de la fidélité inter- et intra-juges. Notons que, lors du calcul du PCC, ce logiciel comptabilise comme corrects les phonèmes considérés comme altérés ou subissant une distorsion telle qu'un sigmatisme, un schlintement, ou encore une absence d'explosion, etc.

Comme abordé dans la partie théorique, le PCC est un indice très souvent utilisé dans la littérature centrée sur l'étude de la parole, mais également en logopédie clinique pour définir le niveau de l'enfant ou pour évaluer son évolution lors d'une prise en charge. En effet, il s'agit d'un bon indicateur du niveau d'habiletés phonologiques, mais surtout de précision de la production des sons de la parole, ce que nous cherchons à tester (Brosseau-Laprè et al., 2018). Le PCC s'obtient en divisant le nombre de consonnes correctement produites par la somme du nombre de consonnes produites par l'enfant, y compris les erreurs, et le nombre de consonnes qui devraient être produites mais qui sont oubliées, le tout étant multiplié par 100 pour obtenir un pourcentage pour chaque enfant (Shriberg et al., 1982). Ce pourcentage fera office de variable métrique dans nos analyses statistiques ultérieures et sera utile pour tenter de répondre à nos hypothèses concernant le développement de la précision de la parole et la relation entre cette dernière et les FONV.

### 4.3.3. Contrôle de la fidélité inter-juges et intra-juge

Afin d'éviter tout biais provenant de l'évaluateur, la fidélité intra-juge et la fidélité inter-juges ont été contrôlées lors de la cotation des tests évaluant nos deux variables principales. La formule suivante a été appliquée pour obtenir la valeur des différents pourcentages de fidélité :

$$\frac{(\text{nombre total d'items} - \text{différence entre les scores des juges}) \times 100}{\text{nombre total d'items}}$$

D'une part, nous avons vérifié la fidélité pour la cotation du test de dépistage NOT-S sur base des vidéos de chaque enfant à chaque temps de récolte des données. L'ensemble de cette cotation a été effectuée par moi-même, nous devons donc nous assurer d'une fidélité intra-juge suffisante. Pour ce faire, nous avons procédé à une recorection de 15% des protocoles en revisionnant les vidéos 2 semaines après la correction initiale pour éviter le biais de mémoire. Cette procédure a été appliquée pour le T1 et pour le T2. Notons que la fidélité intra-juge est jugée bonne à partir de 85% d'accord et excellente à partir de 90%. Après application de la formule, la fidélité intra-juge s'est avérée être à 91,48% pour le T1 et à 94,14% pour le T2.

En outre, il était important de s'assurer d'une bonne fidélité inter-juges. Cette dernière a également été vérifiée par la recorection de 15% des protocoles et vidéos par les soins de Madame Warnier. Là aussi, nous nous attendions à une fidélité inter-juges d'au moins 85% et idéalement supérieure à 90%. Après application de la formule, nous pouvons soutenir que la fidélité inter-juges était de 97,06%. Ces hauts taux d'accord, aussi bien pour la fidélité intra- que inter-juges traduisent la clarté des critères de cotation du test NOT-S.

D'autre part, les fidélités intra-juge et inter-juges se devaient également d'être contrôlées pour le calcul du PCC. Les deux types de fidélité de ces données ont été prouvées dans le cadre de la thèse de Madame Warnier. La procédure employée et les attentes en termes de résultats étaient les mêmes que pour les données du test NOT-S.

#### 4.4. Analyses statistiques

Toutes nos analyses statistiques seront réalisées via le logiciel Statistical Analysis System (SAS). Pour rappel, voici le tableau 4 qui reprend les trois variables étudiées par nos quatre hypothèses, ainsi que des informations relatives à ces variables.

**Tableau 4** - Variables étudiées, types de variables, mesures et scores maximaux associés

	<u>Variables étudiées</u>	<u>Types de variables</u>	<u>Mesures</u>	<u>Score maximal</u>
Variables principales	<b>1. Fonctions orofaciales non-verbales</b>	Métrique	Score total au NOT-S	/12
	<b>2. Précision de production des phonèmes</b>	Métrique	Pourcentage de consonnes correctes	/100
Covariable	<b>3. Succion persistante</b>	Catégorielle (dichotomique)	Score aux items concernant la succion du questionnaire parental	/1

#### 4.4.1. Hypothèse 1

Pour rappel, nous cherchons tout d'abord à vérifier notre hypothèse principale selon laquelle le fonctionnement des FONV prédit une part significative de la précision de production des phonèmes, chez les enfants francophones tout-venant à l'âge de 4 ans et demi et à l'âge de 5 ans. Pour ce faire, nous mettrons en relation les résultats du test de dépistage évaluant les FONV avec le PCC de chaque enfant, et ce aussi bien au T1 qu'au T2. L'analyse la plus appropriée dans ce cadre est une **régression linéaire simple** car nous cherchons à expliquer une variable métrique, qui est le PCC, par une autre variable métrique, qui est le score au NOT-S. Ce test statistique sera effectué à deux reprises : une fois pour les scores obtenus à l'âge de 4 ans et demi et une seconde fois pour les scores obtenus à l'âge de 5 ans. Ainsi, si la probabilité de dépassement s'avère être  $< 0.05$ , nous pourrions rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle le fonctionnement des FONV ne prédit pas significativement la précision de production des sons de la parole. La procédure employée et la conclusion à vérifier seront les mêmes pour les deux temps de testing.

#### 4.4.2. Hypothèse 2

Ensuite, afin de vérifier la seconde hypothèse qui postule une différence significative entre les régressions calculées pour le T1 et celles calculées pour le T2, nous réaliserons une comparaison de régressions linéaires avec **un test t de Student sur les pentes de régression**. Si la probabilité de dépassement est  $< 0.05$ , nous rejeterons l'hypothèse de la nullité de l'égalité des régressions dans la population. Cette hypothèse sera vérifiée dans la mesure où nous obtenons des régressions significatives lors de la vérification de l'hypothèse principale, qui est notre première hypothèse.

#### 4.4.3. Hypothèse 3

Puis, pour pouvoir confirmer ou infirmer l'hypothèse 3a selon laquelle l'éventuelle relation entre les FONV et la précision de production de la parole peut être influencée par la covariable succion persistante, l'analyse employée sera une **régression linéaire multiple**. Cette dernière sera effectuée avec les données du T1, et non du T2 pour éviter un biais d'interférence expliqué précédemment. Cette analyse statistique de régression multiple nous permettra de juger de la significativité de la relation entre nos deux variables principales, une fois la covariable ajoutée. Ce résultat pourra ensuite être mis en comparaison avec celui obtenu lors de la vérification de l'hypothèse 1 sur la relation entre les FONV et la précision articulatoire, pour juger de l'effet des habitudes de succion persistantes sur cette relation.

Avant de procéder à la régression linéaire multiple, nous nous devons de vérifier s'il y a colinéarité entre les deux variables explicatives. La tolérance doit être  $< 0.10$  pour pouvoir affirmer l'absence de multicolinéarité. Un phénomène de multicolinéarité a pour effet d'augmenter la variabilité des valeurs obtenues pour les coefficients de la régression, or nous cherchons à éviter cette situation. Ainsi, s'il s'avère que les deux variables sont trop fortement corrélées entre elles et entravent donc la qualité des résultats fournis par la régression multiple, nous devons les remplacer par une variable composite en les transformant par leur somme.

Dans le cas où notre première hypothèse ne serait pas confirmée, c'est-à-dire si nos deux variables principales n'entretiennent pas de relation linéaire significative, nous ne vérifierons pas cette hypothèse 3a. Au lieu de cela, nous vérifierons l'hypothèse alternative 3b qui suppose que la covariable succion persistante présente un effet significatif sur les fonctions orofaciales non-verbales, mais également sur la précision articulatoire. Pour ce faire, nous effectuerons deux **analyses de variance simples** (ANOVA), une pour juger de l'influence de la succion persistante sur les FONV, et l'autre pour juger de l'influence de la succion persistante sur la précision de production des phonèmes. L'ANOVA simple s'avère être l'analyse la plus appropriée dans ce cadre car il s'agit en réalité d'une régression linéaire, dont la variable dépendante est métrique (score au NOT-S ou PCC) et la variable indépendante est catégorielle (succion). Puisque l'ANOVA simple est un type de régression linéaire, cela nous permet de conserver une continuité avec les résultats obtenus par la régression linéaire simple pour l'hypothèse 1. Chacune des deux ANOVA seront appliquées aux données du T1, et non du T2 pour éviter le biais d'interférence précédemment expliqué. En finalité, ces deux analyses de variance nous permettront d'obtenir des informations sur l'effet spécifique des habitudes de succion persistantes sur les FONV, ainsi que l'effet spécifique des habitudes de succion persistantes sur la précision articulatoire. Ainsi, si la probabilité de dépassement s'avère être  $< 0.05$  pour les deux ANOVA réalisées, nous pourrions rejeter les hypothèses nulles selon lesquelles la persistance de la succion n'explique rien du fonctionnement des FONV, ni de la précision articulatoire.

Notons qu'avant de réaliser les ANOVA simples, nous nous devons de vérifier la normalité de la distribution de chaque variable ainsi que l'homogénéité des variances. La condition de normalité des distributions sera vérifiée avec le **test de Shapiro-Wilk**. Si la probabilité de dépassement de la statistique W est  $> 0.05$ , alors nous tolérerons l'hypothèse nulle de normalité. La condition d'homogénéité des variances sera quant à elle vérifiée avec le



**test de Levene.** Si la probabilité de dépassement de la statistique F du test de Levene est  $> 0.05$ , nous tolérerons l'hypothèse d'homogénéité des variances. S'il s'avère que l'homogénéité des variances n'est pas respectée, nous serons amenée à utiliser l'**approximation de Welch** pour les variables concernées au lieu de la statistique F de l'analyse de variance simple.

#### 4.4.4. Hypothèse 4

Enfin, pour la dernière hypothèse selon laquelle nous nous attendons à une augmentation significative des scores obtenus pour les FONV et la précision de production des phonèmes, mais une absence d'évolution des habitudes de succion, entre 4 ans et demi (T1) et 5 ans (T2), nous emploierons deux tests différents.

D'une part, pour les données quantitatives, c'est-à-dire les données relatives aux FONV et à la précision articulatoire, nous emploierons le **test t de Student pour échantillons appariés**. Nous relèverons pour chacune des trois variables, la valeur de la statistique t ainsi que celle de la probabilité de dépassement. Si cette dernière est  $< 0.05$ , nous pourrions donc rejeter l'hypothèse d'égalité des moyennes entre les scores obtenus aux deux temps de testing successifs. Avant d'appliquer ce test statistique à nos données, nous vérifierons la normalité de la distribution des différences entre les scores du T1 et du T2 grâce au **test de Shapiro-Wilk**. Si la probabilité de dépassement de la statistique W est  $> 0.05$ , alors nous tolérerons l'hypothèse nulle de normalité. S'il s'avère que la normalité n'est pas respectée, nous utiliserons le test non-paramétrique de Wilcoxon pour échantillons appariés.

D'autre part, pour les données de la variable catégorielle dichotomique appelée succion persistante, nous appliquerons des **statistiques descriptives** afin d'obtenir des informations sur le nombre d'enfants présentant une habitude de succion persistante et le nombre d'enfants ne présentant pas cette habitude au T1. Nous ferons ensuite de même pour les données issues du T2. Chacun des quatre résultats obtenus sera alors transformé en pourcentage pour faciliter l'interprétation. Ainsi, en mettant en comparaison les pourcentages obtenus au T1 à ceux obtenus au T2, nous pourrions objectiver l'évolution de la prévalence des habitudes de succion dans notre échantillon.

## 5. Résultats

### 5.1. Statistiques descriptives

Le tableau 5 reprend, pour chacune des deux variables métriques principales au T1 et au T2, le score maximal, le nombre d'observations, la moyenne, l'écart-type, le score minimum et le score maximum.

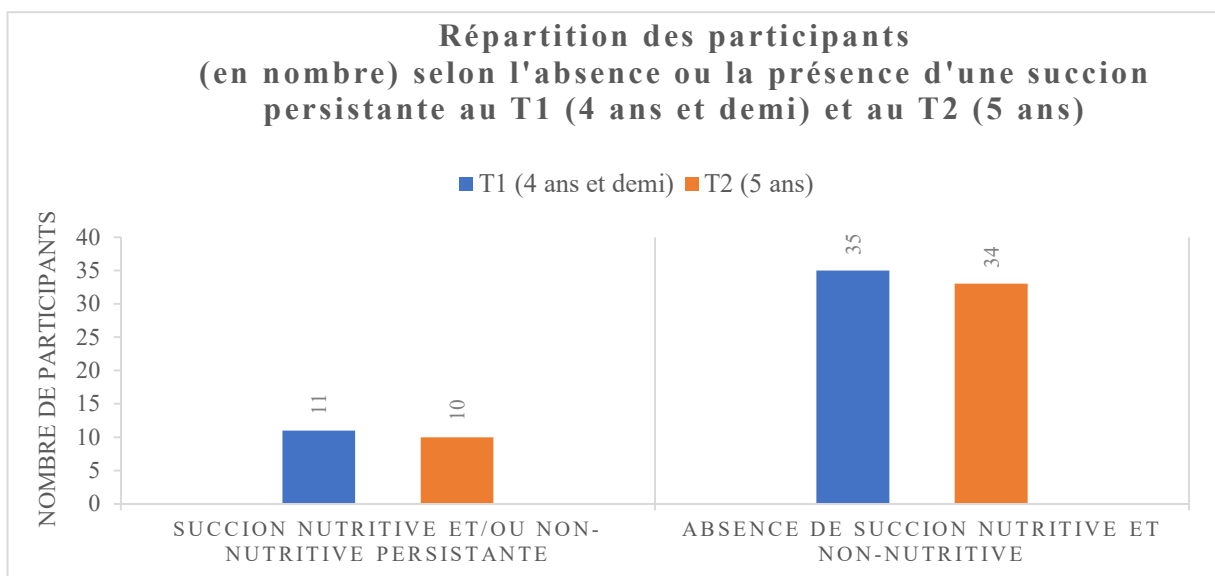
**Tableau 5 – Données descriptives des variables quantitatives**

Variable	Score Max	T1					T2				
		N	M	E-T	Min	Max	N	M	E-T	Min	Max
<b>Fonctions orofaciales non-verbales (score NOT-S)</b>	12	44	2	1.18	0	6	40	2.20	1.38	0	5
<b>Précision de production des phonèmes (PCC)</b>	100	49	82.34	9.61	47.01	96.95	45	86.15	9.03	51.47	98.47

Score Max = score maximum possible, N = nombre d'observations, M = moyenne, E-T = écart-type, Min = minimum, Max = maximum, T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi), T2 = 2<sup>ème</sup> phase de testing (5 ans).

Le graphique 1 représente la répartition des enfants en fonction de leurs habitudes de succion (notre covariable) : présence ou absence d'une succion non-nutritive et/ou nutritive persistante, et ce au premier temps de testing à 4 ans et demi et au second temps à 5 ans.

**Graphique 1 – Répartition des participants (en nombre) selon l'absence ou la présence d'une succion persistante au T1 et au T2**



T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi), T2 = 2<sup>ème</sup> phase de testing (5 ans).

## 5.2. Statistiques inférentielles

### 5.2.1. Hypothèse 1 : relation entre les FONV et la précision de la FOV

Afin de vérifier notre hypothèse principale selon laquelle le fonctionnement des FONV prédit significativement la précision de production des phonèmes, nous avons effectué une régression linéaire simple à deux reprises : une fois pour les scores obtenus au T1 et une seconde fois pour les scores obtenus au T2. Les résultats des régressions effectuées pour la première et la seconde phase de testing sont exposés dans le tableau 6 ci-dessous.

**Tableau 6** – Résultats des régressions linéaires simples entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes pour le T1 et pour le T2

T1					
Précision de production des phonèmes (VD)					
Fonctions orofaciales non-verbales (VI)	ddl		F	p	$\rho^2$
	Modèle	Erreur			
	1	40	0.06	0.8155	0.0014
T2					
Précision de production des phonèmes (VD)					
Fonctions orofaciales non-verbales (VI)	ddl		F	p	$\rho^2$
	Modèle	Erreur			
	1	38	1.49	0.2298	0.0377

VD = variable dépendante, VI = variable indépendante, ddl = degrés de liberté, Modèle = nombre de variable explicative, Erreur = effectif - nombre de variable explicative - 1, F = statistique de la régression linéaire simple, p = probabilité de dépassement,  $\rho^2$  = coefficient de détermination., T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi), T2 = 2<sup>ème</sup> phase de testing (5 ans).

Les résultats des régressions exposés dans le tableau 6 ne mettent en évidence aucune relation linéaire significative qui relierait les scores au test évaluant les FONV aux scores de précision articulatoire, et ce, aussi bien au T1 qu'au T2. Lors du premier temps de récolte des données, les fonctions orofaciales non-verbales expliquent 0.14% de la variabilité de la précision articulatoire, ce qui représente un pourcentage non significatif, au niveau d'incertitude 5%. Lors du second temps de récolte des données, les fonctions orofaciales non-verbales expliquent 3.77% de la variabilité de la précision articulatoire, ce qui représente également un pourcentage non significatif, au niveau d'incertitude 5%. Les résultats de cette analyse, en l'occurrence la valeur du t, nous permettent également de qualifier les pentes de régressions de négatives, aussi bien au T1 (t = -0,23) qu'au T2 (t = -1,22). Cela signifie que lorsque le score

de précision articulatoire augmente et donc s'améliore, le score au test évaluant les FONV diminue et donc s'améliore également.

### 5.2.2. Hypothèse 2 : évolution avec l'âge de la relation entre les FONV et la précision de la FOV

Face à l'absence de régression significative au T1 et au T2, il n'a pas été nécessaire d'éprouver notre deuxième hypothèse qui postulait qu'il y aurait une différence significative entre les régressions calculées pour le T1 et celles calculées pour le T2 avec un test t de Student sur les pentes de régression.

### 5.2.3. Hypothèse 3 : relation entre les FONV, la précision de la FOV et les habitudes de succion

Étant donné que la régression entre les deux variables principales se trouve être non significative, l'objectif de notre troisième hypothèse n'est plus d'examiner l'influence de la covariable succion persistante sur la relation entre les deux variables principales. Néanmoins, il reste intéressant d'incorporer cette covariable avec pour objectif d'investiguer si elle présente une relation, et plus précisément un effet sur chacune des deux variables principales. Nous avons postulé que les habitudes de succion persistantes présenteraient un effet significatif sur les FONV d'une part, et sur la précision articulatoire d'autre part. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons effectué deux analyses de variance simples.

Au préalable, nous avons vérifié la normalité de la distribution de chaque variable grâce au test de Shapiro-Wilk. Les résultats de ce test sont disponibles en annexe 4. Ils nous amènent à tolérer la normalité de la distribution ( $p > 0.05$ ) pour les scores du NOT-S ( $W = 0.94$ ,  $p = 0.5745$ ) et les score du PCC ( $W = 0.97$ ,  $p = 0.9290$ ) chez les enfants qui présentent une habitude de succion persistante au T1. En revanche, nous rejetons la normalité de la distribution ( $p < 0.05$ ) pour les scores du NOT-S ( $W = 0.86$ ,  $p = 0.0005$ ) et les scores du PCC ( $W = 0.80$ ,  $p < 0.0001$ ) chez les enfants qui ne présentent pas d'habitude de succion persistante au T1. Face à ces différences, nous avons décidé de compter sur la robustesse de l'analyse de variance simple.

De plus, l'homogénéité des variances a également été préalablement vérifiée avec le test de Levene. Les résultats de ce test sont disponibles en annexe 5. Ils nous amènent à tolérer l'homogénéité des variances ( $p > 0.05$ ) entre les deux modalités de la variable succion pour les scores du NOT-S ( $F = 0.09$ ,  $p = 0.7706$ ) et pour les scores du PCC ( $F = 0.92$ ,  $p = 0.3436$ ) au T1.

La validation de ces étapes nous a permis de réaliser ensuite les deux ANOVA simples, dont les résultats pour la première phase de testing sont exposés dans les tableaux 7 et 8 ci-dessous.

**Tableau 7 – Résultats de l'analyse de variance simple entre les habitudes de succion persistantes et les fonctions orofaciales non-verbales pour le T1**

T1					
Fonctions orofaciales non-verbales (VD)					
Habitudes de succion persistantes (VI)	ddl		F	p	$\rho^2$
	Modèle	Erreur			
	1	42	0.37	0.5487	0.0086

VD = variable dépendante, VI = variable indépendante, ddl = degrés de liberté, Modèle = nombre de variable explicative, Erreur = effectif - nombre de variable explicative - 1, F = statistique de l'ANOVA simple, p = probabilité de dépassement,  $\rho^2$  = coefficient de détermination, T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi).

**Tableau 8 – Résultats de l'analyse de variance simple entre les habitudes de succion persistantes et la précision de production des phonèmes pour le T1**

T1					
Précision de production des phonèmes (VD)					
Habitudes de succion persistantes (VI)	ddl		F	p	$\rho^2$
	Modèle	Erreur			
	1	42	0.03	0.8568	0.0008

VD = variable dépendante, VI = variable indépendante, ddl = degrés de liberté, Modèle = nombre de variable explicative, Erreur = effectif - nombre de variable explicative - 1, F = statistique de l'ANOVA simple, p = probabilité de dépassement,  $\rho^2$  = coefficient de détermination, T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi).

Les résultats de l'analyse de variance simple dans le tableau 7 ne mettent en évidence aucun effet significatif des habitudes de succion persistantes sur les FONV. Les résultats de cette analyse nous apprennent plus précisément que la succion persistante explique 0.86% de la variabilité du score au test évaluant les FONV, ce qui représente donc un pourcentage non significatif, au niveau d'incertitude 5%.

De même, les résultats de l'analyse de variance simple exposés dans la tableau 8 ne mettent en évidence aucun effet significatif des habitudes de succion persistantes sur la précision articulatoire. La succion persistante explique 0.08% de la variabilité du score au test évaluant les FONV, ce qui représente donc un pourcentage non significatif, au niveau d'incertitude 5%.

#### 5.2.4. Hypothèse 4 : évolution avec l'âge des FONV, de la précision de la FOV et des habitudes de succion

Pour confirmer ou infirmer la première partie de notre dernière hypothèse selon laquelle nous nous attendons à une évolution positive significative des scores obtenus pour les FONV et la précision de production des phonèmes, entre 4 ans et demi (T1) et 5 ans (T2), nous avons employé le test t de Student pour échantillons appariés.

Avant d'appliquer ce test statistique à nos données métriques, nous avons vérifié la normalité de la distribution des différences entre les scores du T1 et du T2 grâce au test de Shapiro-Wilk. Les résultats de ce test sont disponibles en annexe 6. Ils nous amènent à tolérer l'hypothèse de normalité de la distribution pour les différences entre T1 et T2 au niveau des scores des fonctions orofaciales non-verbales ( $W = 0.9517$ ,  $p = 0.1096$ ) et de précision articulaire ( $W = 0.9897$ ,  $p = 0.9596$ ). Nous avons donc ensuite pu utiliser le test t de Student pour échantillons appariés dont les résultats sont disponibles dans le tableau 9.

**Tableau 9** – Résultats du test t de Student pour l'analyse de l'évolution des scores avec l'âge

	T1		T2		ddl	t	p
	M	E-T	M	E-T			
<b>Fonctions orofaciales non-verbales</b>	2	1.18	2.20	1.38	36	1.41	0.1660
<b>Précision de production des phonèmes</b>	82.34	9.61	86.15	9.03	43	7.48	<b><i>&lt;0.0001</i></b>

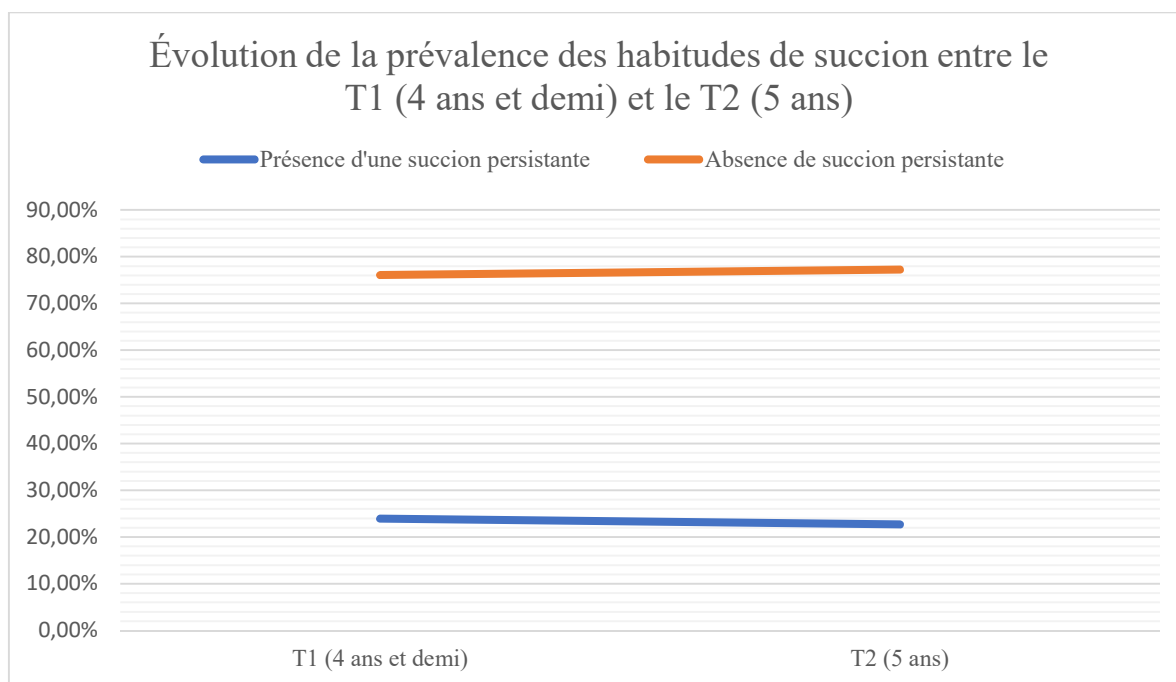
t = statistique de Student, p = probabilité de dépassement, ddl = degrés de liberté, M = moyenne, E-T = écart-type, T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi), T2 = 2<sup>ème</sup> phase de testing (5 ans), en gras et italique = résultat significatif.

Les résultats du test t de Student pour échantillons appariés mettent en évidence une évolution non significative des scores entre T1 et T2 pour les fonctions orofaciales non-verbales. Cela implique que les moyennes des scores au test NOT-S ne diffèrent pas significativement entre l'âge de 4 ans et demi et l'âge de 5 ans.

En revanche, la précision articulaire présente une évolution positive significative entre le T1 et le T2 ( $p < 0.0001$ ). Les moyennes des PCC sont effectivement significativement différentes entre 4 ans et demi et 5 ans, passant de 82,34% à 86,15% ce qui représente une amélioration moyenne de 3,81%.

Enfin, pour clôturer la vérification de cette hypothèse, nous avons réalisé des statistiques descriptives afin de rendre compte de l'évolution de la prévalence des habitudes de succion entre le T1 et le T2. Pour rappel, nous avons postulé une absence d'évolution, c'est-à-dire une stagnation de cette prévalence entre la période de 4 ans et demi à 5 ans. Les résultats sont repris dans le graphique 2 et dans le tableau 10.

**Graphique 2 – Répartition des participants (en pourcentage) selon l'absence ou la présence d'une succion persistante au T1 et au T2**



T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi), T2 = 2<sup>ème</sup> phase de testing (5 ans).

**Tableau 10 – Répartition des participants (en pourcentage et en nombre) selon l'absence ou la présence d'une succion persistante au T1 et au T2**

	T1 (4 ans et demi)		T2 (5 ans)	
	N total = 46		N total = 44	
	%	N	%	N
<b>PRÉSENCE d'une succion persistante</b>	23,91%	11	22,73%	10
<b>ABSENCE de succion persistante</b>	76,09%	35	77,27%	34

T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi), T2 = 2<sup>ème</sup> phase de testing (5 ans), N = nombre d'enfants.

Les résultats de l'application de statistiques descriptives nous permettent d'observer une diminution de 1,18% concernant la prévalence des habitudes de succion entre le T1 et le T2, ce qui représente en nombre une diminution d'un enfant.

## 6. Discussion

Dans cette discussion, nous commencerons par discuter des résultats obtenus en regard de nos hypothèses. Nous proposerons ensuite une analyse critique de la méthodologie que nous avons employée.

Pour rappel, l'objectif principal de ce mémoire était d'investiguer l'impact des FONV sur la précision de production de la parole durant le développement des enfants d'âge préscolaire. Pour atteindre cet objectif, nous avons émis quatre hypothèses nous permettant d'étudier plus en profondeur la relation entre ces deux types de fonctions entre 4 ans et demi et 5 ans. Ces hypothèses s'appuient sur les données de la littérature existant à ce sujet.

*Hypothèse 1 :* Nous avons postulé que le fonctionnement des FONV, mesuré par le score total au test de dépistage des troubles orofaciaux NOT-S, pouvait prédire une part significative de la variabilité de la précision de production des phonèmes, mesurée par le PCC, chez les enfants francophones tout-venant à l'âge de 4 ans et demi et à l'âge de 5 ans.

*Hypothèse 2 :* Nous avons postulé que la valeur de la régression entre les FONV et la précision de production des phonèmes augmenterait significativement avec l'âge, entre 4 ans et demi et 5 ans.

*Hypothèse 3 :* Nous avons postulé que la covariable succion persistante, mesurée par le score aux items concernant la succion nutritive et non-nutritive du questionnaire parental, aura un effet significatif à la fois sur les fonctions orofaciales non-verbales, mesurées par le score total au test de dépistage des troubles orofaciaux NOT-S, et à la fois sur la précision articulatoire mesurée par le PCC, chez des enfants francophones tout-venant de 4 ans et demi.

*Hypothèse 4 :* Nous avons postulé que les fonctions orofaciales non-verbales, mesurées par le score total au test de dépistage des troubles orofaciaux NOT-S, ainsi que la précision de production des phonèmes, mesurée par le PCC, présenteraient une évolution positive significative entre 4 ans et demi et 5 ans. En revanche, nous avons postulé que les habitudes de succion, mesurées par le score aux items concernant la succion nutritive et non-nutritive du questionnaire parental, ne présenteraient pas d'évolution entre 4 ans et demi et 5 ans.



## 6.1. Discussion des résultats

### 6.1.1. Hypothèse 1 : relation entre les FONV et la précision de la FOV

Les résultats des analyses statistiques mettent en évidence qu'il n'existe aucune relation linéaire entre les scores obtenus au test NOT-S évaluant les FONV et le pourcentage de consonnes correctes. Cela signifie plus précisément que le fonctionnement des FONV ne permet pas de prédire significativement la précision articulatoire chez des enfants francophones tout-venant aux âges de 4 ans et demi et 5 ans. Cette conclusion s'oppose à celles des études menées sur le sujet. Différents éléments pourraient expliquer cette opposition.

Tout d'abord, une différence entre les études réalisées jusqu'à présent sur le sujet et notre étude réside dans le type de population étudiée. En effet, la plupart des recherches qui ont étudié l'influence mutuelle entre les FONV et la production de la parole se sont concentrées sur une population présentant un trouble spécifique, tel qu'un TMO ou un trouble articulatoire (Alhazmi, 2022 ; Borox et al., 2018 ; Hale et al., 1988 ; Hitos et al., de 2012 ; Junqueira et al., 2010 ; Mogren et al., 2020 ; Redle et al., 2015 ; Wadsworth et al., 1998). Or, notre étude se penchait sur un échantillon d'enfants tout-venant. Prenons l'exemple de la récente thèse de Mogren (2021) qui déclarait, à l'inverse de nos résultats, que les scores au NOT-S expliquaient un pourcentage significatif de la variabilité du PCC. Mais ces résultats ont été obtenus en étudiant un échantillon d'enfants ayant un trouble avéré affectant les sons de la parole et persistant après l'âge de 6 ans. Chez des enfants tout-venant, la variabilité inter-individuelle en termes de PCC est a priori plus importante que chez des enfants souffrant tous d'un trouble touchant les sons de la parole. Nous pensons qu'une plus grande variabilité inter-individuelle dans notre population d'enfants tout-venant pourrait expliquer le fait que la relation linéaire entre les variables explicative et expliquée ne soit pas significative.

Ensuite, une autre piste d'explication de l'opposition des résultats pourrait résider dans la différence d'âge entre les participants de notre étude et ceux de la plupart des études sur le sujet. La période la plus analysée au niveau de la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes est la période scolaire. Bien que certaines études englobent des enfants d'âge préscolaire, les enfants d'âge scolaire y sont également fortement représentés, comme dans l'étude d'Hitos et al. (2012) qui étudie les enfants de 4 à 12 ans, l'étude de Wadsworth et al. (1998) qui étudie les enfants de la maternelle à la 6<sup>ème</sup> primaire et encore l'étude de Junqueira et al. (2010) qui étudie les enfants de 2 à 16 ans. D'autres études ne se penchent que sur une population d'âge scolaire (Borox et al., 2018 ; Mogren et al., 2020 ;

Redle et al., 2015). Or, une différence fondamentale entre la période scolaire et la période préscolaire est que cette dernière fait l'objet de plus nombreuses maturations en cours au niveau des fonctions orofaciales, aussi bien verbale que non-verbales. En regard de cela, nous nous demandons si la variabilité inter-individuelle ne serait pas plus importante chez les enfants d'âge préscolaire dont les fonctions orofaciales non-verbales, mais surtout la précision d'exécution de la fonction orofaciale verbale, ne se développent pas forcément au même rythme chez tous. Bien que le manque de données sur la relation spécifique entre les deux chez les enfants d'âge préscolaire nous limite dans l'interprétation des résultats, nous pensons que cette plus grande variabilité inter-individuelle dans notre population d'âge préscolaire pourrait être mise en cause dans l'obtention d'une absence de significativité de relation linéaire entre nos variables.

De plus, nous nous interrogeons sur le fait que cette relation d'influence des FONV sur la précision articulatoire mise en évidence dans les études s'explique plutôt par la persistance dans le temps des TMO. En effet, la plupart des études qui nous ont guidée dans l'émission de notre hypothèse s'appliquaient à des enfants plus âgés présentant un signe fonctionnel de TMO persistant, comme un pattern de respiration buccale persistant ou encore une déglutition dysfonctionnelle persistante. Ce caractère persistant du trouble, combiné à un âge plus élevé des populations précédemment étudiées permettent plus de temps pour l'apparition de conséquences à long terme des TMO. Selon plusieurs études, une des conséquences à long terme des TMO peut être un manque de précision de production des phonèmes (Alhazmi, 2022 ; Borox et al., 2018 ; Hale et al., 1988 ; Hitos et al., de 2012 ; Junqueira et al., 2010 ; Wadsworth et al., 1998). Cependant, ce lien entre les deux pourrait être plutôt indirect et apparaître avec le temps. En effet, si l'on en croit les études antérieures, cette conséquence apparaîtrait plutôt à long terme par l'intermédiaire d'autres facteurs, comme le développement de malocclusions (De Menezes et al., 2006 ; Grabowski et al., 2007 ; Hale et al., 1988 ; Melsen et al., 1987 ; Paolantonio et al., 2019 ; Souki et al., 2012 ; Zicari et al., 2009), ou encore l'apparition progressive d'une protrusion linguale au repos ou en fonction (Hale et al., 1988 ; Kravanja et al., 2018 ; Sano et al., 2018 ; Wadsworth et al., 1998). Ces facteurs ont été démontrés comme étant significativement liés à au moins un signe fonctionnel de TMO, mais également à un manque de précision articulatoire. Il se pourrait donc qu'une relation qualifiée d'indirecte se dessine entre les FONV et la précision de production de la parole en cas de TMO persistant dans le temps, laissant ainsi le temps aux éventuels facteurs intermédiaires d'apparaître, ce que notre étude n'a pas investigué. Par ces informations, nous supposons que l'absence de

significativité dans la relation d'influence des FONV sur la précision articulatoire démontrée dans notre étude peut être expliquée par l'absence d'altération orofaciale persistant depuis assez de temps que pour influencer la précision articulatoire. Finalement, nous trouvons que ces constats illustrent bien la complexité de la relation entre nos deux variables, qui s'inscrit dans un contexte multifactoriel. Cela nous montre également la complexité du domaine myofonctionnel orofacial dans lequel une dysfonction entraîne des conséquences, qui peuvent elles-mêmes entretenir la dysfonction, mais également causer d'autres conséquences, formant ainsi un cercle vicieux (D'Onofrio, 2019).

Enfin, notre différence de résultats par rapport aux études sur le sujet peut s'expliquer par le fait que la plupart de ces études se penchaient uniquement sur un signe de TMO. Elles analysaient par exemple l'influence d'un pattern de respiration buccale ou d'un pattern de déglutition dysfonctionnelle sur la précision de production de la parole. Cette méthodologie diffère de la nôtre car nous avons englobé plus de FONV dans notre analyse (la respiration, la déglutition, la mastication, le contrôle salivaire, les expressions faciales, la position de repos, la fonction orale sensorielle, mais également les habitudes liées à la sphère orofaciale). Si la relation entre l'altération de la fonction de respiration et la précision articulatoire (Alhazmi, 2022 ; Borox et al., 2018 ; Hitos et al., 2012 ; Junqueira et al., 2010), et la relation entre l'altération de la fonction de déglutition et la précision articulatoire (Barnett et al., 2019 ; Wadsworth et al., 1998) semblent bien établies via la mise en évidence de liens significatifs, nous n'avons peu, voire pas de donnée sur l'existence d'un lien entre les autres FONV et la précision de production de la parole. Il se pourrait que ces autres FONV ou leurs altérations n'entretiennent pas de relation significative avec la précision articulatoire, de sorte que, une fois toutes les FONV considérées ensemble, cela annule l'effet significatif éventuel des altérations de la respiration et de la déglutition sur la précision de production des phonèmes.

### 6.1.2. Hypothèse 2 : évolution avec l'âge de la relation entre les FONV et la précision de la FOV

Pour clôturer la discussion sur la relation entre les FONV et la précision articulatoire, rappelons que, face à l'absence de relation linéaire significative entre les deux variables au T1 et au T2, il n'a pas été judicieux d'éprouver notre deuxième hypothèse selon laquelle nous nous attendions à ce que les différents scores soient d'autant plus liés entre eux à l'âge de 5 ans qu'à l'âge de 4 ans et demi.

### 6.1.3. Hypothèse 3 : relation entre les FONV, la précision de la FOV et les habitudes de succion

Pour rappel, les résultats des analyses statistiques mettent en évidence un effet non significatif des habitudes de succion persistantes sur les fonctions orofaciales non-verbales. Il en est de même pour l'effet de ces habitudes de succion sur la précision articulatoire, qui s'est révélée non significative également. Cette conclusion s'oppose à celles de la plupart des études menées sur le sujet. Différents éléments pourraient expliquer cette opposition. Nous discuterons d'abord de la relation entre la succion persistante et les FONV, puis de celle entre la succion persistante et la précision articulatoire telles qu'elles sont décrites dans la littérature actuelle. Ensuite, nous proposerons des éléments qui pourraient expliquer l'opposition de résultats entre notre étude et la plupart des études antérieures.

Tout d'abord, une récente revue systématique de la littérature fait état d'un niveau de preuve modéré concernant l'effet des habitudes de succion sur les structures et fonctions orofaciales dans la littérature actuelle (Schmid et al., 2018). Les auteurs signalent un manque de niveau de preuve élevé concernant cet effet. Ils ajoutent que les études disponibles sur ce sujet présentent un risque de biais sévère à modéré. Par conséquent, les conclusions de la littérature doivent être évaluées avec beaucoup d'attention selon les auteurs de cette revue systématique. Bien que de nombreuses études affirment l'existence d'un effet d'une succion persistante sur les FONV, plus particulièrement la respiration, la déglutition et la mastication, nous constatons que le niveau de preuve de ces études n'est pas toujours optimal.

Ensuite, bien que la plupart des études sur le sujet arrivent à la conclusion d'une influence significative des habitudes de succion persistantes sur la précision de production des sons de la parole, certaines n'aboutissent pas à cette conclusion, rendant ce postulat mitigé. Ainsi, même si Baker et al. (2018) ont identifié une tendance entre l'utilisation prolongée de la sucette et des scores de PCC plus faibles chez les enfants d'âge préscolaire, ils ont rapporté que la relation entre la succion non-nutritive prise isolément et la présence de troubles affectant les sons de la parole n'était pas significative. L'étude de Vieira et ses collaborateurs (2016) arrive à cette même conclusion. De même, l'étude de Fox et ses collègues (2002) révèle que les TMO peuvent souvent être associés à des difficultés d'élocution, sans expliciter le sens de la relation. Toutefois, ils ajoutent qu'en dehors de la relation établie entre la distorsion du /s/, il ne semble pas y avoir de preuve d'un lien significatif entre les habitudes de succion persistantes et les troubles de la parole. De plus, une revue systématique de la littérature récemment publiée

portant sur ce chevauchement des mécanismes physiques de la succion nutritive et non-nutritive et de la production de la parole conclut en disant que les preuves actuelles de cette relation restent limitées. Burr et al. (2021), les auteurs de cette revue systématique soulignent la nécessité de plus d'études sur le sujet, mais surtout la nécessité d'une plus grande clarté en ce qui concerne la nature des troubles touchant les sons de la parole explorée dans ce type d'études jusqu'à présent.

Nous pensons que cette opposition dans les résultats ainsi que ce manque d'accord entre les auteurs peuvent s'expliquer par la durée de l'habitude de succion, contrôlée dans certaines études, ce qui n'est pas le cas dans la nôtre. Notons que la plupart des recherches étudiant l'influence de la durée d'une habitude de succion sur la structure et les fonctions orofaciales, révèlent que cette habitude a un impact lorsqu'elle dépasse une durée de 24 mois (Baker et al., 2018 ; Nihi et al., 2015 ; Primožič et al., 2013). Dans la littérature, plusieurs études ont comparé divers FONV comme la respiration, la déglutition, la mastication, mais aussi la motricité de la langue et des joues (Medeiros et al., 2009 ; Nihi et al., 2015 ; Pereira et al., 2017), ainsi que la précision articulatoire (Baker et al., 2018 ; Barbosa et al., 2009 ; Pereira et al., 2017) chez différents groupes d'enfants appariés présentant des habitudes de succion. Seule la durée de succion différenciait ces groupes. Les conclusions de ces études ont permis de mettre en cause de manière significative la durée des habitudes de succion dans le développement de troubles myofonctionnels et/ou de troubles affectant la production des sons de la parole. Concernant les FONV, il a été prouvé à maintes reprises que la durée de la parafonction succion était significativement associée à des changements, voire à des troubles touchant les fonctions orofaciales non-verbales (Medeiros et al., 2009 ; Nihi et al., 2015 ; Pereira et al., 2017). Nihi et ses collègues (2015) ajoutent même la notion de fréquence de l'habitude de succion, qui serait également significativement associée à des altérations myofonctionnelles. En ce qui concerne la parole, les données indiquent que le fait de retarder l'utilisation du biberon après l'âge de 9 mois présente un léger effet protecteur contre les troubles ultérieurs affectant les sons de la parole (Barbosa et al., 2009). L'étude de Baker et ses collaborateurs (2018) est en accord avec ces résultats mettant en cause la durée des habitudes de succion. A ce propos, Barbosa et al. (2009) ont indiqué que les enfants qui utilisaient une sucette pendant plus de trois ans étaient beaucoup plus susceptibles de présenter un développement des sons de la parole inférieur à la norme. En outre, l'étude de Pereira et al. (2017) a également suggéré que l'utilisation d'une sucette pendant moins d'un an n'était pas associée à des difficultés d'élocution, alors que la succion des doigts pendant une période allant jusqu'à quatre ans était significativement et

positivement corrélée avec la présence de troubles affectant les sons de la parole en production. Toutes ces études démontrent l'influence de la durée des habitudes de succion. Or, cette durée de succion n'a pas été contrôlée dans le cadre de notre étude car nous nous concentrons uniquement sur une période de 4 ans et demi à 5 ans. Nous pensons donc que cet aspect pourrait avoir un impact sur la significativité de l'effet des habitudes de succion persistantes sur les FONV et la précision articulatoire. Les résultats de ces études nous amènent à souligner l'importance de la prévention à propos des risques d'un usage prolongé des habitudes de succion, et donc l'importance de la précocité de l'interruption de la parafonction.

Finalement, nous nous interrogeons sur le rôle de facteurs intermédiaires tels que les malocclusions dans la significativité des résultats concernant l'influence de la succion persistante sur les FONV et sur la précision de production des phonèmes. D'une part, de nombreuses études ont mis en évidence un effet significatif des habitudes de succion persistantes sur le développement de malocclusions chez des enfants (Katz et al., 2004 ; Lopes Freire et al., 2016 ; Melink et al., 2010 ; Nihi et al., 2015 ; Ovsenik, 2009 ; Pereira et al., 2017 ; Paolantonio et al., 2019 ; Primožič et al., 2013 ; Silvestrini-Biavati et al., 2016 ; Warren et al., 2000). Les malocclusions associées à une succion prolongée sont les suivantes : béance dentaire antérieure, overjet, articulé croisé postérieur et chevauchement dentaire (Paolantonio et al., 2019). La béance dentaire antérieure reste le type de malocclusion le plus commun chez des enfants présentant une habitude de succion d'après Lopes Freire et ses collègues (2016). D'autre part, plusieurs études ont objectivé l'existence d'une influence significative d'une malocclusion sur un trouble myofonctionnel (D'Onofrio, 2019 ; Priede et al., 2020) et/ou un trouble articulatoire (Amr-Rey et al., 2022 ; Leavy et al., 2016 ; Mogren, 2021) chez des enfants. Ainsi, nous soulevons l'hypothèse du rôle important que joueraient les facteurs qualifiés d'intermédiaires tels que les malocclusions dans la relation entre une succion persistante et les FONV, et/ou la précision de production de la parole. Or, notre étude n'a pas contrôlé la présence de malocclusions chez les enfants participants. Nous nous demandons donc si l'analyse et le contrôle de la présence de malocclusions auraient pu quelque peu modifier les résultats obtenus sur ces deux relations.

#### 6.1.4. Hypothèse 4 : évolution avec l'âge des FONV, de la précision de la FOV et des habitudes de succion

Pour rappel, les comparaisons des scores obtenus pour chaque variable à l'âge de 4 ans et demi avec les scores obtenus à l'âge de 5 ans mettent en évidence une évolution positive significative du pourcentage de consonnes correctes avec l'âge, mais une évolution non significative des scores au test évaluant les FONV. Les résultats de prévalence concernant les habitudes de succion persistantes montrent quant à eux une stagnation tendant vers une très légère diminution. Nous allons d'abord discuter de ces résultats pour les FONV, puis pour la précision de production de la parole, et nous terminerons par les habitudes de succion.

Tout d'abord, nos résultats ne permettent pas de mettre en lumière une évolution significative des fonctions orofaciales non-verbales, comme escompté d'après les données de la littérature scientifique au sujet de la maturation des FONV. En effet, les données théoriques montrent une tendance à la maturation de ces fonctions avec l'âge, mais également avec d'autres facteurs qui sont censés se développer avec l'âge comme la croissance faciale, l'éruption dentaire, la maturation du contrôle nerveux ainsi que la puissance et la coordination musculaires (Farges & Robin, 2019 ; McAllister & Lundeborg, 2013 ; Senez, 2015 ; Van Dyck et al., 2016). En outre, les résultats fournis par le mémoire de Laurie Chantry publié en 2021, également mené dans le cadre de la thèse de Madame Warnier, ont mis en évidence une amélioration significative du pattern de respiration, de la déglutition, de la mastication, de la motricité orofaciale et de la coordination de cette motricité dans ce même échantillon d'enfants, mais en l'espace d'un an entre 3 et 4 ans. Cependant, lorsque l'on se concentre sur la tranche d'âge étudiée dans ce mémoire, nous remarquons que nos résultats ne sont pas isolés. En effet, ils rejoignent ceux de l'étude transversale de Gustavsson et al. (2007), qui démontrent une absence de différence significative de score total moyen au test NOT-S entre des enfants au développement typique âgés de 4 à 4 ; 11 ans et ceux âgés de 5 à 6 ans.

Ce constat nous amène au développement d'une première raison qui pourrait expliquer l'absence de significativité des résultats : la tranche d'âge concernée. En effet, bien que la période préscolaire est importante pour la maturation des FONV (Arslan et al., 2020 ; Bleile, 2020 ; Brosseau-Lapré et al., 2018 ; Thivichon-Prince et al., 2019), la période plus précise de 4 ans et demi à 5 ans ne semble pas faire preuve d'une importante évolution. Outre les âges concernés, nous pensons, après confrontation avec d'autres études, que 6 mois est un court laps de temps pour pouvoir objectiver une évolution significative. En effet, la plupart des études à

ce sujet évaluent une période durant au moins une année. Prenons l'exemple de deux études réalisées également chez des enfants au développement typique évalués par le test NOT-S. L'étude de Gustavsson et al. (2007) et celle d'Andersson et al. (2011), montrent toutes deux des différences de scores minimales entre des tranches d'âge séparées par un laps de temps d'un an. Nous pensons donc qu'en réduisant de moitié ce temps, les probabilités de révéler une évolution significative diminuent également.

Une autre raison qui pourrait expliquer l'absence de significativité de l'évolution des FONV concerne la variabilité interindividuelle. McAllister et Lundeborg, dans leur étude de 2013 visant à établir le profil développemental typique des fonctions orofaciales grâce au NOT-S chez des enfants de 3 à 7 ; 11 ans, ont rapporté que l'écart-type (E-T) le plus grand au niveau des scores totaux était retrouvé chez les enfants de 4 à 4 ; 11 ans (E-T :  $\pm 1,37$ ). Ces données illustrent la présence d'une certaine variabilité interindividuelle au niveau de ces fonctions pour la tranche d'âge concernée par notre étude, ce qui pourrait mener à une absence de significativité des résultats.

Enfin, notons que la fonction de respiration représente 2 points sur les 12 dans le score total au test de dépistage NOT-S. Cependant, l'effet de l'âge n'a pas réellement lieu d'être pour cette fonction car le pattern de respiration nasale physiologique est normalement présent dès la naissance (Page & Mahony, 2010 ; Taner & Saglam-Aydinatay, 2013). De plus, si un pattern de respiration buccale se met en place, il est susceptible de persister avec l'âge. Ce postulat a pour conséquence une faible probabilité d'évolution de cette fonction en particulier, ce qui entraîne une faible probabilité d'évolution pour ces 2 points sur 12. Cela pourrait avoir un impact sur la significativité des résultats obtenus.

Pour terminer la discussion sur les résultats faisant état de l'évolution des FONV, nous pouvons noter que nos résultats révèlent un score total moyen de 2 points au T1, qui passe à 2,20 points au T2. Bien que cette différence de 0,20 point ne soit pas significative, il est interpellant de retrouver une augmentation avec l'âge des résultats au test NOT-S. En effet, cela traduit une diminution des performances liées au domaine orofacial. Or, dans les études longitudinales et transversales de la littérature, que les différences de scores soient significatives ou pas entre deux âges, tous les résultats vont dans le sens d'une amélioration, très légère à généreuse selon les méthodologies des études, des résultats aux tests évaluant les FONV. Nous pensons que cette augmentation de 0,20 point, étant donné qu'elle n'est pas significative, peut



être due à des facteurs externes tels que la fluctuation du niveau d'attention et de fatigue des enfants, les conditions de passation, etc.

Passons à présent en revue les résultats concernant l'évolution de la parole. Ces derniers indiquent une évolution positive significative, ce qui confirme notre hypothèse. Nos résultats ne sont effectivement pas isolés et concordent avec ceux d'autres études longitudinales et transversales que l'on peut lire dans la littérature scientifique actuelle. Tout d'abord, les résultats d'études longitudinales avec des enfants francophones unilingues employant le pourcentage de consonnes correctes pour définir le développement de la précision de production de la parole, démontrent qu'avec l'âge le PCC augmente significativement durant la période préscolaire (Kehoe et al., 2020 ; Sylvestre et al., 2020). En outre, plus précisément pour la tranche d'âge concernée par notre mémoire, nous pouvons citer les données de trois études transversales qui démontrent une évolution positive significative de précision articulatoire entre 46 et 61 mois (Hustad et al., 2021), entre 40-41 et 58-59 mois (Valizadeh et al., 2013), ainsi qu'entre 42-47 et 48-53 mois (MacLeod et al., 2011). Pour rappel, les enfants de notre échantillon sont âgés de 48 mois lors du premier temps de récolte de données et de 60 mois lors du second temps. Toutes ces données sont en accord avec les résultats obtenus dans le cadre de la vérification de notre hypothèse qui postulait une amélioration significative de la précision de production des phonèmes entre 4 ans et demi et 5 ans, et par conséquent une augmentation du PCC.

Pour terminer, discutons des résultats concernant l'évolution des habitudes de succion. Puisqu'il s'agit d'une variable catégorielle dichotomique, et non d'une variable métrique, nous ne pouvions quantifier l'évolution en tant que telle de ces habitudes. En revanche, nous pouvions quantifier l'évolution de la prévalence de ces habitudes entre 4 ans et demi et 5 ans. Pour rappel, nous nous attendions à une très légère diminution tendant vers la stagnation de cette prévalence, en regard des données disponibles dans la littérature. Les résultats obtenus dans le cadre de ce mémoire confirment nos attentes, et vont dans le sens des données d'études antérieures. Pour rappel, le pourcentage d'enfants de notre échantillon présentant une succion nutritive et/ou non-nutritive persistante à 4 ans et demi représentait 23,91%, et a très légèrement diminué avec l'âge pour passer à 22,73% à 5 ans.

D'abord, en ce qui concerne les prévalences en tant que telles, elles concordent effectivement avec celles retrouvées dans les études antérieures longitudinales et transversales chez des enfants au développement typique. Parmi elles, nous pouvons citer l'étude

longitudinale de Warren et al. (2000) qui met en évidence une prévalence des habitudes de succion non-nutritive s'élevant à 21% à l'âge de 4 ans. Pour ce qui est des études transversales, les prévalences de cette habitude varient quelque peu selon les méthodologies et les âges des enfants, mais restent globalement similaires. Par exemple, nous pouvons lire une prévalence de 22% de succion non-nutritive chez des enfants de 3 à 6 ans (Paolantonio et al., 2019), un ensemble de 22,4% de succion nutritive et non-nutritive (tétine de biberon, tétine de sucette et doigt) chez des enfants de 5 à 6 ans (Eftekharian et al., 2019), 29% de succion non-nutritive à 4 ans (Katz et al., 2004), et encore 15,4% de succion non-nutritive à 5 ans (Silvestrini-Biavati et al., 2016).

Enfin, concernant l'évolution de ces habitudes, nos résultats montrent une très légère diminution qui tend vers une stagnation. C'est également ce genre d'évolution que nous retrouvons dans les études étudiant cette tranche d'âge, comme celle de McAllister et Lundeborg (2013), rassemblant les résultats des études de Gustavsson et al. (2007) et d'Andersson et al. (2011). La section « Habitudes » du test NOT-S qui comprend la succion, le bruxisme et l'onychophagie, tend à diminuer très légèrement de 4 - 4 ; 11 ans à 5 - 5 ; 11 ans dans cette étude de 2013. Plus précisément, lorsque l'on prend en compte uniquement les habitudes de succion, il devient alors plus rare de trouver des données pour la tranche d'âge étudiée dans ce mémoire. Les études longitudinales qui analysent l'évolution des habitudes de succion se réalisent le plus fréquemment pendant toute la période préscolaire, donc sur une plus large tranche d'âge, de 3 à 6 ans. Une étude longitudinale à ce propos a tout de même étudié cette évolution dans un échantillon d'enfants âgés de 4 à 5 ans, ce qui se rapproche plus de notre tranche d'âge. Voici les résultats qui en ressortent : la prévalence de l'usage d'une tétine a diminué de 28% à 19%, et la prévalence d'une succion digitale est passée de 8% à 7%. Notons que ces résultats suggèrent que l'habitude de succion digitale est plus difficile à perdre que celle d'une tétine (Tornisiello Katz & Rosenblatt, 2005).

Pour conclure, nous pouvons présumer que ce faible pourcentage d'enfants présentant une habitude de succion persistante ainsi que la légère diminution dans la période étudiée, que ce soit dans nos résultats ou dans ceux d'études antérieures, reflètent une tendance naturelle à abandonner cette habitude avant le milieu de la période préscolaire.

## 6.2. Regard critique sur la méthodologie

### 6.2.1. Outils d'évaluation

Notre étude comporte certaines limites et inconvénients à prendre en compte et à souligner. Tout d'abord, nous pouvons parler des outils d'évaluation. Pour rappel, pour évaluer les FONV dans notre étude, nous avons utilisé le test de dépistage des troubles de la motricité orofaciale intitulé NOT-S. La littérature scientifique traitant de cet outil suggère que le Nordic Orofacial Test-Screening est un outil fiable et valide, mais également pertinent pour un dépistage des dysfonctions orofaciales (Bakke et al., 2007 ; Bergendal et al., 2014 ; McAllister & Lundeborg, 2013). Cet outil a pour objectif de dépister des dysfonctions touchant la sphère orofaciale, il a donc pour avantage de balayer de nombreuses fonctions orofaciales. Cependant, nous considérons qu'un test d'évaluation aurait été plus pertinent dans le cadre de notre étude qu'un test de dépistage. En effet, l'apport d'informations détaillées sur les fonctions orofaciales avec le NOT-S est limité. Pour notre étude, il aurait été intéressant d'obtenir de plus amples informations. Par exemple, les fonctions de déglutition et de mastication ne sont pas évaluées via un examen. Nous ne pouvons donc pas juger du caractère physiologique ou non de l'exécution de ces fonctions. En outre, pour l'item A « Mordez fort sur vos dents postérieures » de la section « Fonction des muscles masticatoires et des mâchoires » et pour l'item D « Ouvrez votre bouche bien grand et dites ah, ah, ah [a] ! » de la section « Fonction motrice orale », il est difficile de les évaluer par le biais d'une vidéo. En effet, la palpation manuelle est nécessaire pour évaluer l'activité des masséters pour l'item A et l'observation de l'élévation marquée de la luvette et du palais mou est nécessaire pour l'item D. Or, la palpation manuelle est impossible par le biais d'une vidéo donc en l'absence de commentaire de l'évaluateur, il est très difficile de côter cet item avec certitude. A ce propos, Bakke et ses collaborateurs (2007) soulignent effectivement un accord inter-juges plus faible pour la section « muscle masticateur et fonctions de la mâchoire », pour cette raison. Concernant l'observation de l'élévation de la luvette et du palais mou, son objectivation dépend de la position de l'enfant par rapport à la caméra, et cette position n'était pas toujours optimale dans notre étude.

Ensuite, nous avons évalué les habitudes de succion nutritive et non-nutritive dans notre étude via un questionnaire parental. Les données prises en compte concernant cette variable étaient la présence ou l'absence d'une succion actuellement, et ce à l'âge de 4 ans et demi et à l'âge de 5 ans. Après avoir pris du recul sur la littérature traitant de la relation entre les habitudes de succion, les FONV et la précision articulatoire, nous estimons qu'il aurait été judicieux de

prendre en compte la durée et la fréquence de succion. Ceci dans l'objectif de ne conserver que les enfants qui présentent une succion depuis au moins 24 mois (Baker et al., 2018 ; Nihi et al., 2015 ; Primožič et al., 2013) et dont la fréquence quotidienne de succion est au moins durant la nuit, ce qui serait suffisant pour impacter significativement les fonctions orofaciales (Nihi et al., 2015). Notons toutefois qu'au vu de la taille de l'échantillon de notre étude, prendre en considération ces critères de durée et de fréquence parmi les enfants qui présentent une habitude de succion aurait réduit le nombre de sujets à analyser, rendant ce dernier assez faible. Cela aurait eu pour impact de diminuer la représentativité des résultats des hypothèses associées à cette variable succion dans la population mais aussi diminuer la puissance des tests statistiques utilisés à ce propos.

### 6.2.2. Conditions de passation

Nous pouvons également formuler une limite concernant les conditions de passation de notre étude. Pour la récolte des données concernant la précision articulatoire, nous nécessitions d'une pièce isolée et calme. Cependant, il est difficile de rencontrer ces conditions dans une école. En pratique, il n'a effectivement pas toujours été possible de bénéficier d'endroits suffisamment calmes. Nous attirons donc l'attention sur le fait que ces conditions ont pu altérer la qualité des enregistrements, malgré l'utilisation d'un matériel professionnel. Or, une qualité d'enregistrement optimale est nécessaire pour pouvoir transcrire correctement les propos de l'enfant, et ainsi calculer un pourcentage de consonnes correctes représentatif de la réalité.

### 6.2.3. Taille de l'échantillon et données manquantes

Il aurait été idéal d'avoir un échantillon plus élevé afin d'obtenir des données encore plus représentatives de la population et d'augmenter la puissance des tests statistiques utilisés. D'autant plus que, lors de l'analyse des données récoltées, nous avons fait face à de nombreuses données manquantes au premier ou au second temps de testing, rendant l'échantillon plus petit. En effet, par exemple dans les régressions, le logiciel SAS expulse un sujet du traitement dès que celui-ci a au moins une valeur manquante.

### 6.2.4. Évaluation de l'atteinte de l'objectif principal

Maintenant que nous avons discuté des différents résultats et des limites de cette étude, nous allons discuter de l'accomplissement de l'objectif principal. L'objectif qui guidait ce mémoire était d'étudier la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes durant le développement des enfants francophones tout-venant

d'âge préscolaire. L'étude des données de la littérature à ce propos ainsi que les analyses statistiques mettant en relation les scores au test de dépistage NOT-S avec le pourcentage de consonnes correctes au T1 et au T2 nous ont effectivement permis d'étudier cette relation au cours du développement. L'aspect développemental a pu être mis en lumière par la dimension longitudinale de ce mémoire. En effet, ce caractère longitudinal nous a permis d'étudier l'état des FONV, de la précision articulatoire, mais également des habitudes de succion au cours du développement, entre l'âge de 4 ans et demi et l'âge de 5 ans. Malgré ce cours laps de temps comme évoqué précédemment, nous avons également pu objectiver l'évolution de ces variables en période préscolaire. Notons que, à notre connaissance, rares sont les études qui investiguent cette relation dans une dimension longitudinale. Cette dernière apporte donc une dimension supplémentaire, que nous trouvons intéressante, par rapport aux données présentes dans la littérature. Au terme de cette étude, nous estimons donc avoir atteint l'objectif principal. Notons que nous aurions pu aller plus loin dans l'étude de la relation entre les FONV et la précision articulatoire, au vu du cadre multifactoriel dans lequel s'inscrit cette relation. En effet, l'ensemble des recherches effectuées, associé à la réalisation de cette étude en elle-même nous ont permis de nous rendre compte de la complexité et de l'aspect multifactoriel de cette relation. D'une part, nous avons contrôlé certains facteurs pouvant interférer avec la relation en les plaçant au rang de critère d'exclusion de l'étude. D'autre part, dans l'attente d'obtenir une relation significative entre nos deux variables principales, nous avons introduit un facteur éventuellement explicatif car nous avons la volonté d'expliquer cette relation par les habitudes de succion persistantes. Toutefois, il existe d'autres facteurs pouvant entrer en compte dans la relation entre nos deux variables principales, par exemple, les altérations de la structure orofaciale comme les malocclusions, qui ont largement fait leur preuve dans la littérature (D'Onofrio, 2019). Il aurait été intéressant d'incorporer d'autres facteurs de ce type dans l'étude, afin de viser une vision plus complète de la relation entre les variables principales.

## 7. Conclusion et perspectives

L'objectif principal porté par ce mémoire était d'étudier **la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes durant le développement des enfants francophones tout-venant d'âge préscolaire**. Pour répondre à cet objectif, nous avons suivi des enfants francophones tout-venant âgés de 4 ans et demi à 5 ans, chez qui nous avons évalué les FONV et la précision de production des phonèmes. En outre, nous avons évalué les habitudes de succion de ces enfants aux deux temps de récolte des données, en raison de l'impact supposé de ces habitudes sur la relation étudiée. Cette étude était longitudinale, par conséquent, nous nous sommes fixé l'objectif d'étudier l'évolution de cette relation dans le temps, mais également l'évolution avec l'âge de chacune des variables manipulées, c'est-à-dire des FONV, de la précision d'exécution de la FOV et des habitudes de succion.

Après l'analyse des données obtenues, les résultats de cette étude ont mis en évidence une relation linéaire non significative entre les FONV et la précision de production des phonèmes. Plus précisément, le fonctionnement, physiologique ou non, des FONV n'a pas d'effet significatif sur la précision articulatoire dans notre échantillon, et ce ni à 4 ans et demi, ni à 5 ans. Ce résultat est quelque peu surprenant lorsque l'on se réfère aux études scientifiques, bien que cette relation fasse encore débat à différents niveaux dans la littérature actuelle. A propos des habitudes de succion persistantes, nos résultats ont révélé une absence d'effet significatif, aussi bien sur les FONV que sur la précision articulatoire aux âges de 4 ans et demi et 5 ans. Enfin, en ce qui concerne l'évolution avec l'âge des trois variables manipulées, seule la précision articulatoire présentait une évolution positive significative. Malgré quelques oppositions, les résultats de ces évolutions concordent globalement avec ce que l'on peut lire dans la littérature scientifique. L'hétérogénéité entre les résultats de la littérature et certains de nos résultats peut s'expliquer par les limites que présente cette étude, précédemment détaillées dans la partie discussion.

Toutefois, cette étude apporte des données longitudinales pour une tranche d'âge pour laquelle la littérature fournit assez peu de données à propos du développement oromyofonctionnel. Nous espérons que ces données longitudinales puissent permettre de rendre compte du développement orofacial myofonctionnel et articulatoire d'enfants francophones unilingues tout-venant de 4 ans et demi à 5 ans. Pour cette période de temps restreinte, les

profils de résultats en termes de PCC et au test NOT-S en fonction de l'âge peuvent servir de lignes directrices pour le clinicien dans l'évaluation des fonctions orofaciales, verbale et non-verbales, chez des enfants en milieu voire fin de période préscolaire.

A propos de l'évaluation, l'étude des fonctions orofaciales verbale et non-verbales au cours du développement typique en période préscolaire, a permis de mettre en lumière l'importance d'une évaluation fiable de ces fonctions orofaciales, au vu des conséquences qu'une de leurs altérations peut entraîner, tant sur le plan fonctionnel que structurel, mais également sur la qualité de vie. La présence d'une évaluation pertinente devrait permettre d'apporter au besoin une prise en charge précoce et adaptée. Cette intervention précoce dans le domaine myofonctionnel est d'une importance capitale car elle a pour objectif de restaurer le fonctionnement physiologique des fonctions vitales telles que la respiration nasale, la déglutition, ou encore la mastication. Dans le domaine de la parole, une prise en charge précoce s'avère également essentielle pour permettre une précision des mouvements articulatoires pour un ou plusieurs son(s) de la parole, et ainsi améliorer les compétences communicationnelles de l'enfant. En résumé, prendre en charge de manière précoce les troubles myofonctionnels orofaciaux et les troubles articulatoires permettra d'établir une meilleure base pour le développement futur.

Pour conclure, abordons les perspectives futures qui découlent de ce mémoire. Au vu de l'hétérogénéité des résultats, aussi bien entre notre étude et les quelques données robustes de la littérature, qu'entre les études disponibles elles-mêmes, ce mémoire ne permet pas de trancher de manière claire quant à la relation entre les FONV et la précision d'exécution de la FOV. Au terme de cette étude, nous ne pouvons affirmer que les enfants présentant des altérations oromyofonctionnelles sont plus à risque de présenter des altérations au niveau de la production des différents phonèmes. Or, si tel était le cas, il serait important de le savoir et de le faire savoir afin de mettre en place une prévention précoce, mais aussi une évaluation et une prise en charge adaptées. C'est pourquoi, nous suggérons la reproduction d'une étude similaire mais dans une population d'enfants présentant des troubles myofonctionnels ou articulatoires persistants. Cela nous permettra également de déterminer si la persistance du trouble peut jouer un rôle dans l'établissement de cette relation. De plus, dans l'objectif d'obtenir des données développementales plus robustes, nous suggérons à l'avenir de reproduire cette étude sur un échantillon plus grand. Enfin, nous trouvons intéressant de reproduire une étude longitudinale prospective de ce type, mais avec un test d'évaluation des FONV plus détaillé, et non un test

de dépistage, et durant une période de plus longue durée. Cela permettrait par exemple de déterminer si les enfants qui présentent en début de période préscolaire des problèmes de motricité orale fine, particulièrement dans les séquences motrices, sont en fin de cette période des enfants qui présentent des problèmes articulatoires. Ces suggestions ne sont que des pistes pour l'avenir, mais la recherche sur le chevauchement entre le domaine myofonctionnel et celui de la parole, et tout spécifiquement sur le domaine orofacial myofonctionnel nécessite encore d'être étoffée. Nous espérons que la recherche à ce propos continue et fournisse de nouvelles données applicables en pratique.



## 8. Bibliographie

Abreu, R. R., Rocha, R. L., Lamounier, J. A., & Guerra, Â. F. M. (2008). Etiology, clinical manifestations and concurrent findings in mouth-breathing children. *Jornal de Pediatria*, 84(6), 529–535. <https://doi.org/10.2223/JPED.1844>

Alcock, K. J. (2006). The development of oral motor control and language. *Down Syndrome Research and Practice*, 11(1), 1-8. <https://doi.org/10.3104/reports.310>

Alcock, K., & Connor, S. (2021). Oral Motor and Gesture Abilities Independently Associated With Preschool Language Skill: Longitudinal and Concurrent Relationships at 21 Months and 3–4 Years. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(6), 1944-1963. [https://doi.org/10.1044/2021\\_JSLHR-19-00377](https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-19-00377)

Alhaidary, A. (2019). Treatment of speech sound disorders in children: Nonspeech oral exercises. *International Journal of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 8(1), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.ijpam.2019.07.008>

Alhazmi, W. A. (2022). Mouth breathing and speech disorders: A multidisciplinary evaluation based on the etiology. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*, 14(5), 911. DOI: [10.4103/jpbs.jpbs\\_235\\_22](https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_235_22)

Alighieri, C., Bettens, K., Bruneel, L., D'haeseleer, E., Van Gaever, E., & Van Lierde, K. (2021). Reliability of Outcome Measures to Assess Consonant Proficiency Following Cleft Palate Speech Intervention: The Percentage of Consonants Correct Metric and the Probe Scoring System. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(6), 1811-1828. [https://doi.org/10.1044/2021\\_JSLHR-20-00628](https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-20-00628)

Almotairy, N., Kumar, A., Trulsson, M., & Grigoriadis, A. (2018). Development of the jaw sensorimotor control and chewing-a systematic review. *Physiology & behavior*, 194, 456-465. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.06.037>

Ameisen, E., Auclair-Assad, C., & Rolland, M. L. (2003). Phonation et orthodontie. *Encycl Méd Chir*, 22-009, 10.

American Speech-Language Hearing Association. (n.d.). Orofacial Myofunctional Disorders. Retrieved from <https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/orofacial-myofunctional-disorders/>

American Speech-Language Hearing Association. (n.d.). Speech Sound Disorders-Articulation and Phonology. Retrieved from <https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/articulation-and-phonology/>

Amr-Rey, O., Sánchez-Delgado, P., Salvador-Palmer, R., Cibrián, R., & Paredes-Gallardo, V. (2022). Association between malocclusion and articulation of phonemes in early childhood. *The Angle Orthodontist*, 92(4), 505–511. <https://doi.org/10.2319/043021-342.1>

Andersson, M., & Nordin, E. (2011). *Normering av Nordiskt Orofacialt Test-Screening (NOT-S) för barn 6:0- 8:0 år*. (Norm data for the Nordic Orofacial Test— Screening (NOT-S) for children aged 6:0 to 8:0 years). [Bachelor thesis. Linköping University, Dept. of Clinical and Experimental Medicine].

Arslan, S. S., Demir, N., Karaduman, A. A., Tanyel, F. C., & Soyer, T. (2020). The functional chewing training for chewing dysfunction in children with repaired EA-TEF. *Journal of pediatric surgery*, 55(4), 635-638. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.04.028>

Azevedo, N. D., Lima, J. C., Furlan, R. M. M. M., & Motta, A. R. (2018). Tongue pressure measurement in children with mouth-breathing behaviour. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(8), 612–617. <https://doi.org/10.1111/joor.12653>

Baker, E. (2006). Management of speech impairment in children: The journey so far and the road ahead. *Advances in Speech Language Pathology*, 8(3), 156-163. <https://doi.org/10.1080/14417040600701951>

Baker E., Masso, S., McLeod, S., Wren, Y. (2018). Pacifiers, thumb sucking, breastfeeding, and bottle use: oral sucking habits of children with and without phonological impairment. *Folia Phoniatr Logop.* 70(3-4),165–173. <https://doi.org/10.1159/000492469>

Bakke, M., Bergendal, B., McAllister, A., Sjogreen, L., & Asten, P. (2007). Development and evaluation of a comprehensive screening for orofacial dysfunction. *Swedish Dental Journal*, 31(2), 75-84. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-21812>

Ballard, K. J., Robin, D. A., & Folkins, J. W. (2003). An integrative model of speech motor control: A response to Ziegler. *Aphasiology*, 17(1), 37-48. <https://doi.org/10.1080/729254889>

Barbosa, C., Vasquez, S., Parada, M.A., Gonzalez, J.C., Jackson, C., Yanez, N.D. (2009). The relationship of bottle feeding and other sucking behaviors with speech disorder in Patagonian preschoolers. *BMC Pediatr.* 9(1), 66. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-9-66>

Barlow, S. M., Lund J. P., Estep, M. & Kolta, A. (2010). Central pattern generators for orofacial movements and speech. *Handbook of behavioral neuroscience*, 19, 351-369. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374593-4.00033-4>

Barnett, C., Armes, J., & Smith, C. (2019). Speech, language and swallowing impairments in functional neurological disorder: a scoping review. *International journal of language & communication disorders*, 54(3), 309-320. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12448>

Bassigny, F. (1998). Examen systématique de la cavité buccale en orthodontie. *Encycl Méd Chir* 23-460-C-10, p.12.

Bassigny, F. (2002). Les béances antérieures: diagnostic et principes thérapeutiques à l'intention du pédiatre. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*, 36(3), 353-362. <https://doi.org/10.1051/odf/2002017>

Bavikatte, G., Sit, P. L., & Hassoon, A. (2012). Management of drooling of saliva. *Br J Med Pract*, 5(1), a507.

Bishop, D. V. (2002). Motor immaturity and specific speech and language impairment: Evidence for a common genetic basis. *American Journal of Medical Genetics*, 114, 56–63. <https://doi.org/10.1002/ajmg.1630>

Benyahio, H., Bahije, L., Zaoui, F., & Aalloula, E. (2009). Prise en charge des troubles d'articulé phonatoire chez l'enfant. *Actualités odonto-stomatologiques*, (246), 143-156. <https://doi.org/10.1051/aos/2009005>

Bergendal, B., Bakke, M., McAllister, A., Sjögreen, L., & Åsten, P. (2014). Profiles of orofacial dysfunction in different diagnostic groups using the Nordic Orofacial Test (NOT-S)—A review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72(8), 578-584. <https://doi.org/10.3109/00016357.2014.942874>

Bernthal, J., Bankson, N. W., & Flipsen, P., Jr. (2017). *Articulation and phonological disorders: Speech sound disorders in children*. New York, NY: Pearson.

Billings, M., Gatto, K., D'Onofrio, L., Merkel-Walsh, R., & Archambault, N. (2018). Orofacial myofunctional disorders. <http://iaom.com/wp-content/uploads/2018/10/OMD-Overview-IAOM.pdf>

Bleile, K. (2020). *Speech sound disorders : for class and clinic* (4<sup>e</sup> éd.). Plural Publishing.

Bourdiol, P., Mioche, L., & Monier, S. (2004). Effect of age on salivary flow obtained under feeding and non-feeding conditions. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(5), 445-452. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2004.01253.x>

Bouyahyaoui, N., Benyahia, H., Alloussi, M., & Aalloula, E. (2007). Anomalies du comportement neuro-musculaire de la sphère oro-faciale et techniques de rééducation. *Actualités odonto-stomatologiques*, 240, 359-374. <https://doi.org/10.1051/aos:2007011>

Borox, T., Leite, A. P. D., Bagarollo, M. F., Alencar, B. L. F. D., & Czlusniak, G. R. (2018). Speech production assessment of mouth breathing children with hypertrophy of palatines and/or pharyngeal tonsils. *Revista CEFAC*, 20(4), 468-477. <https://doi.org/10.1590/1982-021620182043118>

Borrie, F. R., Bearn, D. R., Innes, N. P., & Iheozor-Ejiofor, Z. (2015). Interventions for the cessation of non-nutritive sucking habits in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008694.pub2>

Boysson-Bardies, B. d. (1996). *Comment la parole vient aux enfants : de la naissance jusqu'à deux ans*. Paris: Editions O. Jacob.

Brambrink, A. M., & Braun, U. (2005). Airway management in infants and children. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 19(4), 675–697. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2005.07.002>

Brand, R. W., & Isselhard, D. E. (2017). *Anatomy of Orofacial Structures E-Book: A Comprehensive Approach*. Elsevier Health Sciences.

Brix, M., & Raphaël, B. (2002). La fonction labiale. In *Annales de chirurgie plastique esthétique*, 47(5), 357-369. Elsevier Masson. [https://doi.org/10.1016/S0294-1260\(02\)00129-2](https://doi.org/10.1016/S0294-1260(02)00129-2)

Broomfield, J., & Dodd, B. (2004). Children with speech and language disability: caseload characteristics. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 39(3), 303-324. <https://doi.org/10.1080/13682820310001625589>

Brosseau-Lapr e, F., Rvachew, S., Macleod, A. A., Findlay, K., B erub e, D., & Bernhardt, B. M. (2018). Une vue d'ensemble: les donn ees probantes sur le développement phonologique des enfants francophones canadiens (An overview of data on the phonological development of French-speaking Canadian children). *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology | Revue Canadienne D'orthophonie Et D'audiologie*, 42, 1-19.

Brun, P. (2001). Psychopathologie de l'émotion chez l'enfant : l'importance des donn ees développementales typiques. *Enfance*, 53, 281-291. <https://doi.org/10.3917/enf.533.0281>

Burr, S., Harding, S., Wren, Y., & Deave, T. (2021). The Relationship between feeding and non-nutritive sucking behaviours and speech sound development: a systematic review. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 73(2), 75-88. <https://doi.org/10.1159/000505266>

Campbell, T. F., Dollaghan, C. A., Rockette, H. E., Paradise, J. L., Feldman, H. M., Shriberg, L. D., Sabo, D.L. & Kurs-Lasky, M. (2003). Risk factors for speech delay of unknown origin in 3-year-old children. *Child Development*, 74, 346–357. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.7402002>

Carruth, B. R., & Skinner, J. D. (2002). Feeding behaviors and other motor development in healthy children (2–24 months). *Journal of the American College of Nutrition*, 21(2), 88-96. <https://doi.org/10.1080/07315724.2002.10719199>

Ceschi, G. & Scherer, K. (2001). Contr ler l'expression faciale et changer l'émotion : une approche d veloppementale. *Enfance*, 53, 257-269. <https://doi.org/10.3917/enf.533.0257>

Chal eat-Valayer, E., Porte, M., Buchet-Poyau, K., Roumenoff-Turcant, F., D'Anjou, M. C., Boulay, C., Bernard, J.C. & Touzet, S. (2016). Management of drooling in children with cerebral palsy: a French survey. *European Journal of Paediatric Neurology*, 20(4), 524-531. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2016.04.010>

Chantry, L. (2021). * tude de la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et les propriétés somatosensorielles et motrices orofaciales chez les enfants d'âge préscolaire*. [Mémoire de Master, Université de Liège]. <http://hdl.handle.net/2268.2/12268>

Chervin, R. D., Archbold, K. H., Dillon, J. E., Panahi, P., Pituch, K. J., Dahl, R. E., & Guilleminault, C. (2002). Inattention, Hyperactivity, and Symptoms of Sleep-Disordered Breathing. *Pediatrics*, *109*(3), 449–456.

Christensen, M., & Hanson, M. (1981). An investigation of the efficacy of oral myofunctional therapy as a precursor to articulation therapy for pre-first grade children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, *46*(2), 160–165. <https://doi.org/10.1044/jshd.4602.160>

Clark, H. M. (2003). Neuromuscular treatments for speech and swallowing. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *12*(4), 400-415. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2003/086\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2003/086))

Courson F., Fougeron N., Gil H., Amat P. Amat, P. (2021). Rééducation myofonctionnelle orofaciale et orthodontie intégrative. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*, *55*(4), 421-441. <https://doi.org/10.1051/odf/2021030>

Crosbie, S., Holm, A., & Dodd, B. (2005). Intervention for children with severe speech disorder: a comparison of two approaches. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *40*(4), 467-491. <https://doi.org/10.1080/13682820500126049>

Crysdale, W. S., McCann, C., Roske, L., Joseph, M., Semenuk, D., & Chait, P. (2006). Saliva control issues in the neurologically challenged: a 30 year experience in team management. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *70*(3), 519-527. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2005.07.021>

Da Costa, S. P., van Den Engel–Hoek, L., & Bos, A. F. (2008). Sucking and swallowing in infants and diagnostic tools. *Journal of perinatology*, *28*(4), 247-257. <https://doi.org/10.1038/sj.jp.7211924>

Dale, E. W., Plumb, A. M., Sandage, M. J., & Plexico, L. W. (2020). Speech-language pathologists' knowledge and competence regarding percentage of consonants correct. *Communication Disorders Quarterly*, *41*(4), 222-230. <https://doi.org/10.1177/1525740119853806>

Damico, J., Müller N. & Ball, M. (2013). *The handbook of language and speech disorders* (1<sup>e</sup> ed.). Blackwell Publishing.

Dediu, D., Moisik, S. R., Baetsen, W. A., Bosman, A. M., & Waters-Rist, A. L. (2021). The vocal tract as a time machine: inferences about past speech and language from the anatomy

of the speech organs. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 376(1824), 20200192. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0192>

De Felício, Cláudia Maria de, & Ferreira, C. L. P. (2008). Protocol of orofacial myofunctional evaluation with scores. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 72(3), 367–375. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2007.11.012>

De la Torre, F., Cohn, J.F. (2011). Facial Expression Analysis. In: Moeslund, T., Hilton, A., Krüger, V., Sigal, L. (eds) *Visual Analysis of Humans*. Springer, London, , 377-409. [https://doi.org/10.1007/978-0-85729-997-0\\_19](https://doi.org/10.1007/978-0-85729-997-0_19)

del Conte Zardetto, C. G., Rodrigues, C. R. M. D., & Stefani, F. M. (2002). Effects of different pacifiers on the primary dentition and oral myofunctional structures of preschool children. *Pediatric dentistry*, 24(6), 552-580.

De Menezes, V. A., Leal, R. B., Pessoa, R. S., & Pontes, R. M. E. S. (2006). Prevalence and factors related to mouth breathing in school children at the Santo Amaro project-Recife, 2005. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 72(3), 394–398. [https://doi.org/10.1016/s1808-8694\(15\)30975-7](https://doi.org/10.1016/s1808-8694(15)30975-7)

Denham, S. A. (1998). *Emotional development in young children*. Guilford Press.

Djupesland, P. G., Chatkin, J. M., Qian, W., & Haight, J. S. J. (2001). Nitric oxide in the nasal airway: A new dimension in otorhinolaryngology. *American Journal of Otolaryngology - Head and Neck Medicine and Surgery*, 22(1), 19–32. <https://doi.org/10.1053/ajot.2001.20700>

Dodd, B. (2014). Differential Diagnosis of Pediatric Speech Sound Disorder. *Curr Dev Disord Rep*, 1, 189–196. <https://doi.org/10.1007/s40474-014-0017-3>

Dodd, B., Reilly, S., Ttofari Eecen, K., & Morgan, A. T. (2018). Articulation or phonology? Evidence from longitudinal error data. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 32(11), 1027-1041. <https://doi.org/10.1080/02699206.2018.1488994>

D’Onofrio, L. (2019). Oral dysfunction as a cause of malocclusion. *Orthodontics and Craniofacial Research*, 22(S1), 43–48. <https://doi.org/10.1111/ocr.12277>

Dresel, C., Castrop, F., Haslinger, B., Wohlschlaeger, A.M., Hennenlotter, A. & Ceballos-Baumann, A.O., (2005). The functional neuroanatomy of coordinated orofacial movements:

sparse sampling fMRI of whistling. *Neuroimage*, 28, 588 – 597.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.06.021>

Dunn, L. M., Dunn, L. M., & Thériault-Whalen, C. M. (1993). *Échelle de vocabulaire en images Peabody: EVIP*. Psycan.

Eftekharian, S., Salehi Vaziri, A., Barzegar, M. S., & Mohammadi, D. (2019). Prevalence the types of occlusions according to methods of lactation and sucking habits in preschool children in Qazvin. *International Journal of Medical Investigation*, 8(1), 40-58.  
<http://intjmi.com/article-1-371-en.html>

Fairhurst, C. B. R., & Cockerill, H. (2011). Management of drooling in children. *Archives of Disease in Childhood-Education and Practice*, 96(1), 25-30.  
<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2007.129478>

Farges, J.-C., & Robin, O. (2019). Formation de la cavité buccale et de ses annexes Développement des grandes fonctions associées. In *La bouche de l'enfant et de l'adolescent*, 3–23. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02474607>

Ferré, J.C., Fournier, M.Y. (1996). Réadaptation fonctionnelle oro-faciale. *Encycl Méd Chir 23-495-A-10*, p.14.

Flipsen, P., Jr. (2015). Emergence and Prevalence of Persistent and Residual Speech Errors. *Seminars in Speech and Language*, 36(4), 217-223. [doi:10.1055/s-0035-1562905](https://doi.org/10.1055/s-0035-1562905)

Flint, C. B., & Ingham, J. C. (2005). Pretreatment stimulability and percentage of consonants correct as predictors of across-phoneme generalization. *Contemporary Issues in communication science and disorders*, 32(Spring), 53-63.

Forrest, K., & Iuzzini-Seigel, J. (2008). A comparison of oral motor and production training for children with speech sound disorders. In *Seminars in Speech and Language*. Thieme Medical Publishers Inc. [DOI: 10.1055/s-0028-1103394](https://doi.org/10.1055/s-0028-1103394)

Fox, A. V., Dodd, B., & Howard, D. (2002). Risk factors for speech disorders in children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 37(2), 117-131.  
<https://doi.org/10.1080/13682820110116776>



Garber, J. (2013). Oral–Motor Function and Feeding Intervention. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*, 33(1), 111–138. <https://doi.org/10.3109/01942638.2012.750864>

Garraux, G., McKinney, C., Wu, T., Kansaku, K., Nolte, G., & Hallett, M. (2005). Shared brain areas but not functional connections controlling movement timing and order. *Journal of Neuroscience*, 25(22), 5290-5297. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0340-05.2005>

Gatignol, P., & Chapuis, C. (2021). *Troubles oro-myofonctionnels chez l'enfant et l'adulte: UE 5*. De Boeck Supérieur.

Gil, H., Bergès-Bounes, M., & Courson, F. (2021). Parafonctions: mieux les comprendre pour mieux les traiter. *Orthod Fr*, 92, 357-366. <https://doi.org/10.1684/orthodfr.2021.50>

Góis, E. G. O., Ribeiro-Júnior, H. C., Vale, M. P. P., Paiva, S. M., Serra-Negra, J. M. C., Ramos-Jorge, M. L., & Pordeus, I. A. (2008). Influence of nonnutritive sucking habits, breathing pattern and adenoid size on the development of malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 78(4), 647-654. [https://doi.org/10.2319/0003-3219\(2008\)078\[0647:IONSHB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2319/0003-3219(2008)078[0647:IONSHB]2.0.CO;2)

Grabowski, R., Stahl, F., Gaebel, M., & Kundt, G. (2007). Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 68(1), 26-37. <https://doi.org/10.1007/s00056-007-1606-0>

Grabski, K., Lamalle, L., & Sato, M. (2012). Contrôle prédictif et codage du but des actions oro-faciales (Predictive control and coding of orofacial actions). In *Proceedings of the Joint Conference*, 1, 289-296.

Grigos, M. I. (2009). Changes in articulator movement variability during phonemic development: a longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(1), 164-177. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/07-0220\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/07-0220))

Grippaudo, C., Paolantonio, E. G., Antonini, G., Saulle, R., La Torre, G., Deli, R. (2016). Association between oral habits, mouth breathing and malocclusion. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 36, 386-394. <https://dx.doi.org/10.14639/0392-100X-770>

Grossard, C., Chaby, L., Hun, S., Pellerin, H., Bourgeois, J., Dapogny, A., Ding, H., Serret, S., Foulon, P., Chetouani, M., Chen, L., Bailly, K., Grynszpan, O., & Cohen, D. (2018).

Children Facial Expression Production: Influence of Age, Gender, Emotion Subtype, Elicitation Condition and Culture. *Frontiers in psychology*, 9, 446. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00446>

Gustavsson, C., Skoglund, C., & Thelin, H. (2007). *Normering av nordiskt orofacialt test—screening NOT-S) för barn i åldrarna 3 till 6 år.* (Norm data for the Nordic Orofacial Test—Screening (NOT-S) for children aged 3 to 6 years). [Master thesis, Linköping University, Dept. of Neurology and Locomotion].

Hafström, M., & Kjellmer, I. (2000). Non-nutritive sucking in the healthy pre-term infant. *Early human development*, 60(1), 13-24. [https://doi.org/10.1016/S0378-3782\(00\)00091-8](https://doi.org/10.1016/S0378-3782(00)00091-8)

Hale, S. T., Kellum, G. D., Nason, V. M., & Johnson, M. A. (1988). Analysis of orofacial myofunctional factors in kindergarten subjects. *International Journal of Orofacial Myology and Myofunctional Therapy*, 14(3), 12-15. DOI: <https://doi.org/10.52010/ijom.1988.14.3.3>

Hale, S. T., Kellum, G. D., Richardson, J. F., Messer, S. C., Gross, A. M., & Sisakun, S. (1992). Oral motor control, posturing, and myofunctional variables in 8-year-olds. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 35(6), 1203-1208. <https://doi.org/10.1044/jshr.3506.1203>

Harari, D., Redlich, M., Miri, S., Hamud, T., & Gross, M. (2010). The effect of mouth breathing versus nasal breathing on dentofacial and craniofacial development in orthodontic patients. *The Laryngoscope*, 120(10), 2089-2093. <https://doi.org/10.1002/lary.20991>

Hesselman, V., Sorger, B., Lasek, K., Guntinas-Lichius, O., Krug, B., Sturm, V., Goebel, R. & Lackner, K., 2004. Discriminating the cortical representation sites of tongue and lip movement by functional MRI. *Brain Topogr.* 16, 159 – 167. <https://doi.org/10.1023/B:BRAT.0000019184.63249.e8>

Hickok, G. (2012). Computational neuroanatomy of speech production. *Nature reviews neuroscience*, 13(2), 135-145. <https://doi.org/10.1038/nrn3158>

Hitos, S. F., Arakaki, R., Solé, D., & Weckx, L. L. (2012). Oral breathing and speech disorders in children. *Jornal de Pediatria (Versão em Português)*, 89(4), 361-365. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2012.12.007>

Hixon, T. J., Weismer, G., & Hoit, J. D. (2018). *Preclinical speech science: Anatomy, physiology, acoustics, and perception*. Plural Publishing.

Houb-dine, A., Bahije, L., & Zaoui, F. (2011). Les habitudes de succion non nutritive chez l'enfant. *Actualités odonto-stomatologiques*, (254), 123-132. <https://doi.org/10.1051/aos/2011204>

Huon, A. (2018). *Les succions non nutritives. Volume 1, Généralités et conséquences bucco-dentaires*. Sciences du Vivant, [Thèse de doctorat, Université Paris Descartes]. HAL Id: dumas-02019328. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02019328>

Hustad, K. C., Mahr, T. J., Natzke, P., & Rathouz, P. J. (2021). Speech development between 30 and 119 months in typical children i: Intelligibility growth curves for single-word and multiword productions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(10), 3707-3719. [https://doi.org/10.1044/2021\\_JSLHR-21-00142](https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-21-00142)

Ikenaga, N., Yamaguchi, K., & Daimon, S. (2013). Effect of mouth breathing on masticatory muscle activity during chewing food. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(6), 429–435. <https://doi.org/10.1111/joor.12055>

Johnson, H., King, J., & Reddihough, D. S. (2001). Children with sialorrhoea in the absence of neurological abnormalities. *Child: care, health and development*, 27(6), 591-602. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2214.2001.00233.x>

Johnson, N. C., & Sandy, J. R. (1999). Tooth position and speech—is there a relationship?. *The Angle Orthodontist*, 69(4), 306-310. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1999\)069<0306:TPASIT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1999)069<0306:TPASIT>2.3.CO;2)

Junqueira, P., Marchesan, I. Q., de Oliveira, L. R., Ciccone, E., Haddad, L., Rizzo, M. C. (2010). Speech-language pathology findings in patients with mouth breathing: multidisciplinary diagnosis according to etiology. *International Journal of Orofacial Myology*, 36, 27-32. Retrieved from <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=med8&NEWS=N&AN=23362600>.

Kamhi, A. G. (2006). Treatment decisions for children with speech–sound disorders. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 37(4), 271-279. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2006/031\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2006/031))

Kami, A., Meyer, G., Jezzard, P., Adams, M. M., Turner, R., & Ungerleider, L. G. (1995). Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. *Nature*, 377(6545), 155-158. <https://doi.org/10.1038/377155a0>

Katz, C. R. T., Rosenblatt, A., & Gondim, P. P. C. (2004). Nonnutritive sucking habits in Brazilian children: effects on deciduous dentition and relationship with facial morphology. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(1), 53-57. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.06.011>

Kehoe, M., Chaplin, E., Mudry, P., & Friend, M. (2015). Le développement de la phonologie chez les «late talkers» et les «précoces». *Rééducation Orthophonique*, 263, 61-85.

Kehoe, M., Patrucco-Nanchen, T., Friend, M., & Zesiger, P. (2020). The relationship between lexical and phonological development in French-speaking children: A longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(6), 1807-1821. [https://doi.org/10.1044/2020\\_JSLHR-19-00011](https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-00011)

Kent, R. D. (2000). Research on speech motor control and its disorders: A review and prospective. *Journal of Communication disorders*, 33(5), 391-428. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(00\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(00)00023-X)

Kent, R. 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)

Kravanja, S. L., Hocevar-Boltezar, I., Music, M. M., Jarc, A., Verdenik, I., & Ovsenik, M. (2018). Three-dimensional ultrasound evaluation of tongue posture and its impact on articulation disorders in preschool children with anterior open bite. *Radiology and oncology*, 52(3), 250-256. <https://doi.org/10.2478/raon-2018-0032>

Kuehn, D. P. (1980). Orofacial embryology, anatomy and physiology. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 89(5\_suppl), 138-141. <https://doi.org/10.1177/00034894800890S532>

Kuroishi, R. C. S., Garcia, R. B., Valera, F. C. P., Anselmo-Lima, W. T., & Fukuda, M. T. H. (2015). Deficits in working memory, reading comprehension and arithmetic skills in children with mouth breathing syndrome: analytical cross-sectional study. *Sao Paulo Medical Journal*, 133(2), 78-83. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2013.7630011>

Lancheros, M., Jouen, A. L., & Laganaro, M. (2020). Neural dynamics of speech and non-speech motor planning. *Brain and language*, 203, 104742. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2020.104742>

Larsson, P. (2010). *Methodological studies of orofacial aesthetics, orofacial function and oral health-related quality of life*. [Doctoral dissertation, Malmö University, Departments of Stomatognathic Physiology and Prosthetic Dentistry].

Leal, R. B., Gomes, M. C., Granville-Garcia, A. F., Goes, P. S., & de Menezes, V. A. (2016). Impact of breathing patterns on the quality of life of 9-to 10-year-old schoolchildren. *American journal of rhinology & allergy*, 30(5), e147-e152. <https://doi.org/10.2500/ajra.2016.30.4363>

Leavy, K. M., Cisneros, G. J., & LeBlanc, E. M. (2016). Malocclusion and its relationship to speech sound production: Redefining the effect of malocclusal traits on sound production. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150(1), 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.12.015>

Lee, A. S. Y., & Gibbon, F. E. (2015). Non-speech oral motor treatment for children with developmental speech sound disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009383.pub2>

Lima, L. C. D. O., Baraúna, M. A., Sologurem, M. J. J., Canto, R. S. D. T., & Gastaldi, A. C. (2004). Postural alterations in children with mouth breathing assessed by computerized biophotogrammetry. *Journal of applied oral science*, 12, 232-237. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572004000300014>

Limme, M. (2002). Conduites alimentaires et croissance des arcades dentaires. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*, 36(3), 289-309. <https://doi.org/10.1051/odf/2002020>

Lof, G. L., & Watson, M. (2010). Five reasons why nonspeech oral motor exercises (NSOME) do not work. *Perspectives on School-Based Issues*, 11(4), 109-117. <https://doi.org/10.1044/sbil1.4.109>

Logemann, J. A. (2007). Swallowing disorders. *Best practice & research Clinical gastroenterology*, 21(4), 563-573. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2007.03.006>

Lopes Freire, G.M., Espasa Suarez de Deza, J.E., Rodrigues da Silva, I.C., Butini Oliveira, L., Ustrell Torrent, J.M. & Boj Quesada, J.R. (2016). Non-nutritive sucking habits and their

effects on the occlusion in the deciduous dentition in children. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 17(4), 301-306.

Lund, J. P., & Kolta, A. (2006). Brainstem circuits that control mastication: Do they have anything to say during speech?. *Journal of Communication Disorders*, 39(5), 381-390. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2006.06.014>

Luschei, E. S., & Goldberg, L. J. (1981). Neural mechanisms of mandibular control: Mastication and voluntary biting. *Handbook of Physiology: The Nervous System*, 2, 1237-1274. <https://doi.org/10.1002/cphy.cp010227>

Maas, E., Gildersleeve-Neumann, C. E., Jakielski, K. J., & Stoeckel, R. (2014). Motor-based intervention protocols in treatment of childhood apraxia of speech (CAS). *Current developmental disorders reports*, 1(3), 197-206. <https://doi.org/10.1007/s40474-014-0016-4>

Maas, E. (2017). Speech and nonspeech: What are we talking about?. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 19(4), 345-359. <https://doi.org/10.1080/17549507.2016.1221995>

MacLeod, A. A., Sutton, A., Trudeau, N., & Thordardottir, E. (2011). The acquisition of consonants in Québécois French: A cross-sectional study of pre-school aged children. *International journal of speech-language pathology*, 13(2), 93-109. <https://doi.org/10.3109/17549507.2011.487543>

Malandraki, G. A., & Arkenberg, R. H. (2021). Advances in Swallowing Neurophysiology Across Pediatric Development: Current Evidence and Insights. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 9(4), 267-276. <https://doi.org/10.1007/s40141-021-00334-3>

Martinelli, I., & Fernex, E. (1965). Contribution to the study of the effect of function on the morphology of the face. *L'Orthodontie française*, 36, 457-463.

Martinez, S., & Puelles, E. (2011). Functional anatomy of the oromotor system. *Oromotor Disorders in Childhood*, 1, 5-21.

Mason, R. M. (2008). A retrospective and prospective view of orofacial myology. *International Journal of Orofacial Myology*, 34.

Maspero, C., Prevedello, C., Giannini, L., Galbiati, G., Farronato, G. (2014). Atypical swallowing: a review. *Minerva Stomatologica*, 63(6), 217-27. Retrieved from

<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=med11&NEWS=N&AN=25267151>.

McAllister, A., & Lundeberg, I. (2013). Oral sensorimotor functions in typically developing children 3 to 8 years old; assessed by the Nordic orofacial test, NOT-S. *J Med Speech Lang Pathol*, *21*, 51-59.

McAllister Byun, T. M., Inkelas, S., & Rose, Y. (2016). The A-map model: Articulatory reliability in child-specific phonology. *Language*, *92*(1), 141-178. <http://www.jstor.org/stable/24672201>

McCauley, R. J., Strand, E., Lof, G. L., Schooling, T., & Frymark, T. (2009). Evidence-based systematic review: Effects of nonspeech oral motor exercises on speech. *American Journal of Speech-Language Pathology*. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2009/09-0006\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2009/09-0006))

McKeown, P., & Macaluso, M. (2017). Mouth Breathing: Physical, Mental and Emotional Consequences. *Oral Health Group*. Retrieved from <https://www.oralhealthgroup.com/features/mouth-breathing-physical-mental-emotional-consequences/>

Medeiros, A. P. M., Ferreira, J. T. L., & Felício, C. M. D. (2009). Correlation between feeding methods, non-nutritive sucking and orofacial behaviors. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, *21*, 315-319. <https://doi.org/10.1590/S0104-56872009000400009>

Melink, S., Vagner, M. V., Hocevar-Boltezar, I., & Ovsenik, M. (2010). Posterior crossbite in the deciduous dentition period, its relation with sucking habits, irregular orofacial functions, and otolaryngological findings. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *138*(1), 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.09.029>

Meloni, G., Loevenbruck, H., Vilain, A., & Macleod, A. A. N. (2017). EULALIES, The France-Québec speech sound disorders project [Poster presentation]. In *IASCL 14th international congress, Lyon, France*.

Melsen, B., Attina, L., Santuari, M., & Attina, A. (1987). Relationships between swallowing pattern, mode of respiration, and development of malocclusion. *The Angle Orthodontist*, *57*(2), 113-120. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1987\)057<0113:RBSPMO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1987)057<0113:RBSPMO>2.0.CO;2)

Meningaud, J. P., Pitak-Arnop, P., Chikhani, L., & Bertrand, J. C. (2006). Drooling of saliva: a review of the etiology and management options. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *101*(1), 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.08.018>

Menin-Sicard, A., Sicard, E., Grenier, C., Bardelang, T., & Michel, S. (2021). Méthodologie de la segmentation pour l'évaluation objective des compétences phonologiques avec DIADOLAB3. [hal-03149560](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03149560)

Milanesi, J. D. M., Berwig, L. C., Marquezan, M., Schuch, L. H., Moraes, A. B. D., Silva, A. M. T. D., & Corrêa, E. C. R. (2018, March). Variables associated with mouth breathing diagnosis in children based on a multidisciplinary assessment. In *CoDAS, Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, *30*, <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20182017071>

Mogren, Å. (2021). *Orofacial function in children with Speech Sound Disorders persisting after the age of six years*. [Thèse de doctorat, Universitet Stockholm].

Mogren, Å., Sjögreen, L., Barr Agholme, M., & McAllister, A. (2020). Orofacial function in children with Speech Sound Disorders persisting after the age of six years. *International journal of speech-language pathology*, *22*(5), 526-536. <https://doi.org/10.1080/17549507.2019.1701081>

Mohad, V., Hirsch, H., Thibeault, S.L. (2020). Embryonic and Histologic Development of the Vocal Tract. In: McMurray, J., Hoffman, M., Braden, M. (eds) *Multidisciplinary Management of Pediatric Voice and Swallowing Disorders*. Springer, Cham, 63-72. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26191-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26191-7_7)

Morley, M. E. (1967). *The development and disorders of speech in childhood* (2<sup>e</sup> ed.). Churchill Livingstone.

Mugler, E. M., Tate, M. C., Livescu, K., Templer, J. W., Goldrick, M. A., & Slutzky, M. W. (2017). Differential representation of articulatory gestures and phonemes in motor, premotor, and inferior frontal cortices. *bioRxiv*, 220723. <https://doi.org/10.1101/220723>

Nagaiwa, M., Gunjigake, K., & Yamaguchi, K. (2016). The effect of mouth breathing on chewing efficiency. *The Angle Orthodontist*, *86*(2), 227–234. <https://doi.org/10.2319/020115-80.1>



Newmeyer, A. J., Grether, S., Grasha, C., White, J., Akers, R., Aylward, C., Ishikawa, K., & 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>

Nihi, V. S. C., Maciel, S. M., Jarrus, M. E., Nihi, F. M., Sallles, C. L. F. D., Pascotto, R. C., & Fujimaki, M. (2015). Pacifier-sucking habit duration and frequency on occlusal and myofunctional alterations in preschool children. *Brazilian oral research*, 29, 00-00. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0013>

Nip, I. S., Green, J. R., & Marx, D. B. (2011). The co-emergence of cognition, language, and speech motor control in early development: A longitudinal correlation study. *Journal of Communication Disorders*, 44(2), 149-160. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2010.08.002>

Ovsenik, M. (2009). Incorrect orofacial functions until 5 years of age and their association with posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(3), 375-381. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.03.018>

Page, D. C., & Mahony, D. (2010). The airway, breathing and orthodontics. *Today's FDA : Official Monthly Journal of the Florida Dental Association*, 22(2), 43–47. Retrieved from <https://connectingheads.com/articles/the-airwaybreathing-and-orthodontics/>

Panara, K., Ahangar, E. R., & Padalia, D. (2020). Physiology, swallowing. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

Paolantonio, E. G., Ludovici, N., Saccomanno, S., La Torre, G., & Grippaudo, C. (2019). Association between oral habits, mouth breathing and malocclusion in Italian preschoolers. *European journal of paediatric dentistry*, 20(3), 204-208. DOI:[10.23804/ejpd.2019.20.03.07](https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.03.07)

Peña-Brooks, A., & Hegde, M. N. (2015). *Assessment and treatment of articulation and phonological disorders in children*. Austin, TX: Pro-Ed.

Pereira, F. C., Motonaga, S. M., Faria, P. M., Matsumoto, M. A., Trawitzki, L. Y., Lima, S. A., & Lima, W. T. A. (2001). Myofunctional and cephalometric evaluation of mouth breathers. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 67(1), 43–49.

Pereira, T.S., Oliveira, F., Cardoso, M.C. (2017). Association between harmful oral habits and the structures and functions of the stomatognathic system: perception of parents/guardians. *Codas*, 29(3). <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172015301>

Piérart, B., Cauchies, B., & Piérart, E. (2015). *Orthophonie, logopédie et orthodontie : Théorie, évaluation, intervention* (1<sup>e</sup> éd.). De Boeck Supérieur.

Pires, S. C., Giugliani, E. R. J., & Carames da Silva, F. (2012). Influence of the duration of breastfeeding on quality of muscle function during mastication in preschoolers: a cohort study. *BMC Public Health*, 12(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-934>

Popescu, E. A., Popescu, M., Wang, J., Barlow, S. M., & Gustafson, K. M. (2008). Non-nutritive sucking recorded in utero via fetal magnetography. *Physiological Measurement*, 29(1), 127. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/29/1/009>

Poyak, J. (2006). Effects of pacifiers on early oral development. *International Journal of Orthodontics (Milwaukee, Wis.)*, 17(4), 13-16.

Priede, D., Roze, B., Parshutin, S., Arkliņa, D., Pircher, J., Vaska, I., Folkmanis, V., Tzivian, L. & Henkuzena, I. (2020). Association between malocclusion and orofacial myofunctional disorders of pre-school children in Latvia. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 23(3), 277-283. <https://doi.org/10.1111/ocr.12367>

Primožič, J., Franchi, L., Perinetti, G., Richmond, S., & Ovsenik, M. (2013). Influence of sucking habits and breathing pattern on palatal constriction in unilateral posterior crossbite—a controlled study. *European Journal of Orthodontics*, 35(5), 706-712. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjs086>

Rvachew, S., Marquis, A., Brosseau-Lapré, F., Paul, M., Royle, P., & Gonnerman, L. M. (2013). Speech articulation performance of francophone children in the early school years: Norming of the Test de Dépistage Francophone de Phonologie. *Clinical linguistics & phonetics*, 27(12), 950-968. <https://doi.org/10.3109/02699206.2013.830149>

Ray, J. (2003). Effects of orofacial myofunctional therapy on speech intelligibility in individuals with persistent articulatory impairments. *International Journal of Orofacial Myology and Myofunctional Therapy*, 29(1), 5-14. <https://doi.org/10.52010/ijom.2003.29.1.1>

Redford, M. A. (2019). Speech production from a developmental perspective. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(8S), 2946-2962. [https://doi.org/10.1044/2019\\_JSLHR-S-CSMC7-18-0130](https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-CSMC7-18-0130)

Redle, E., Vannest, J., Maloney, T., Tsevat, R. K., Eikenberry, S., Lewis, B., Shriberg, L.D., Tkache, J., & Holland, S. K. (2015). Functional MRI evidence for fine motor praxis dysfunction in children with persistent speech disorders. *Brain Research*, 1597, 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.11.047>

Reyt, E. (2003, December). Particularités anatomiques et physiologiques des voies aériennes supérieures de l'enfant. In *Annales françaises d'anesthésie et de réanimation*, 22(10), 886-889. Elsevier Masson. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2003.09.011>

Ribeiro, G. C. A., dos Santos, I. D., Santos, A. C. N., & Paranhos, L. R. (2016). Influence of the breathing pattern on the learning process: a systematic review of literature. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 82(4), 466–478. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.08.026>

Riecker, A., Ackermann, H., Wildgruber, D., Dogil, G., & Grodd, W. (2000). Opposite hemispheric lateralization effects during speaking and singing at motor cortex, insula and cerebellum. *Neuroreport*, 11(9), 1997-2000.

Rohrbach, S., Buettner, F., Pollex, D., Mathmann, P., Weinhold, L., Schubert, R., & Reilmann, R. (2018). Quantitative examination of isometric tongue protrusion forces in children with oro-facial dysfunctions or myofunctional disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(3), 228–234. <https://doi.org/10.1111/joor.12598>

Rose, Y., MacWhinney, B., Byrne, R., Hedlund, G., Maddocks, K., O'Brien, P., & Wareham, T. (2006). Introducing Phon: A software solution for the study of phonological acquisition. In *Proceedings of the... Annual Boston University Conference on Language Development*. Boston University Conference on Language Development, 489. NIH Public Access.

Rotem-Kohavi, N., Hilderman, C. G., Liu, A., Makan, N., Wang, J. Z., & Virji-Babul, N. (2014). Network analysis of perception-action coupling in infants. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 209. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00209>

Rotpenpian, N., & Yakkaphan, P. (2021). Review of literatures: Physiology of Orofacial Pain in dentistry. *Eneuro*, 8(2). doi: [10.1523/ENEURO.0535-20.2021](https://doi.org/10.1523/ENEURO.0535-20.2021)

Royannez, M. Mastication et ODF. Chirurgie. 2018. ffdumas-01870348

Ruscello, D. M. (2010). Collective findings neither support nor refute the use of oral motor exercises as a treatment for speech sound disorders. *Evidence-based Communication Assessment and Intervention*, 4(2), 65-72. <https://doi.org/10.1080/17489539.2010.501168>

Saarni, C. (1999). *The development of emotional competence*. New York, NY : Guilford Press.

Sampallo-Pedroza, R. M., Cardona-López, L. F., & Ramírez-Gómez, K. E. (2014). Description of oral-motor development from birth to six years of age. *Revista de la Facultad de Medicina*, 62(4), 593-604. <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v62n4.45211>

Sano, M., Sano, S., Kato, H., Arakawa, K., & Arai, M. (2018). Proposal for a screening questionnaire for detecting habitual mouth breathing, based on a mouth-breathing habit score. *BMC Oral Health*, 18(1), 216. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0672-6>

Schelstraete, M. A., Bragard, A., Collette, E., Nossent, C., & Van Schendel, C. (2011). *Traitement du langage oral chez l'enfant: interventions et indications cliniques*. <http://hdl.handle.net/2078.1/119840>

Schmid, K. M., Kugler, R., Nalabothu, P., Bosch, C., & Verna, C. (2018). The effect of pacifier sucking on orofacial structures: a systematic literature review. *Progress in orthodontics*, 19(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0206-4>

Schwemmler, C., & Arens, C. (2018). Feeding, eating, and swallowing disorders in infants and children: An overview. *HNO*, 66(7), 515-526. DOI: [10.1007/s00106-017-0388-y](https://doi.org/10.1007/s00106-017-0388-y)

Scully, C., Limeres, J., Gleeson, M., Tomás, I., & Diz, P. (2009). Drooling. *Journal of oral pathology & medicine*, 38(4), 321-327. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0714.2008.00727.x>

Senez, C. (2015). Rééducation des troubles de l'oralité et de la déglutition (de Boeck).

Sergueef, N. (2021). *Ostéopathie orofaciale et temporomandibulaire*. Elsevier Health Sciences.

Seron, X., Baron, J. C., & Jeannerod, M. (1998). *Neuropsychologie humaine*. Editions Mardaga.

Sessle, B. J., Yao, D., Nishiura, H., Yoshino, K., Lee, J. C., Martin, R. E., & Murray, G. M. (2005). Properties and plasticity of the primate somatosensory and motor cortex related to orofacial sensorimotor function. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, 32(1-2), 109-114. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2005.04137.x>

Shadmehr, R., & Krakauer, J. W. (2008). A computational neuroanatomy for motor control. *Experimental brain research*, 185(3), 359-381. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1280-5>

Shriberg, L. D., Austin, D., Lewis, B. A., McSweeney, J. L., & Wilson, D. L. (1997). The percentage of consonants correct (PCC) metric: Extensions and reliability data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(4), 708-722. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4004.708>

Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological disorders III: A procedure for assessing severity of involvement. *Journal of speech and Hearing Disorders*, 47(3), 256-270. <https://doi.org/10.1044/jshd.4703.256>

Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1994). Developmental phonological disorders I: A clinical profile. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 1100–1126. <https://doi.org/10.1044/jshr.3705.1100>

Shriberg, L. D., Tomblin, J. B., & McSweeney, J. L. (1999). Prevalence of speech delay in 6-year-old children and comorbidity with language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 1461–1481. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4206.1461>

Silvestrini-Biavati, A., Salamone, S., Silvestrini-Biavati, F., Agostino, P., & Ugolini, A. (2016). Anterior open-bite and sucking habits in Italian preschool children. *Eur J Paediatr Dent*, 17(1), 43-6.

Smith, A. (2010). Development of neural control of orofacial movements for speech. *The handbook of phonetic sciences*, 2, 251-96.

Smith, A., & Goffman, L. (2004). Interaction of motor and language factors in the development of speech production. *Speech motor control in normal and disordered speech*, 227-252.

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>

Snowling, M., & Hulme, C. (1994). The development of phonological skills. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 346(1315), 21-27. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0124>

Souki, B. Q., Lopes, P. B., Pereira, T. B. J., Franco, L. P., Becker, H. M. G., & Oliveira, D. D. (2012). Mouth breathing children and cephalometric pattern: Does the stage of dental development matter? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76(6), 837–841. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.02.054>

Sousa, R. V. D., Ribeiro, G. L. A., Firmino, R. T., Martins, C. C., Granville-Garcia, A. F., & Paiva, S. M. (2014). Prevalence and associated factors for the development of anterior open bite and posterior crossbite in the primary dentition. *Brazilian dental journal*, 25, 336-342. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300003>

Soros, P., Sokoloff, L.G., Bose, A., McIntosh, A.R., Graham, S.J. & Stuss, D.T., 2006. Clustered functional MRI of overt speech production. *Neuroimage*, 32 , 376 – 387. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.02.046>

Staiger, A., Schölderle, T., Brendel, B., Bötzel, K., & Ziegler, W. (2017). Oral motor abilities are task dependent: A factor analytic approach to performance rate. *Journal of Motor Behavior*, 49(5), 482-493. <https://doi.org/10.1080/00222895.2016.1241747>

Sylvestre, A., Bouchard, C., Di Sante, M., Julien, Catherine, Martel-Sauvageau, V., & Leblond, J. (2020). Normative Indicators of Language Development in Québec French at 36 , 42 , and 48 Months of Age : Results of the ELLAN Study. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 44(3), 137–150.

Taner, T., & Saglam-Aydinatay, B. (2013). Physiologic and Dentofacial Effects of Mouth Breathing Compared to Nasal Breathing. In *Nasal Physiology and Pathophysiology of Nasal Disorders*. Springer Berlin Heidelberg, 567–588. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37250-6\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37250-6_38)

Teele, D. W., Klein, J. O., Chase, C., Menyuk, P., Rosner, B. A., & Greater Boston Otitis Media Study Group. (1990). Otitis media in infancy and intellectual ability, school

achievement, speech, and language at age 7 years. *Journal of Infectious Diseases*, 162(3), 685-694. <https://doi.org/10.1093/infdis/162.3.685>

Terao, Y., Ugawa, Y., Yamamoto, T., Sakurai, Y., Masumoto, T., Abe, O., Masutani, Y., Aoki, S., & Tsuji, S. (2007). Primary face motor area as the motor representation of articulation. *Journal of neurology*, 254(4), 442-447. <https://doi.org/10.1007/s00415-006-0385-7>

Thibault, C. (2017). Orthophonie et oralité: la sphère oro-faciale de l'enfant. *Elsevier Health Sciences*.

Thivichon-Prince, B. & Alliot-Licht, B. (2019). *La bouche de l'enfant et de l'adolescent* (1<sup>e</sup> éd.). Elsevier Masson.

Thordardottir, E., Keheyia, E., Lessard, N., Sutton, A., & Trudeau, N. (2010). Typical performance on tests of language knowledge and language processing of French-speaking 5-year-olds. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, 34(1), 5-16.

Tornisiello Katz, C. R., & Rosenblatt, A. (2005). Nonnutritive sucking habits and anterior open bite in Brazilian children: a longitudinal study. *Pediatric dentistry*, 27(5), 369-373.

Turgeon-O'Brien, H., Lachapelle, D., Gagnon, P. F., Larocque, I., & Maheu-Robert, L. F. (1996). Nutritive and nonnutritive sucking habits: a review. *ASDC journal of dentistry for children*, 63(5), 321-327. PMID: 8958342

Valera, F. C. P., Travitzki, L. V. V., Mattar, S. E. M., Matsumoto, M. A. N., Elias, A. M., & Anselmo-Lima, W. T. (2003). Muscular, functional and orthodontic changes in pre school children with enlarged adenoids and tonsils. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 67(7), 761–770. [https://doi.org/10.1016/S0165-5876\(03\)00095-8](https://doi.org/10.1016/S0165-5876(03)00095-8)

Valizadeh, A., Ghorbani, A., Torabinejad, F., & Haghani, H. (2013). The speech intelligibility of normal Persian-speaking children and its changes during the age of 36 to 60 months. *Audiology*, 22(4), 51–59.

Van Bon, M. J. H., Zielhuis, G. A., Rach, G. H., & van den Broek, P. (1989). Otitis media with effusion and habitual mouth breathing in Dutch preschool children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 17(2), 119–125. [https://doi.org/10.1016/0165-5876\(89\)90087-6](https://doi.org/10.1016/0165-5876(89)90087-6)

Van Dyck, C., Dekeyser, A., Vantricht, E., Manders, E., Goeleven, A., Fieuws, S., & Willems, G. (2016). The effect of orofacial myofunctional treatment in children with anterior open bite and tongue dysfunction: A pilot study. *European Journal of Orthodontics*, 38(3), 227–234. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv044>

Van Hulst, K., van Den Engel-Hoek, L., Geurts, A. C. H., Jongerius, P. H., Van der Burg, J. J. W., Feuth, T., F.J.A.van den Hoogen & Erasmus, C. E. (2018). Development of the Drooling Infants and Preschoolers Scale (DRIPS) and reference charts for monitoring saliva control in children aged 0–4 years. *Infant Behavior and Development*, 50, 247-256. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2018.01.004>

Vieira, V.C., de Araújo, C.M., Jamelli, S.R. (2016). Speech development and infant feeding: possible implications. *Rev CEFAC*, 18(6), 1359–1369. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201618611516>

Vivier, J. (2013). *Toucher thérapeutique et troubles des fonctions oro-faciales : élaboration d'un livret d'information à destination des orthophonistes*. Sciences cognitives. [Mémoire de master, Université de Bordeaux]. HAL Id: dumas-00846212. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00846212>

Wadsworth, S.D., Maul, C.A. and Stevens, E.J. (1998). The prevalence of orofacial myofunctional disorders among children identified with speech and language disorders in grades kindergarten through six. *International Journal of Orofacial Myology*. 24. 1-19.

Warren, J. J., Levy, S. M., Nowak, A. J., & Tang, S. (2000). Non-nutritive sucking behaviors in preschool children: a longitudinal study. *Pediatric dentistry*, 22(3), 187-191.

Woisard, V. (2011). *Impact sur l'intelligibilité dans les troubles de la production de la parole pathologique* [Doctoral dissertation, Aix-Marseille 1].

Woisard, V., & Puech, M. (2011). *La réhabilitation de la déglutition chez l'adulte : Le point sur la prise en charge fonctionnelle* (2<sup>e</sup> éd.). De Boeck Supérieur.

Wolf, M., Naftali, S., Schroter, R. C., & Elad, D. (2004). Air-conditioning characteristics of the human nose. *The Journal of Laryngology & Otology*, 118(2), 87–92. <https://doi.org/10.1258/002221504772784504>

Zicari, A. M., Albani, F., Ntrekou, P., Rugiano, A., Duse, M., Mattei, A., & Marzo, G. (2009). Oral breathing and dental malocclusions. *Eur J Paediatr Dent*, 10(2), 59-64.



Ziegler, W. (2003). To speak or not to speak: Distinctions between speech and nonspeech motor control. *Aphasiology*, *17*(2), 99-105. <https://doi.org/10.1080/729255218>

Ziegler, W., & Ackermann, H. (2013). Neuromotor speech impairment: It's all in the talking. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, *65*(2), 55-67. <https://doi.org/10.1159/000353855>

## 9. Annexes

Annexe 1 : Protocole de passation du Nordic Orofacial Test-Screening (Entretien et Examen compris)



# TEST DE DÉPISTAGE DES TROUBLES DE LA MOTRICITÉ OROFACIALE

## NOT-S



*Le test NOT-S a été développé par Merete Bakke (Copenhague, Danemark), Birgitta Bergendal (Jönköping, Suède), Anita McAllister (Linköping, Suède), Lotta Sjögren (Göteborg, Suède) et Pamela Åsten (Oslo, Norvège) avec le support de l'Association Nordique pour les Handicaps en Santé Orale (Nordic Association for Disability in Oral health, NFH).*

**Ce formulaire d'évaluation peut être téléchargé à partir de l'adresse URL: [www.mun-h-center.se](http://www.mun-h-center.se). Il doit être utilisé avec le manuel d'illustrations qui peut être commandé à la boutique en ligne du Mun-H Center (même URL) ou par téléphone au +46 31 750 92 00.**

## Dépistages des troubles orofaciaux : le test NOT-S

(à partir de 3 ans)

Le test de dépistage NOT-S est utilisé lorsqu'un patient a des difficultés à parler, à mastiquer ou à déglutir.

La section anamnèse de ce test doit être faite selon la forme d'un entretien structuré. L'examineur pose une question, donne des explications, et si nécessaire pose de questions supplémentaires, il interprète la réponse, et complète le formulaire.

L'entretien NOT-S contient 6 sections : fonction sensorielle, respiration, habitudes, mastication et déglutition, bavage, et sécheresse buccale (I-VI).

L'examen NOT-S comporte 6 sections : face au repos, respiration nasale, expression faciale, fonction des muscles masticatoires et des mâchoires, fonctions motrices orales, et articulation de la parole (1-6).

Le manuel des illustrations doit être utilisé pendant l'examen.

Pays : DK IS NO SE SF FR autre. \_\_\_\_\_

Examineur: Orthophoniste Dentiste Médecin Kinésithérapeute autre \_\_\_\_\_

Date de l'examen | | | | | | | | | |  
j j m m a a a a

Date de naissance | | | | | | | | | | ♂ ♀

NOM/Identification \_\_\_\_\_

Diagnostic médical principal (1 seul) \_\_\_\_\_

Code diagnostic (selon la CIM 10) \_\_\_\_\_

Position lors de l'examen : assis  
allongé  
Position de la tête en situation assise : normale (relevée et droite)  
autre  
Répond avec l'aide d'une tierce personne:

<b>CODAGE</b> Le score total au NOT-S varie de 0 à 12	<b>X = oui</b> <b>0 = non</b> <b>- = non évalué</b>	Pour chaque section, en présence d'une ou plusieurs X, noter le score 1 dans la case de la dernière colonne de droite.
--	---	--

**NOT-S** **Score Total**

**Entretien NOT-S**

SCORE

<b>I</b>	<b>Fonction sensorielle</b>		
	<p>A Avez-vous envie de vomir lorsque vous vous brossez les dents ? Est-ce que cela arrive pratiquement à chaque fois ? <i>Inconfort manifeste tels que des nausées, un vomissement, ou un refus (sensibilité augmentée)</i></p> <p>B Est ce qu'il vous arrive de mettre tellement de nourriture dans votre bouche qu'il vous est difficile de mastiquer ? Est-ce que cela arrive tous les jours ? <i>Ne sait pas lorsque sa bouche est pleine (sensibilité diminuée)</i></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>	<input type="checkbox"/>
<b>II</b>	<b>Respiration</b>		
	<p>A Utilisez-vous un dispositif d'aide à la ventilation ? <i>Masque à pression positive continue, respirateur, oxygène, autres...</i></p> <p>B Est ce que vous ronflez beaucoup lorsque vous dormez ? Est-ce que cela arrive pratiquement chaque nuit ? <i>Ronflement ou apnées. Ne s'applique pas pour les symptômes liés à l'asthme ou aux allergies.</i></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>	<input type="checkbox"/>
<b>III</b>	<b>Habitudes</b>		
	<p>A Est-ce qu'il vous arrive de ronger vos ongles, sucer vos doigts ou d'autres objets chaque jour ? <i>Le fait de sucer une tétine ou les doigts n'est pas pris en compte pour les enfants de moins de 5 ans.</i></p> <p>B Est-ce qu'il vous arrive de sucer ou mordre vos lèvres, votre langue ou vos joues chaque jour ?</p> <p>C Est-ce qu'il vous arrive de serrer fortement vos dents ou de grincer des dents pendant la journée ?</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>	<input type="checkbox"/>
<b>IV</b>	<b>Mastication et déglutition</b>		
	<p>A N'est pas nourri(e) par voie buccale (<i>tube nasogastrique, gastrostomie ou autre</i>) <i>Ne pas remplir questions B à E</i></p> <p>B Est-ce que vous trouvez qu'il est difficile de manger certains aliments du fait de leur consistance ? <i>Les difficultés liées à l'existence d'une allergie, d'un régime spécial (végétarien, végétalien ou sans gluten) ne sont pas prises en compte.</i></p> <p>C Est ce que le temps de prise du repas principal vous prend 30 minutes ou plus ?</p> <p>D Est-ce qu'il vous arrive d'avaler de gros morceaux de nourriture sans les mastiquer ?</p> <p>E Est-ce qu'il vous arrive souvent de tousser au cours des repas? <i>Cela arrive presque à chaque repas.</i></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>	<input type="checkbox"/>
<b>V</b>	<b>Bavage</b>		
	<p>A Est-ce qu'il vous arrive d'avoir de la salive sur le coin de la bouche ou sur votre menton presque chaque jour ? <i>A besoin d'essuyer sa bouche. Cet item ne s'applique pas pendant le sommeil.</i></p>	<p><input type="checkbox"/></p>	<input type="checkbox"/>
<b>VI</b>	<b>Sécheresse Buccale</b>		
	<p>A Avez-vous besoin de boire pour pouvoir manger un biscuit sec ?</p> <p>B Est-ce que vous avez mal au niveau des muqueuses de votre bouche ou sur votre langue ? <i>Douleur récurrente ou sensation de brûlure survenant au moins une fois par semaine. Ne s'applique pas aux douleurs d'origine dentaire ou des lésions vésiculaires buccales.</i></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>	<input type="checkbox"/>
Nom/ID :		<b>Entretien NOT-S</b>	<b>Somme</b> <input type="checkbox"/>

**Examen NOT-S**

SCORE

<b>1</b>	<b>Face au repos : Regardez l'image pendant 1 minute. Commencez maintenant</b> Image 1 Observer pendant 1 minute, puis compléter les items A à D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Description : A Asymétrie Se réfère à la fois aux tissus durs et aux tissus mous	<input type="checkbox"/>	
	Description : B Position de lèvre déviante Bouche béante ou autres déviations existant plus des 2/3 du temps	<input type="checkbox"/>	
	Description : C Position linguale Pointe de langue entre les dents visible plus des 2/3 du temps	<input type="checkbox"/>	
	Description : D Mouvements involontaires Mouvements involontaires à répétition affectant la face	<input type="checkbox"/>	
<b>2</b>	<b>Respiration nasale</b> Image 2 A Fermez votre bouche et inspirez profondément 5 fois avec votre nez (sentir) Critère : Ne peut pas prendre 5 inspirations nasales successives. Si le patient ne peut pas joindre les lèvres, le patient ou l'examineur peuvent aider manuellement à la fermeture des lèvres. Ne pas évaluer si le patient est enrhumé.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3</b>	<b>Expression faciale</b> Image 3 A Fermez vos yeux en serrant les paupières Critère : Les muscles faciaux ne sont pas mis en action de manière fortement symétrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Image 4 B Montrez vos dents Critère : Les lèvres et les muscles faciaux ne sont pas mis en action de manière symétrique, de sorte que les dents sont aisément visibles	<input type="checkbox"/>	
	Image 5 C Essayez de siffler (souffler) Critère : Ne peut pas avancer et arrondir les lèvres de manière symétrique	<input type="checkbox"/>	
<b>4</b>	<b>Fonction des muscles masticatoires et des mâchoires</b> Image 6 A Mordez fort sur vos dents postérieures Critère : Lorsque deux doigts sont positionnés au niveau des joues (sur chaque muscle masseter), on ne note pas, de manière évidente, d'activité musculaire symétrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Image 7 B Ouvrez la bouche aussi grand que vous le pouvez Critère : Ne peut pas ouvrir la bouche suffisamment pour que l'index et le majeur de la main gauche du patient puisse être positionné entre les arcades antérieures. Si les dents antérieures sont manquantes, considérer comme référence la largeur de trois doigts (index, majeur, et annulaire).	<input type="checkbox"/>	
<b>5</b>	<b>Fonction motrice orale</b> Image 8 A Tirez la langue aussi loin que vous le pouvez Critère : La pointe de la langue ne peut pas atteindre plus loin que le bord vermillon des lèvres.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Image 9 B Lèche-vous les lèvres Critère : Ne peut pas utiliser la langue pour humidifier ses lèvres et ne peut pas atteindre les commissures.	<input type="checkbox"/>	
	Image 10 C Gonflez vos joues et maintenez la pression pendant au moins 3 secondes Critère : Ne peut gonfler les joues sans fuite d'air ou sans produire de son.	<input type="checkbox"/>	
	Image 11 D Ouvrez votre bouche bien grand et dites ah, ah, ah [a] ! Critère : On ne peut noter une élévation marquée de la luvette et du palais mou.	<input type="checkbox"/>	
<b>6</b>	<b>Articulation de la parole</b> Image 12 A Ne parle pas. Ne pas remplir les items B et C Critère : La parole n'est pas claire, avec un ou plusieurs sons indistincts, ou une nasalité anormale. Pour les enfants de moins de 5 ans, ne pas considérer les sons R et S.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Image 13 C Dites : pataka-pataka-pataka Critère : Ne pas évaluer cet item chez les enfants de moins de 5 ans.	<input type="checkbox"/>	
Nom/ID :		<b>Examen NOT-S</b>	<b>Somme</b> <input type="checkbox"/>

## PROTOCOLES DE PASSATION - PAROLE 4C -

### ETAPE 1 : préparation avant la séance

- Brancher sur secteur le ZOOM



- Allumer le zoom



- Brancher l'ordinateur sur secteur
- Allumer l'ordinateur et ouvrir le fichier PHONOLOGIE
- Allumer l'enregistrement en appuyant 2x sur REC (le bouton rouge ne doit plus clignoter, il est allumé en continu durant l'enregistrement)



### ETAPE 2 : préparation avant la séance

- . Brancher la caméra sur secteur
- . Allumer la caméra (vérifier que le bouton rouge est lancé)

### ETAPE 3 : enregistrement

- Commencer chaque enregistrement en précisant :
  - le code de l'enfant
  - la date, l'heure
  - le prénom de la personne qui fait passer le test

« *je suis avec xxxxxxxx (code de l'enfant), nous sommes le xx/xx/xxxx (date du jour), je m'appelle m'appelle xxxxxxxx (nom, prénom de l'expérimentateur)* »

- De façon générale, au moindre doute sur la qualité de l'enregistrement, on demande à l'enfant de répéter et on fait attention de garder l'attention de l'enfant mais on ne stimule pas le discours spontané de l'enfant trop longtemps car cela fatigue possiblement l'enfant

## ETAPE 4 : dénomination d'images

- Laisser le temps à l'enfant de terminer toute sa production. **Pause**, attendre quelques secondes avant de donner un feedback ou de passer à l'image suivante (pour éviter de superposer sa voix à celle de l'enfant sur l'enregistrement).
- Il est important que l'enfant dénomme avec le déterminant LE, LA ou LES (ou éventuellement DES). On accepte si l'enfant produit le mot sans déterminant. Pour les items commençant par une voyelle, on accepte l'élision (par exemple : l'éléphant) ou la liaison (par exemple : les éléphants). Si l'enfant produit spontanément un mot commençant par une voyelle sans élision ou sans liaison, on conserve sa production (par exemple : le licoptère pour l'hélicoptère).
- Lors de la répétition, ne plus donner le déterminant. Par exemple « répète un peu : chien »
- L'enfant doit dénommer les mots qu'il voit sur l'image. Si l'enfant ne dit pas spontanément le mot, on lui propose un pointage (« *Regarde, ça, comment ça s'appelle ça, c'est le...* ») PUIS un amorçage sémantique selon la fiche de passation, et si cela ne suffit, un amorçage phonologique (selon la fiche de passation), ENFIN, en répétition. Pour cela, suivre les instructions de la fiche de passation pour chaque mot.
- **Indiquer systématiquement si le mot a été dit spontanément avec amorçage, ébauche ou en répétition**

« *Regarde bien l'image et dis-moi le nom de ce que tu vois. Tu essaies de dire le nom avec le mot le, la ou les devant. Par exemple, là, c'est ... " le chien " »* Il est possible de stimuler l'utilisation du déterminant défini, en disant « *c'est le... " chien " » puis « c'est le... " piano " ».*

Essai	Spontané	Amorçage sémantique	Ebauche orale	Répétition
<b>Le chien</b>		C'est un animal qui fait "ouaf-ouaf", c'est le ...	C'est le ch...	<b>le</b> « chien »
<b>Le piano</b>		On appuie sur ses touches et ca fait de la musique, c'est le...	C'est le p...	« piano »
<b>La goutte</b>		<i>NB : Avant l'amorçage sémantique, pointez la goutte.</i> C'est une petite quantité d'eau qui reste quand on ferme le robinet, c'est la...	C'est la g...	« goutte »
Test	Spontané	Amorçage sémantique	Ebauche orale	Répétition
<b>L'oreiller</b>		On pose sa tête dessus quand on dort dans un lit, c'est...	C'est l'o...	
<b>La locomotive</b>		Le conducteur du train est dedans, c'est la...	C'est la l...	
<b>L'hippopotame</b>		C'est un gros animal qui vit en Afrique et qui marche dans l'eau, c'est...	C'est l'hi...	
<b>L'indien</b>		C'est une personne qui vit en Amérique et qui porte des coiffures avec des plumes, c'est...	C'est l'in...	
<b>La jambe</b>		<i>NB : Avant l'amorçage sémantique, pointez les jambes de l'enfant ou ses propres jambes.</i> C'est la partie du corps qui permet aux humains de marcher, c'est la ...	C'est la j...	
<b>L'huile</b>		C'est ce qu'on met dans la poêle pour faire la cuisine, c'est de...	C'est l'hu	

<b>Le pyjama</b>	C'est ce que tu mets le soir pour dormir, c'est le...	C'est le p...
<b>L'œuf</b>	C'est ce qu'on trouve dans le nid des oiseaux, c'est...	C'est l'oe...
<b>La fourchette</b>	C'est ce qu'on utilise pour manger, c'est la...	C'est la f...
<b>Le hibou</b>	C'est un oiseau qui vit la nuit et qui fait "hou-hou", c'est le...	C'est le hi...
<b>L'escargot</b>	C'est un mollusque qui a une coquille, c'est ...	C'est l'è...



### Annexe 3 : Questionnaire parental anamnestique



Nom et prénom de l'enfant

Rôle de la personne qui complète le questionnaire

Votre enfant a-t-il changé d'école au cours de ces 6 derniers mois ?

Date du jour

Dans le cadre de la procédure de suivi des contacts mise en place par les autorités sanitaires belges (<https://www.info-coronavirus.be/fr/suividescontacts/>), le ou la chercheur/se en charge de cette étude est tenue de mentionner au collaborateur accrédité des autorités sanitaires en charge du suivi des contacts infectieux l'identité de votre enfant dans la liste de ses contacts prolongés des derniers jours, au cas où il/elle serait testée positive au covid, ce qui permettra aux autorités compétentes de vous avertir de ce risque potentiel. Cette transmission d'information ne peut se réaliser que si vous y avez donné au préalable votre accord explicite. Si vous n'êtes pas d'accord avec cette possible transmission, alors nous ne pourrions pas vous inclure dans cette étude pour des raisons éthiques, car nous ne pouvons pas vous laisser ignorant d'informations qui vous permettraient de prendre des mesures de précaution pour vous-même et autrui. En conséquence, nous vous demandons de marquer votre accord à cette transmission de données si elle s'avérait nécessaire.

Je suis d'accord

oui  non

Au cours de ces 6 derniers mois, votre enfant a-t-il entamé une prise en charge logopédique ?

oui  non

- Si oui, précisez le motif:

Au cours de ces 6 derniers mois, votre enfant a-t-il entamé une prise en charge orthodontique ?

oui  non

- Si oui, précisez le motif :

Votre enfant a-t-il actuellement des otites fréquentes et/ou des rhumes fréquents et/ou angines fréquentes et/ou bronchites fréquentes,...(>3 épisodes au cours de ces 6 derniers mois) ?

oui  non

> De quel type ?

- otites
- rhumes
- angines
- bronchites
- autres

Êtes-vous inquiet par le développement langagier de votre enfant ?

oui  non

> Si oui, pourquoi?

Votre enfant a-t-il été allaité exclusivement au sein pendant une certaine période de temps ? (pas de biberon donné en même temps).  oui  non

---

Si oui, combien de temps ?

---

Votre enfant suce-t-il actuellement une tétine/son pouce/un doudou/sa langue,...?  oui  non

---

> Si oui précisez :

---

> A quelle fréquence?

---

Votre enfant reçoit-il actuellement le biberon?  oui  non

---

> A quelle fréquence?

---

Votre enfant a-t-il du reflux?  oui  non  je ne sais pas

---

A-t-on diagnostiqué une rhinite allergique à votre enfant au cours de ces 6 derniers mois?  oui  non

---

Y-a-t'il eu ablation des végétations, amygdales ou pose de drains au cours de ces 6 derniers mois ?  oui  non

---

A-t-on coupé le frein de langue au cours de ces 6 derniers mois ?  oui  non

---

Votre enfant est-il sélectif/difficile pour manger?  oui  non

---

A-t-il des préférences marquées à l'égard de certains aliments?  oui  non

---

Votre enfant accepte-t-il facilement de nouveaux aliments?  oui  non

---

Merci de répondre aux questions qui suivent sur le développement général de votre enfant. Ces questions concernent ce dernier mois.

Votre enfant...

---

- Dort la bouche ouverte?  la plupart du temps  souvent  rarement  jamais

---

- Ronfle?  la plupart du temps  souvent  rarement  jamais

---

- Bave sur son oreiller?  la plupart du temps  souvent  rarement  jamais

---

- A le nez encombré et/ou le nez qui coule?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	la plupart du temps	souvent	rarement	jamais
- Garde la bouche ouverte en journée?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	la plupart du temps	souvent	rarement	jamais
- A le nez qui chatouille?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	la plupart du temps	souvent	rarement	jamais

Pendant son sommeil, votre enfant...

- Ronfle plus de la moitié du temps?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Ronfle tout le temps?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Ronfle bruyamment?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Respire fort?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Respire avec difficulté?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Avez-vous déjà vu votre enfant s'arrêter de respirer pendant la nuit?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas

Votre enfant...

- A-t-il tendance à respirer la bouche ouverte en journée?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- A-t-il la bouche sèche en se réveillant le matin?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Fait-il pipi au lit quelquefois?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Est-il fatigué au réveil le matin?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Est-il somnolent dans le journée?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas

- Un enseignant ou un autre encadrant vous ont-ils fait la remarque que votre enfant semble avoir sommé dans la journée ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Est-il difficile de réveiller votre enfant le matin ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Votre enfant se réveille-t-il avec des maux de tête le matin ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Depuis sa naissance, y a-t-il eu un moment où la croissance de votre enfant a été ralentie ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Votre enfant est-il en surpoids ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas

Souvent, votre enfant...

- N'a pas l'air d'écouter quand on lui parle directement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- A du mal à organiser tâches et activités	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Est facilement distrait par tout ce qui se passe autour de lui	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Agite nerveusement ses mains ou ses pieds ou se tortille sur son siège	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Est constamment actif, est comme une pile	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas
- Interrompt ou s'immisce dans les discussions ou les jeux des autres	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	oui	non	je ne sais pas

Les questions suivantes portent sur la parole de votre enfant. En particulier, nous cherchons à savoir si votre enfant est fréquemment compris par différentes personnes de son environnement. Lorsque vous répondez aux questions, pensez à la parole de votre enfant durant le dernier mois.

- Est-ce que vous comprenez votre enfant?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	toujours	souvent	parfois	rarement	jamais
- Est-ce que les membres de votre famille comprennent votre enfant?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	toujours	souvent	parfois	rarement	jamais
- Est-ce que votre parenté comprend votre enfant?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	toujours	souvent	parfois	rarement	jamais
- Est-ce que les amis de votre enfant le comprennent?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	toujours	souvent	parfois	rarement	jamais
- Est-ce que vos connaissances le comprennent?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	toujours	souvent	parfois	rarement	jamais
- Est-ce que les enseignants de votre enfant le comprennent?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	toujours	souvent	parfois	rarement	jamais
- Est-ce que des étrangers (personnes qui ne sont pas familières avec votre enfant) comprennent votre enfant ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	toujours	souvent	parfois	rarement	jamais

Est-ce que votre enfant a envie de vomir lorsqu'il se brosse les dents ? Est-ce que cela arrive pratiquement à chaque fois ? (nausées, un vomissement, ou un refus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est ce qu'il arrive à votre enfant de mettre tellement de nourriture dans sa bouche qu'il lui est difficile de mastiquer ? Est-ce que cela arrive tous les jours ? (Ne sait pas lorsque sa bouche est pleine)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce que votre enfant utilise un dispositif d'aide à la ventilation ? (Masque à pression positive continue, respirateur, oxygène, autres)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est ce que votre enfant ronfle beaucoup lorsqu'il dort ? Est-ce que cela arrive pratiquement chaque nuit ? (Ronflements ou apnées, ne s'applique pas pour les symptômes liés à l'asthme ou aux allergies)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce qu'il arrive à votre enfant de ronger ses ongles ou d'autres objets chaque jour ? (Le fait de sucer une tétine ou les doigts n'est pas pris en compte)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce qu'il arrive que votre enfant suce ou morde ses lèvres, sa langue ou ses joues chaque jour ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce qu'il arrive que votre enfant serre fortement ses dents ou grince des dents pendant la journée ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Votre enfant est-il nourri(e) par voie buccale (tube nasogastrique, gastrostomie ou autre) ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce que vous trouvez qu'il est difficile pour votre enfant de manger certains aliments du fait de leur consistance ? (Les difficultés liées à l'existence d'une allergie, d'un régime spécial (végétarien, végétalien ou sans gluten) ne sont pas prises en compte)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est ce que le temps de prise du repas principal vous prend 30 minutes ou plus ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce qu'il arrive à votre enfant d'avaler de gros morceaux de nourriture sans les mastiquer ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce qu'il arrive souvent à votre enfant de tousser au cours des repas ? (Cela arrive presque à chaque repas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce qu'il arrive à votre enfant d'avoir de la salive sur le coin de la bouche ou sur le menton presque chaque jour ? Est-il nécessaire de lui essuyer la bouche ? (Ceci ne s'applique pas pendant le sommeil)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Votre enfant a-t-il besoin de boire pour pouvoir manger un biscuit sec ? (bouche sèche)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Est-ce que votre enfant a mal au niveau des muqueuses de sa bouche ou sur sa langue ? Douleur récurrente ou sensation de brûlure survenant au moins une fois par semaine. (Ne s'applique pas aux douleurs d'origine dentaire ou des lésions vésiculaires buccales)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### Annexe 4 : Résultats du test de normalité de Shapiro-Wilk en vue de l'analyse de variance simple

VI	VD	T1 (4 ans et demi)	
		W	p
PRÉSENCE d'une habitude de succion persistante	Fonctions orofaciales non-verbales	0.94	0.5745
	Précision de production des phonèmes	0.97	0.9290
ABSENCE d'une habitude de succion persistante	Fonctions orofaciales non-verbales	0.86	<b>0.0005</b>
	Précision de production des phonèmes	0.79	<b>&lt;0.0001</b>

VI = variable indépendante, VD = variables dépendantes, W = statistique de Shapiro-Wilk, p = probabilité de dépassement, T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (4 ans et demi), en gras et italique = résultat significatif.

#### Annexe 5 : Résultats du test d'homogénéité des variances de Levene en vue de l'analyse de variance simple

	T1 (4 ans et demi)	
	F	p
Fonctions orofaciales non-verbales	0.09	0.7706
Précision de production des phonèmes	0.92	0.3436

F = statistique du test de Levene, p = probabilité de dépassement, T1 = 1<sup>ère</sup> phase de testing (3 ans).

#### Annexe 6 : Résultats du test de Shapiro-Wilk en vue de l'application du test t de Student pour échantillons appariés

Différence entre les scores du T1 et du T2	W	p
Fonctions orofaciales non-verbales	0.95	0.1096
Précision de production des phonèmes	0.99	0.9596

W = statistique de Shapiro-Wilk, p = probabilité de dépassement.

## 10. Résumé

Ce mémoire étudie les fonctions orofaciales sous une dimension longitudinale pendant la période préscolaire. Dans la littérature, certains auteurs différencient les fonctions orofaciales servant aux comportements non-verbaux tels que la respiration, la déglutition ou encore la mastication, des fonctions orofaciales servant aux comportements verbaux comme la production de la parole. Cette possibilité de distinction en deux groupes qui coexiste avec la possibilité de rassemblement en une entité a suscité de l'intérêt dans la littérature. La relation entre les fonctions orofaciales non-verbales (FONV) et la fonction orofaciale verbale (FOV) fait actuellement l'objet de grands débats à différents niveaux.

L'objectif principal porté par ce mémoire était donc d'**étudier la relation entre les fonctions orofaciales non-verbales et la précision de production des phonèmes durant le développement des enfants francophones tout-venant d'âge préscolaire**. Pour répondre à cet objectif, nous avons suivi des enfants francophones tout-venant âgés de 4 ans et demi à 5 ans, chez qui nous avons évalué les FONV et la précision de production des phonèmes. En outre, nous avons évalué les habitudes de succion de ces enfants, en raison de l'impact supposé de ces habitudes sur la relation étudiée. Cette étude était longitudinale, par conséquent, nous nous sommes fixé l'objectif d'étudier l'évolution de cette relation dans le temps, mais également l'évolution avec l'âge de chacune des variables manipulées, c'est-à-dire des FONV, de la précision d'exécution de la FOV et des habitudes de succion.

Après l'analyse des données obtenues, les résultats de cette étude montrent que le fonctionnement, physiologique ou non, des FONV n'a pas d'effet significatif sur la précision articulatoire dans notre échantillon, et ce ni à 4 ans et demi, ni à 5 ans. A propos des habitudes de succion persistantes, nos résultats ont révélé une absence d'effet significatif, aussi bien sur les FONV que sur la précision articulatoire aux âges de 4 ans et demi et 5 ans. Enfin, en ce qui concerne l'évolution avec l'âge des trois variables manipulées, seule la précision articulatoire présentait une évolution positive significative. Bien que ce mémoire ait montré des limites méthodologiques, il apporte des données longitudinales à propos du développement orofacial myofonctionnel et articulatoire des enfants francophones unilingues tout-venant de 4 ans et demi à 5 ans. Ces données s'avèrent intéressantes dans le domaine de la recherche comme en clinique, d'autant plus au vu de l'importance d'une évaluation et d'une prise en charge précoces des altérations et dysfonctions orofaciales.